Gedeputeerde Staten

Provincie Zeeland

Abdij 6 4331BK Middelburg
Postbus 6001 4330 LA Middelburg
+31 118631011
IBAN NL08 BNGH 0285010557

Omroep Zeeland

Onderwerp	Zaaknummer	Behandeld door	Verzonden
Woo-besluit	702572		

Middelburg, 19 augustus 2025

Geachte heer,

Op 18 mei 2025 heeft u op grond van de Wet open overheid (Woo) verzocht om het volgende:

''Op grond van de Wet open overheid (Woo) verzoek ik u om alle beschikbare documenten over het gebruik, de opslag en verwerking van staalslakken in Zeeland vanaf 1 januari 2018 tot heden.

Mijn verzoek heeft specifiek betrekking op:

- *Projecten waarbij staalslakken zijn toegepast (bijv. als fundering of verharding);*
- *Vergunningen of meldingen met betrekking tot staalslakken;*
- *Milieueffectrapportages of bodemonderzoeken waarin staalslakken aan de orde komen;*
- *Interne memo's of correspondentie over mogelijke risico's of milieueffecten van staalslakken. '*

Graag ontvang ik de stukken digitaal. Mocht u nadere toelichting wensen of indien er kosten aan verbonden zijn , verneem ik dat graag vooraf".

Dit verzoek hebben wij op 19 mei 2025 ontvangen. Op 30 mei 2025 hebben wij u een ontvangstbevestiging van het Woo-verzoek toegezonden waarin wij u tevens hebben gevraagd uw verzoek te verduidelijken. Dat heeft u gedaan op 30 mei 2025.

Voorts hebben wij op 13 juni 2025 aangegeven dat het langer duurde voordat we een besluit konden nemen vanwege de grote omvang aan documenten. We hebben daarom de beslistermijn op het verzoek toen met twee weken verlengd (verdaagd) waarbij de uiterste beslisdatum op uiterlijk 30 juni zou komen te liggen. De mogelijkheid tot verdaging van de beslistermijn staat in artikel 4.4, tweede lid, van de Woo.

Daarna bleek dat vanwege de grote omvang van de hoeveelheid documenten en de complexiteit die daarmee samenhangt voor de beoordeling daarvan ook de genoemde wettelijke beslistermijn niet haalbaar te zijn. Daarom hebben wij op 18 juni 2025 met u afgesproken dat wij vanwege de genoemde omstandigheden meer tijd nodig hebben om op uw verzoek gedegen te kunnen besluiten.

U bent akkoord gegaan met het – buiten de wettelijke termijn om - oprekken van de beslistermijn waarbij wij met zogenaamde deelbesluiten zullen gaan werken en het eerste deelbesluit uiterlijk op 20 augustus 2025 zullen nemen.
Dit besluit betreft het eerste deelbesluit.
Over het tweede deelbesluit inzake de resterende delen van de informatieverstrekking waarop uw Woo-verzoek ziet worden afzonderlijke afspraken met u gemaakt.

Omdat uw verzoek betrekking heeft op documenten welke gegevens bevatten van derden, hebben we u op 11 juli 2025 geïnformeerd dat aan deze derden een zienswijze is gevraagd. De beslistermijn is daarmee opgeschort. Wij hebben een zienswijzetermijn gesteld van drie weken vanaf 11 juli. De opschortingstermijn eindigde op de dag waarop door de betrokken derde(n) een zienswijze naar voren is gebracht of de daarvoor gestelde termijn ongebruikt is verstreken.

Er zijn geen zienswijzen ingediend op het voorgenomen besluit tot openbaarmaking waarin men niet instemt met de voorgenomen openbaarmaking. Dit betekent dat een heroverweging of/en welke informatie openbaar wordt gemaakt niet aan de orde is.

Wettelijk kader
Uw verzoek valt onder de reikwijdte van de Woo. Op grond van artikel 4.1, eerste lid, van de Woo kan eenieder een verzoek om informatie richten tot een bestuursorgaan of een onder verantwoordelijkheid van een bestuursorgaan werkzame instelling, dienst of bedrijf.

Artikel 4.1, zevende lid, van de Woo bepaalt dat een verzoek om informatie wordt ingewilligd met inachtneming van het bepaalde in hoofdstuk 5 van de Woo. Een bestuursorgaan zal het verstrekken van de gevraagde informatie achterwege kunnen (dan wel moeten) laten wanneer zich één of meer van de in artikelen 5.1 en 5.2 van de Woo genoemde uitzonderingen voordoen.

Inventarisatie - deel 1
Op basis van uw verzoek is gezocht naar de documenten die betrekking hebben op de bestuurlijke aangelegenheid vanaf 1 januari 2018 tot het moment van de ontvangst van uw verzoek. Deze momenten zijn bepalend voor de reikwijdte van uw verzoek.

Gelet op de door u omschreven aangelegenheid is gezocht binnen de archief- en informatiesystemen van de provincie Zeeland. Hierbij is er alles aan gedaan om tot een zo volledige mogelijke inventarisatie te komen. Het zoekproces is als volgt vormgegeven. Er is onderzoek gedaan binnen het ZaakSysteem, het ambtelijk e-mailverkeer sms- en whatsapp-berichten binnen het team Milieu, waarbij specifiek gezocht is op het trefwoord staalslakken, al dan niet in combinatie met:
- Rws
- IenW

Reeds openbaar
De documenten op de inventarisatielijst met de respectievelijke nummers of aanduidingen:

1a., 1b., 1c., 1d., 1f., 4c., 4d., 6a., 6b. en 9a.c.

treft u niet aan omdat deze reeds openbaar zijn. De vindplaats daarvan is vermeld op de inventarisatielijst.

Het document met nummer of aanduiding 2.a is bijgevoegd omdat het eerder openbaar is gemaakt maar niet meer te raadplegen via de provinciewebsite.

Buiten de reikwijdte van het verzoek vallend
Delen van de documenten op de inventarisatielijst met de respectievelijke nummers of aanduidingen:

- 5b., 5c.
- 8a.s, 8a.x.
- 9b, 9d., 9 e.
- 9r, 9u., 9v., 9a.a., 9a.q., 9a.u.
- 10 e,
- 11e.

treft u niet aan, omdat deze onderdelen geen betrekking hebben op het onderwerp staalslakken en daarom buiten de reikwijdte van het verzoek vallen.

Overwegingen
De opgesomde documenten zijn beoordeeld of deze zich lenen voor openbaarmaking voor eenieder.

Hierbij is het algemene belang, dat is gemoeid met openbaarheid van overheidsinformatie, afgewogen tegen de belangen die in de artikelen 5.1 en 5.2 van de Woo staan. Bij deze beoordeling is gekeken of een van deze belangen zich verzet tegen openbaarmaking.

Bovendien is van belang op te merken dat in beginsel per eenheid van een document, zoals een alinea, moet worden beoordeeld of het belang van openbaarmaking van informatie opweegt tegen het belang van voornoemde weigeringsgronden en beperkingen.

Grenzen aan openbaarheid
We maken de documenten (voor een deel) openbaar. De motivering voor niet openbaar maken en/of het weglakken van gegevens is gelegen in een aantal uitzonderingsgronden zoals genoemd in de Woo.

Voor de leesbaarheid van dit besluit worden deze uitzonderingsgronden en beperkingen in algemene zin besproken. Bij die bespreking wordt aangegeven met welke aanduiding in de documenten wordt verwezen naar die weigeringsgrond of beperking. Die aanduiding is vervolgens terug te vinden in de documenten zelf. De informatie die onder een uitzonderingsgrond valt, is onleesbaar gemaakt en wordt in het document aangeduid met een letter.

Persoonlijke levenssfeer (artikel 5.1, tweede lid, aanhef en onder e, van de Woo)
Op grond van artikel 5.1, tweede lid, aanhef en onder e, van de Woo blijft verstrekking van informatie achterwege wanneer het belang van de bescherming van de persoonlijke levenssfeer van personen zwaarwegender is dan het belang van informatieverstrekking. Een dergelijk belang is aan de orde wanneer documenten gegevens zoals namen, maar ook meer indirecte gegevens bevatten waarmee de identiteit van de betrokken personen achterhaald kan worden.

In bijna alle door u opgevraagde documenten zijn namen en andere persoonsgegevens (mailadressen en telefoonnummers) aangetroffen. Openbaarmaking hiervan dient geen redelijk doel en de bescherming van de persoonlijke levenssfeer van de betrokkenen weegt in dit verband zwaarder.

Dit is anders als het personen betreft die naar de aard van hun functie in de openbaarheid treden of indien sprake is van een anderszins publiek persoon. Het gaat hier in dit geval om de documenten op de inventarisatielijst waarin persoonsgegevens van bestuurders van overheidsorganen voorkomen. Dergelijke persoonsgegevens vallen derhalve niet onder de uitzonderingsgrond en zijn wel openbaar.

Voornoemde beoordeling wordt tot uitdrukking gebracht in de onderstaande documenten door daarin bij weglakking de volgende lettercode op te nemen: J .

- 1 e., 1g.
- 2b., 2c.
- 3a., 3b.,
- 4a., 4b., 4 e.
- 5b.
- 6c., 6d., 6 e.,6g., 6h., 6i.
- 8a., 8b., 8c.,8d., 8 e., 8h., 8i., 8n., 8p., 8s., 8y.,8z., 8a.e., 8a.f., 8a.g., 8a.i., 8a.k., 8a.l., 8.a.p., 8.a.r., 8.a.s., 8.a.t., 8.a.u., 8.a.x., 8.a.y., 8.a.z.
- 9a., 9b., 9c., 9d., 9e., 9i., 9m., 9r., 9s., 9u.,9v., 9y.,9z., 9a.a., 9a.b.,9a.d., 9a.e., 9a.f., 9a.h., 9a.i., 9a.j., 9a.n., 9a.o., 9a.q., 9a.r., 9a.s., 9a.t., 9a.u., 9a.w., 9a.y.
- 10c., 10d., 10e., 10h., 10k., 10n., 10p., 10s., 10u.
- 11a., 11e., 11h., 11i., 11l., 11m., 11n., 11q., 11r., 11s., 11t., 11y.,11a.a.

Het goed functioneren van de Staat, andere publiekrechtelijke lichamen of bestuursorganen (artikel 5.1, tweede lid aanhef en onder i van de Woo)
Het goed functioneren van de overheid kan in het geding zijn indien een bestuursorgaan bij de oplossing van een probleem in overleg treedt met andere bestuursorganen of met derden. In een dergelijk overleg kan het belang van vertrouwelijkheid als voorwaarde voor het goed functioneren van een bestuursorgaan zwaarder wegen dan het belang van openbaarheid, waardoor ook de prognoses en beleidsalternatieven ter bescherming van het belang van het goed functioneren van het bestuursorgaan kunnen worden geweigerd.

Op grond van artikel 5.1, tweede lid onder i van de Woo is informatie weggelakt in verband met het goed functioneren van de Provincie en/of andere overheden. Het betreft informatie in verband met gevoerd beraad over staalslakken. Vanuit die achtergrond dient de overheid vrijelijk onderling van gedachten te kunnen wisselen. Openbaarmaking van dit gevoerd beraad kan ertoe leiden dat de betrokkenen in het vervolg terughoudender zijn met het geven van informatie, zodat het goed functioneren van de overheid in het gedrang komt. Het belang van vertrouwelijkheid dient in dit geval voor te gaan op het belang van openbaarmaking.

Voornoemde beoordeling wordt tot uitdrukking gebracht in de onderstaande documenten door daarin bij weglakking de volgende code op te nemen: N:

- 9z. en 9a.r.

Persoonlijke beleidsopvattingen in documenten van intern beraad (artikel 5.2, eerste lid van de Woo)
Artikel 5.2, eerste lid, van de Woo bepaalt dat in geval van een verzoek om informatie uit documenten, opgesteld ten behoeve van intern beraad, geen informatie wordt verstrekt over daarin opgenomen persoonlijke beleidsopvattingen.

Onder de Woo betekent intern beraad:
“het beraad over een bestuurlijke aangelegenheid binnen een bestuursorgaan, dan wel binnen een kring van bestuursorganen in het kader van de gezamenlijke verantwoordelijkheid voor een bestuurlijke aangelegenheid.”

Uit de geschiedenis van de totstandkoming van artikel 5.2 van de Woo en de rechtspraak dienaangaande volgt dat het interne karakter van een document wordt bepaald door het oogmerk waarmee het is opgesteld. Degene die het document heeft opgesteld moet de bedoeling hebben gehad dat dit zou dienen voor hemzelf of voor het gebruik door anderen binnen de overheid. Ook documenten die afkomstig zijn van derden die niet tot de kring van de overheid behoren, kunnen worden aangemerkt als documenten die zijn opgesteld ten behoeve van intern beraad indien de documenten met dat oogmerk zijn opgesteld. Het interne karakter van beraad komt evenwel te vervallen wanneer daaraan het karakter van advisering of gestructureerd overleg moet worden toegekend.
Ook is geen sprake van intern beraad als een betrokkene een eigen belang behartigt, niet zijnde het belang van het bestuursorgaan of de bestuursorganen die bij het intern beraad zijn betrokken.

Gelet op het voorgaande zijn documenten aan te merken als opgesteld ten behoeve van intern beraad.

Onder persoonlijke beleidsopvattingen worden ingevolge artikel 5.2, eerste lid, tweede volzin verstaan:

"ambtelijke adviezen, visies, standpunten en overwegingen ten behoeve van intern beraad, niet zijnde feiten, prognoses, beleidsalternatieven, de gevolgen van een bepaald beleidsalternatief of andere onderdelen met een overwegend objectief karakter."

Uit de wetsgeschiedenis blijkt dat het doel van de in artikel 5.2, eerste lid, van de Woo neergelegde bescherming van persoonlijke beleidsopvattingen is de bescherming van de vrije meningsvorming, het belang om in vertrouwelijke sfeer te kunnen 'brainstormen' zonder vrees voor gezichtsverlies en het kunnen waarborgen dat bij de primaire vormgeving van het beleid de betrokkenen in alle vrijheid hun gedachten en opvattingen kunnen uiten.

Ook opvattingen van personen die van buiten in de sfeer van het interne beraad zijn betrokken vinden ingevolge deze bepaling de vorenbedoelde bescherming.

De documenten zijn beoordeeld ten einde vast te stellen of sprake is van persoonlijke beleidsopvattingen. Hierbij is overgegaan tot het weglakken van dit soort gegevens. Daar waar ook feiten zijn weggelakt, is dit gedaan nu deze feiten verweven zijn met de persoonlijke beleidsopvattingen en ook overigens de informatie geen zelfstandige betekenis meer heeft. Voorop blijft staan dat het niet gaat om opvattingen met een overwegend objectief karakter.

Bezien is of de persoonlijke beleidsopvattingen in de vorm van een uittreksel of een samenvatting van de inhoud vormgegeven konden worden, dat bleek evenwel niet het geval.

Voornoemde beoordeling wordt tot uitdrukking gebracht in de onderstaande documenten door daarin bij weglakking de volgende code op te nemen: R:

- 8a., 8 e., 8i., 8a.g., 8a.i., 8a.l., 8a.p., 8a.r., 8a.s., 8a.x., 8a.y.
- 9a., 9c., 9r., 9y., 9a.d., 9a.e., 9a.f., 9a.n., 9.a.o., 9a.r., 9a.u.
- 10h.,10k., 10n.,10p.,10s.
- 11 e. en 11y.

Openbaarmaking
Gelet op het voorgaande worden de geïnventariseerde documenten met inachtneming van hoofdstuk 5 van de Woo niet dan wel (gedeeltelijk) openbaar gemaakt.

Dit besluit en de openbaar gemaakte documenten plaatsen wij geanonimiseerd (zonder persoonsgegevens) op www.zeeland.nl/loket/woo-verzoek.

Met vriendelijke groet,

Gedeputeerde Staten van Zeeland,

H.M. de Jonge, voorzitter

drs. M.C.J. Franken, secretaris-algemeen directeur

U wordt verzocht om in uw correspondentie steeds het zaaknummer te vermelden.

Bijlagen: Inventarisatielijst met bijbehorende te verstrekken documenten

Bezwaar
Belanghebbenden kunnen schriftelijk bezwaar maken tegen dit besluit bij:
Gedeputeerde Staten van Zeeland, t.a.v. de secretaris van de commissie voor bezwaarschriften,
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg.

In het bezwaarschrift neemt u ten minste op uw naam en adres, de dagtekening van het bezwaarschrift, tegen welk besluit u bezwaar maakt en waarom. Het bezwaarschrift dient te worden ondertekend.
U moet het bezwaarschrift indienen binnen zes weken na de dag waarop dit besluit is bekendgemaakt. Doorgaans is dat de dag na de datum van verzending. Overschrijding van de inzendtermijn kan ertoe leiden dat met uw bezwaren geen rekening wordt gehouden.
Als u overweegt bezwaar te maken, kunt u meer informatie vinden op https://www.zeeland.nl/bezwaar-maken.

Wij wijzen u erop dat het bezwaar niet de werking van het besluit schorst. U kunt een verzoek doen tot het treffen van een voorlopige voorziening. U richt het verzoek aan de voorzieningenrechter van de rechtbank Zeeland-West-Brabant, locatie Breda, team bestuursrecht, Postbus 90006, 4800 PA Breda. Voor de behandeling van het verzoek is griffierecht verschuldigd

Format voor aanleveren agendapunt

Zaaknummer: 356831

Agendapunt portefeuilleoverleg:
dhr. B.L.L. van der Velde - Milieu

Thema: Milieu, Natuur en natuurbeleving, Water / klimaatadaptatie

Onderwerp	Statenleden Flameling, van der Spek-Thung en van Burg van de Statenfracties PvdA-GL en SGP over staalslakken	Datum behandeling	10 juli 2023
Naam inbrenger	[redacted]	Benodigde tijd voor agendapunt	15 minuten

Aanwezig bij behandeling

Naam	Telefoonnummer
[redacted]	+31 [redacted]
[redacted]	+31 [redacted]
[redacted]	+31 [redacted]

Doel van de bespreking
- Informeren over de problematiek rondom staalslakken en een toelichting op de beantwoording van de gestelde Artikel 44 vragen rondom dit onderwerp.

Bestuurlijke aandachtspunten (Kern aandachtspunten vanuit bestuurlijke relevantie)
• De toepassing van staalslakken in de Oosterschelde is een terugkerend punt van discussie. • In het verleden zijn er onderzoeken verricht naar mogelijke effecten op de waterkwaliteit en op natuur, waarbij geen effecten zijn aangetoond. • Er is in april een rapport verschenen waarin aangegeven is dat uitloogtesten in het laboratorium niet representatief zouden zijn voor sommige toepassingen in de praktijk. Zie https://www.rivm.nl/publicaties/milieuhygienische-kwaliteit-ld-staalslakken • GS is nog niet op de hoogte van dit rapport en wordt als bijlage toegevoegd. • Staalslakken zijn als bouwstof zonder meldingsplicht toepasbaar in oeverbescherming.

Overwegingen (Pro's/contra's, alternatieven, meningen stakeholders)
Achtergrond Rijkswaterstaat bestort de vooroevers in de Oosterschelde en Westerschelde om aan de waterveiligheidsnormen te voldoen. Dijken kunnen buitendijks verzwakt worden door optredende erosie. Door de vooroevers te bestorten met steenachtig materiaal wordt erosie tegengegaan. RWS toetst de veiligheidsnormen in de Oosterschelde en Westerschelde regelmatig. Als blijkt dat de veiligheidsnorm niet gehaald wordt vindt dijkversterking plaats maar ook kan het nodig zijn de vooroevers te bestorten. In de Westerschelde levert het bestorten van de vooroevers geen trammelant op, omdat het watersysteem anders is en er minder belangen spelen op gebied van onderwatersport (duiken) en visserij. In de Oosterschelde is meer dan 10 jaar geleden al ophef ontstaan doordat er fosforslakken werden gebruikt bij het bestorten van de vooroevers. Diverse partijen waren hier op tegen: Nationaal Park Oosterschelde, NOB (duikers), vissers (schelpdiervisserij en kreeftenvisserij). Zij waren tegen vanwege vermeende uitloging door fosforslakken. Fosforslakken worden niet meer gebruikt wel nog staalslakken. Van staalslakken is inmiddels bewezen, door wetenschappelijk onderzoek, dat de uitloging van mogelijke schadelijke stoffen zo gering is dat schade aan natuur uitgesloten kan worden.

Staalslakken voldoen ook aan de daarvoor gestelde huidige normen. Er zijn enorme bedragen gemoeid met het op orde houden van de waterveiligheid en staalslakken zijn goedkoop.

Daarnaast kent het toepassen van dit materiaal geen meldingsplicht en is geen overzicht over waar en welke hoeveelheden zijn toepast. Staalslakken blijven in de afgelopen jaren steeds terugkomen. Het gebruik van de staalslakken staat nog steeds vrij, daarmee hebben we geen wettelijke grondslag om het gebruik hiervan te verbieden. Het is alleen mogelijk om het gesprek aan te gaan met andere overheden zoals Rijkswaterstaat om gebruik hiervan te minderen dan wel af te schalen.

RWS geeft als overweging voor gebruik staalslakken ook aan:

- Alternatieven voor staalslakken (bijvoorbeeld het gebruik van breuksteen, een natuurproduct) heeft ook impact op natuur en landschap, er moet namelijk daarvoor een berg worden afgegraven, bovendien loogt breuksteen ook bepaalde stoffen uit;
- Vooroevers bevinden zich vaak op een hellend vlak. Volgens RWS blijven staalslakken daar beter liggen, in vergelijking tot bijvoorbeeld breuksteen (wat sneller naar beneden rolt). Met staalslakken bestorte vooroevers vormen na verloop van tijd een soort (vaste) stevige plaat, zodat het bestorten met staalslakken ten opzichte van alternatieven, dus efficiënter is.

Voorstel/besluit

Het rapport en de beantwoording van de Artikel 44 vragen in GS van 18 juli agenderen en bespreken. Om vervolgens de beantwoording door te sturen naar de Statenleden.

Relevant voor PS (informatieplicht, politiek gevoelig, afdoening motie, art. 44,..)

Ja, beantwoording artikel 44 vragen.

Te nemen acties (Wie, wat, wanneer)

- [redacted] | Agenderen GS vergadering 18 juli | 18 juli 2023

Eventuele bijlagen

- Rapportage ‘Milieuhygiënische kwaliteit LD-staalslakken’
  Samenvatting: Milieuhygienische kwaliteit LD-staalslakken. Literatuurstudie | RIVM
- Artikel 44 vragen inclusief beantwoording

Dit format dient te zijn afgestemd met je afdelingshoofd. Indienen voor donderdag 14.00 uur via Zaaksysteem in iBabs zetten. Vermeld in het onderwerp van de mail de naam van de gedeputeerde en de datum van PO. Tel. nr.: Zaaksysteem-helpdesk 1533

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

Gedeputeerde Staten

Provincie Zeeland

Abdij 6 4331BK Middelburg
Postbus 6001 4330 LA Middelburg
+31 118631011
IBAN NL08 BNGH 0285010557

Rijkswaterstaat Zee en Delta
Poelendaelesingel 18
4335 JA MIDDELBURG

Onderwerp	Zaaknummer	Behandeld door	Verzonden
Toepassen staalslakken in Zeeuwse deltawateren	356569	[redacted] +31 6 [redacted]	

Middelburg, 20 juli 2023

Geachte heer/mevrouw,

Het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) publiceerde in april 2023 een rapport waaruit blijkt dat het gebruik van staalslakken - een restproduct bij het maken van staal – schadelijker is dan aanvankelijk werd gedacht. Als staalslakken in contact komen met regen- of grondwater komen vrijwel alle denkbare zware metalen via 'uitspoelwater' in de bodem of het oppervlaktewater terecht. Dit rapport laat nieuwe inzichten zien, o.a. dat de effecten op het milieu jaren later zichtbaar worden.

Ondanks dat in opdracht van Rijkswaterstaat diverse onderzoeken zijn verricht naar de uitloging van staalslakken, geeft dit rapport aanleiding tot nieuwe vragen en nogmaals aanleiding tot het onder de aandacht brengen van de toepassing hiervan in de Zeeuwse deltawateren.

In het verleden hebben de Vereniging van Beroepsvissers OWV (Oosterschelde, Westerschelde, Voordelta) en de Producentenorganisatie voor de Nederlandse Mosselcultuur reeds hun zorgen geuit over het gebruik van staalslakken in de Oosterschelde. OWV heeft Rijkswaterstaat verzocht ander materiaal te gebruiken (grove stenen) omdat dat een habitat voor kreeften creëert. Staalslakken kleven samen, waardoor het habitat van kreeften verdwijnt.

Ondanks dat deze bouwstof in het kader van het Besluit bodemkwaliteit gebruikt mag worden en de verdunning groot is in de Zeeuwse deltawateren, neemt dit niet weg dat de stof wel in een Natura 2000- gebied en in ons grootste Nationaal Park Oosterschelde terecht komt. Met deze brief willen GS er op aandringen het toepassen van staalslakken te heroverwegen en met bovengenoemde partijen het gesprek aan te gaan voor het behoud van onze natuurwaarden.

Met vriendelijke groet,

Gedeputeerde Staten van Zeeland,

[redacted]

drs. J.M.M. Polman, Voorzitter

[redacted]

drs. M.C.J. Franken, Secretaris-algemeen directeur

Noem in uw contact met ons steeds het zaaknummer. Dit staat bovenaan deze brief.

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

Beslisnota GS

Provincie Zeeland

Openbaar

	Zaaknummer	Nummer Hoofdzaak
	362244	360197

onderwerp	toepassing van staalslakken
voorgesteld besluit	- kennisnemen van het verzoek aan Staatsecretaris Heijnen om de toepassing van staalslakken in de Oosterschelde uit voorzorg te staken - besluiten om dit verzoek met bijgaande brief aan het ministerie te verzenden - besluiten om PS te informeren en hen een afschrift van de brief aan de Staatsecretaris te sturen.
begrotingswijziging vervaardigen?	Nee
aanleiding	Bij de behandeling van de antwoorden op art. 44 vragen van de Statenfracties van PvdA-GL en SGP over staalslakken op 5 september is voorgesteld om het ministerie per brief te verzoeken om de toepassing van staalslakken in de Oosterschelde uit voorzorg tijdelijk te staken.
portefeuillehouder - portefeuille	dhr. B.L.L. van der Velde - milieu
behandeld door: **afdeling/opgave/programma/project** **telefoonnummer:** **afgestemd met:**	POJZ

Overwegingen en advies

Rijkswaterstaat bestort de vooroevers in de Oosterschelde en Westerschelde zodat deze aan de waterveiligheidsnormen voldoen. Dijken kunnen buitendijks verzwakt worden door optredende erosie. Door de vooroevers en ontgrondingskuilen te bestorten met steenachtig materiaal wordt erosie tegengegaan. RWS toetst de veiligheidsnormen in de Oosterschelde en Westerschelde regelmatig. Als blijkt dat de veiligheidsnorm niet gehaald wordt vindt dijkversterking plaats maar ook kan het nodig zijn de vooroevers te bestorten.

Hiervoor maakt RWS onder meer gebruik van staalslakken. Uit de resultaten van verschillende (veld)onderzoeken op de met staalslakken bestorte vooroevers in de Oosterschelde, zijn geen negatieve effecten op het onderwaterleven van Oosterschelde vastgesteld. De rechter heeft bovendien bepaald dat milieurisico's bij toepassing van staalslakken in de Oosterschelde voldoende zijn afgedekt als de bouwstof voldoet aan het milieuhygiënische normenkader van het Besluit Bodemkwaliteit.

Toepassing van dit materiaal is niet meldingsplichtig. Om die reden is er geen sluitend overzicht over waar en welke hoeveelheden zijn toepast.

Hoewel discussies over toepassing van staalslakken in de afgelopen jaren steeds blijven terugkomen, is er geen wettelijke grondslag om het gebruik te verbieden. Wel hebben wij RWS al verzocht om de toepassing van staalslakken te heroverwegen. Rijkswaterstaat heeft ons laten weten dat zij dit najaar een expertsessie organiseren. Verwachting is dat die sessie meer duidelijkheid biedt over de mogelijke gevolgen van de nieuwe inzichten en dat dit leidt tot een passend vervolg daarop.

Voorstel is om het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat te verzoeken om in afwachting van de uitkomsten van deze expertsessie en de mogelijke vervolgsessies de toepassing van staalslakken in de Oosterschelde uit voorzorg te staken.

Afwijking t.o.v. provinciale doelstellingen en/of beleid

Niet van toepassing

Bestuurlijke planning en doorlooptijd

Gedeputeerde Staten 12 september 2023

Consequenties besluit

Financiële consequenties

Niet van toepassing

Juridische consequenties

Niet van toepassing

Personele consequenties en inhuur

Er is geen externe inhuur nodig

Inkoop & aanbesteding

Inkoop is niet van toepassing

Gedeputeerde Staten

Provincie Zeeland

Abdij 6 4331BK Middelburg
Postbus 6001 4330 LA Middelburg
+31 118631011
IBAN NL08 BNGH 0285010557

Ministerie van Infrastructuur en Milieu
T.a.v. mevrouw V. Heijnen

Onderwerp	Zaaknummer	Behandeld door	Verzonden
Toepassing van staalslakken	360197		

Middelburg, 5 september 2023

Geachte mevrouw Heijnen,

Met deze brief dringen wij er op aan om het toepassen van staalslakken in de Oosterschelde voorlopig te staken, in afwachting van nadere beoordeling van nieuwe inzichten over uitloging van dit materiaal.

Het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) publiceerde in april 2023 een rapport waaruit blijkt dat het gebruik van staalslakken - een restproduct bij het maken van staal – mogelijk meer effecten heeft dan aanvankelijk werd gedacht. Als staalslakken in contact komen met regen- of grondwater komen er zware metalen via ‘uitspoelwater’ in de bodem of het oppervlaktewater terecht. Dit rapport laat nieuwe inzichten zien, o.a. dat deze uitloging in de praktijk mogelijk groter is dan dat op laboratoriumschaal aangetoond wordt en dat de uitloging ook langer door gaat dan eerder werd verondersteld.

Rijkswaterstaat heeft in het verleden diverse onderzoeken uitgevoerd naar de effecten van uitloging van staalslakken op organismen in de Oosterschelde. Het RIVM rapport geeft echter aanleiding tot nieuwe vragen over de mogelijke gevolgen van de toepassing van staalslakken in de Zeeuwse deltawateren. De Vereniging van Beroepsvissers OWV (Oosterschelde, Westerschelde, Voordelta) en de Producentenorganisatie voor de Nederlandse Mosselcultuur hebben in het verleden reeds hun zorgen geuit over het gebruik van staalslakken in de Oosterschelde. OWV heeft Rijkswaterstaat bijvoorbeeld verzocht ander materiaal te gebruiken (grove stenen) omdat dat een habitat voor kreeften creëert. Staalslakken kleven samen, waardoor het habitat van kreeften verdwijnt.

Het bestaande wettelijk kader (Besluit bodemkwaliteit) staat toepassing van staalslakken in de Oosterschelde toe. Nu er onzekerheid bestaat over de uitloging en mogelijke effecten daarvan op het Natura 2000- gebied en ons grootste Nationaal Park Oosterschelde, is het wat ons betreft evident dat toepassing uit voorzorg voorlopig gestaakt wordt.

Rijkswaterstaat heeft ons laten weten dat zij dit najaar een expertsessie organiseren. Verwachting is dat die sessie meer duidelijkheid biedt over de mogelijke gevolgen van de nieuwe inzichten en dat dit leidt tot een passend vervolg daarop.

Wij verzoeken u dan ook om in afwachting van de uitkomsten van de expertsessie en mogelijke vervolgsessies de toepassing van staalslakken in de Oosterschelde uit voorzorg te staken.

Met vriendelijke groet,

Gedeputeerde Staten van Zeeland,

drs. J.M.M. Polman
Voorzitter

drs. M.C.J. Franken
Secretaris-algemeen directeur

Noem in uw contact met ons steeds het zaaknummer. Dit staat bovenaan deze brief.

Gedeputeerde Staten

Abdij 6 4331BK Middelburg
Postbus 6001 4330 LA Middelburg
+31 118631011
IBAN NL08 BNGH 0285010557

Provinciale Staten van de Provincie Zeeland
t.a.v de voorzitter
Postbus 6001
4330 LA Middelburg

Onderwerp	Zaaknummer	Behandeld door	Verzonden
Toepassen van staalslakken	360197		

Middelburg, 6 september 2023

Geachte voorzitter,

Hierbij bieden wij u ter informatie de brief aan die wij aan de staatssecretaris hebben verzonden. Met deze brief dringen wij er op aan de toepassing van staalslakken in de Oosterschelde uit voorzorg voorlopig te staken.

Volledigheidshalve verwijzen wij u naar bijgevoegde brief.

Met vriendelijke groet,

Gedeputeerde Staten van Zeeland,

drs. J.M.M. Polman
Voorzitter

drs. M.C.J. Franken
Secretaris-algemeen directeur

Bijlagen:
1. GS brief aan Staatssecretaris over staalslakken

Noem in uw contact met ons steeds het zaaknummer. Dit staat bovenaan deze brief.

Gedeputeerde Staten

Provincie Zeeland

Abdij 6 4331BK Middelburg
Postbus 6001 4330 LA Middelburg
+31 1[redacted]
IBAN NL08 BNGH 0285010557

Provinciale Staten van de Provincie Zeeland
t.a.v. de Statengriffie

Onderwerp	Zaaknummer	Behandeld door	Verzonden
Toepassen van staalslakken	360197	[redacted] +31 6 [redacted]	

Middelburg, 12 september 2023

Geachte voorzitter,

Hierbij bieden wij u ter informatie de brief aan die wij aan de staatssecretaris hebben verzonden. Met deze brief dringen wij er op aan de toepassing van staalslakken in de Oosterschelde uit voorzorg voorlopig te staken.

Volledigheidshalve verwijzen wij u naar bijgevoegde brief.

Met vriendelijke groet,

Gedeputeerde Staten van Zeeland,

[redacted]

drs. J.M.M. Polman, voorzitter

[redacted]

drs. M.C.J. Franken, secretaris-algemeen directeur

Bijlagen:
1. GS brief aan Staatssecretaris over staalslakken

Noem in uw contact met ons steeds het zaaknummer. Dit staat bovenaan deze brief.

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

Gedeputeerde Staten

Provincie Zeeland

Abdij 6 4331BK Middelburg
Postbus 6001 4330 LA Middelburg
+31 118631011
IBAN NL08 BNGH 0285010557

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat
T.a.v. mevrouw V.L.W.A. Heijnen
Postbus 20901
2500 EX Den Haag

Onderwerp	Zaaknummer	Behandeld door	Verzonden
Toepassing van staalslakken	360197	[redacted] +31 6 [redacted]	

Middelburg, 12 september 2023

Geachte mevrouw Heijnen,

Met deze brief dringen wij erop aan het toepassen van staalslakken in de Oosterschelde voorlopig te staken, in afwachting van nadere beoordeling van nieuwe inzichten over uitloging van dit materiaal.

Het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) publiceerde in april 2023 een rapport waaruit blijkt dat het gebruik van staalslakken - een restproduct bij het maken van staal – mogelijk meer effecten heeft dan aanvankelijk werd gedacht. Als staalslakken in contact komen met regen- of grondwater komen er zware metalen via 'uitspoelwater' in de bodem of het oppervlaktewater terecht. Het rapport laat onder meer zien dat deze uitloging in de praktijk mogelijk groter is dan dat op laboratoriumschaal aangetoond wordt en dat de uitloging ook langer doorgaat dan eerder werd verondersteld.

Rijkswaterstaat heeft in het verleden diverse onderzoeken uitgevoerd naar de effecten van uitloging van staalslakken op organismen in de Oosterschelde. Het RIVM-rapport geeft echter aanleiding tot nieuwe vragen over de mogelijke gevolgen van de toepassing van staalslakken in de Zeeuwse deltawateren. De Vereniging van Beroepsvissers OWV (Oosterschelde, Westerschelde, Voordelta) en de Producentenorganisatie voor de Nederlandse Mosselcultuur hebben in het verleden reeds hun zorgen geuit over het gebruik van staalslakken in de Oosterschelde. OWV heeft Rijkswaterstaat bijvoorbeeld verzocht ander materiaal te gebruiken (grove stenen) omdat dat een habitat voor kreeften creëert. Staalslakken kleven samen, waardoor het leefgebied van kreeften verdwijnt.

Het bestaande wettelijk kader (Besluit bodemkwaliteit) staat toepassing van staalslakken in de Oosterschelde toe. Nu er onzekerheid bestaat over de uitloging en mogelijke effecten daarvan op het Natura 2000-gebied Nationaal Park Oosterschelde, is het wat ons betreft evident dat toepassing uit voorzorg voorlopig gestaakt wordt.

Rijkswaterstaat heeft ons laten weten dat het dit najaar een expertsessie organiseert. Verwachting is dat die sessie meer duidelijkheid biedt over de mogelijke gevolgen van de nieuwe inzichten en dat dit leidt tot een passend vervolg daarop.

Wij verzoeken u dan ook om in afwachting van de uitkomsten van de expertsessie en mogelijke vervolgsessies de toepassing van staalslakken in de Oosterschelde uit voorzorg te staken.

Met vriendelijke groet,

Gedeputeerde Staten van Zeeland,



drs. J.M.M. Polman, voorzitter



drs. M.C.J. Franken, secretaris-algemeen directeur

Noem in uw contact met ons steeds het zaaknummer. Dit staat bovenaan deze brief.

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

Annotatie

Telefoongesprek met [redacted] van Rijkswaterstaat

Maandag 4 september 16:45-17:00

Onderwerp: Staalslakken

Aanleiding:

Er is weer volop aandacht voor de toepassing van staalslakken in (met name) de Oosterschelde. Dit naar aanleiding van het verschijnen van een onderzoeksrapportage van RIVM in april en art.44 vragen de Statenfracties PvdA-GL en SGP.

GS heeft per brief van 20 juli 2023 bij RWS aangedrongen om het toepassen van staalslakken te heroverwegen. Dit op basis van het voorzorgprincipe, nu uit het RIVM rapport blijkt dat uitloging van zware metalen in de praktijk mogelijk groter is en langer doorgaat dan tot nu toe werd aangenomen.

Voor de beantwoording van vervolgvragen hebben wij ambtelijk contact gezocht met RWS. Daarbij bleek dat RWS een expertsessie in oktober organiseert. We hebben gevraagd wat het doel van deze sessie is en welke vervolgstappen daarna zouden kunnen worden verwacht. RWS heeft hierover nog geen mededeling gedaan en aangegeven dat zij hierover eerst een gesprek op bestuurlijk niveau willen hebben.

Inhoudelijk:

- De toepassing van staalslakken in civieltechnische werken past binnen het geldende wettelijke kader.
- Bij het toepassen in de Oosterschelde en Westerschelde is er sprake van een grote verdunning door de hoeveelheden water die met eb en vloed over de slakken stroomt. Uitlogende metalen komen daardoor niet in de onderliggende waterbodem en het grondwater terecht. Maar wel in het oppervlaktewater. Het eerdere onderzoek van WMR toont aan dat de vrijgekomen stoffen zich niet ophopen in de planten en dieren in de buurt van de stortlocaties.

- RIVM heeft een literatuur studie gedaan naar de toepassing van staalslakken (april 2023). In het rapport is aangegeven dat uitloging plaatsvindt van zware metalen als staalslakken in contact komen met water. Daarnaast heeft het uitspoelwater ook een lage zuurgraad. Met name zandbodems zijn hiervoor gevoelig. Dit is overigens geen nieuwe informatie.
- *Wat wel nieuw is:* de uitloging zou langer door gaan dan tot nu toe werd aangenomen.
- *Wat ook nieuw is:* uit het RIVM rapport blijkt dat gemeten concentraties schadelijke stoffen in het uitspoelwater van laboratorium testen anders (lager) zijn dan op locaties waar de staalslakken in de praktijk zijn gebruikt. RIVM geeft aan dat het belangrijk is om te onderzoeken of de testen die hiervoor wettelijk zijn voorgeschreven, nog wel geschikt zijn.

- Vanuit het voorzorg principe is het niet gewenst bouwstoffen toe te passen waaruit langere tijd ongewenste stoffen lekken wanneer niet precies bekend is hoeveel en hoelang dergelijke stoffen vrijkomen.

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

Annotatie Staalslakken

Aanleiding:

Er is weer volop aandacht voor de toepassing van staalslakken in (met name) de Oosterschelde. Dit naar aanleiding van het verschijnen van een onderzoeksrapportage van RIVM in april en art.44 vragen de Statenfracties PvdA-GL en SGP.

GS heeft per brief van 20 juli 2023 bij RWS aangedrongen om het toepassen van staalslakken te heroverwegen. Dit op basis van het voorzorgprincipe, nu uit het RIVM rapport blijkt dat uitloging van zware metalen in de praktijk mogelijk groter is en langer doorgaat dan tot nu toe werd aangenomen.

Voor de beantwoording van vervolgvragen hebben wij ambtelijk contact gezocht met RWS. Daarbij bleek dat RWS een expertsessie in oktober organiseert.

Na een telefonisch onderhoud tussen Dick van der Velde en de staatssecretaris, mevrouw Heijnen heeft GS op 12 september een brief aan de Staatssecretaris gestuurd. Hierin verzoekt GS om in afwachting van de uitkomsten van de expertsessie voorlopig met de toepassing van staalslakken te stoppen.

Inhoudelijk:

- De toepassing van staalslakken in civieltechnische werken past binnen het geldende wettelijke kader.
- Bij het toepassen in de Oosterschelde en Westerschelde is er sprake van een grote verdunning door de hoeveelheden water die met eb en vloed over de slakken stroomt. Uitlogende metalen komen daardoor niet in de onderliggende waterbodem en het grondwater terecht. Maar wel in het oppervlaktewater. Het eerdere onderzoek van WMR toont aan dat de vrijgekomen stoffen zich niet ophopen in de planten en dieren in de buurt van de stortlocaties.

- RIVM heeft een literatuur studie gedaan naar de toepassing van staalslakken (april 2023). In het rapport is aangegeven dat uitloging plaatsvindt van zware metalen als staalslakken in contact komen met water. Daarnaast heeft het uitspoelwater ook een lage zuurgraad. Met name zandbodems zijn hiervoor gevoelig. Dit is overigens geen nieuwe informatie.
- *Wat wel nieuw is:* de uitloging zou langer door gaan dan tot nu toe werd aangenomen.
- *Wat ook nieuw is:* uit het RIVM rapport blijkt dat gemeten concentraties schadelijke stoffen in het uitspoelwater van laboratorium testen anders (lager) zijn dan op locaties waar de staalslakken in de praktijk zijn gebruikt. RIVM geeft aan dat het belangrijk is om te onderzoeken of de testen die hiervoor wettelijk zijn voorgeschreven, nog wel geschikt zijn.

- Vanuit het voorzorg principe is het niet gewenst bouwstoffen toe te passen waaruit langere tijd ongewenste stoffen lekken wanneer niet precies bekend is hoeveel en hoelang dergelijke stoffen vrijkomen.

J heeft haar vragen nog wat verduidelijkt. Kunnen jullie de mondelinge beantwoording voor aanstaande vrijdag voorbereiden?

* allereerst graag een beknopte terugmelding van de resultaten van de expertsessie
* de staalslakken vergruizen in de loop der tijd en verspreiden zich in de omgeving. Hoe is dat te rijmen met de vereiste terugneembaarheid uit het bouwbesluit? (https://www.bodemplus.nl/onderwerpen/wet-regelgeving/bbk/vragen/bouwstoffen-algemeen/faq/welke-voorwaarden/)
* waarom is er geen lozingsvergunning vereist voor het storten van staalslakken, aangezien de uitloging van materialen gelijk staat aan het lozen van verontreinigde stoffen op de Westerschelde; iets waar bedrijven wel vergunningplichtig voor zijn?
* we hebben gehoord dat er nog onverklaarbare mosselsterfte optreedt in de buurt van de staalslakken. Wat is hierover bekend? Betekent dat niet dat we het voorzorgsbeginsel moeten hanteren en deze materialen niet moeten gebruiken?
* We hebben begrepen dat RWS mogelijkerwijs staalslakken wil gaan gebruiken in de Westerschelde. Wat vindt GS hiervan? Zit er niet al genoeg rommel in de WS zonder dat we er nog bij gaan storten?
* wat zijn de alternatieven, wat is de meerprijs en hoe groot is het prijsverschil in verhouding tot de kosten van het totale werk?
* is er een overzicht van de hoeveelheid staalslakken die tot op heden is gebruikt in de Deltawateren en het verwachtte gebruik in aankomende projecten?
* is bekend in hoeverre de mogelijke toepassing van staalslakken in de deltawateren de doelstellingen van de KRW in de weg staat op gebied van waterkwaliteit?

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

Annotatie Staalslakken

* allereerst graag een beknopte terugmelding van de resultaten van de expertsessie

Dinsdag 9 november vond de expertsessie staalslakken plaats die door RWS was georganiseerd. Het verslag en de presentaties worden nog toegestuurd. Het doel van de dag was om ervoor te zorgen dat iedereen eenzelfde kennisniveau heeft over het onderwerp.

De sessie was goed bezocht. Er waren mensen aanwezig vanuit de schelpdiersector, diverse mensen van de ZMF, terreinbeheerders en natuur NGO's, RIVM, ministerie I&W en diverse specialisten vanuit Universiteiten zoals [redacted], [redacted], [redacted], etc.

Presentaties
In de ochtend waren er presentaties van I&W, RIVM, WMR en RWS. Dat ging met name over het wettelijk kader. De technische achtergrond van het wettelijke kader dat nog uit 2008 stamt wordt op dit moment herzien door het RIVM en een aantal andere partijen (oplevering in 2026).

Het RIVM gaf aan dat er voor uitloging van bouwstoffen in grote wateren met veel doorstroming niets zal veranderen. De modellen laten nog steeds zien dat door de verdunning er geen significante effecten zijn op mens of milieu.

Het RIVM gaf ook heel stellig aan dat het rapport dat de commotie (en de vragen bij ons) heeft veroorzaakt alleen betrekking heeft op het verkeerd toepassen op land of bij stilstaande kleine zoete wateren (niet goed afdekken of onder de grondwaterspiegel aanleggen). En de conclusies dus niets te maken hebben met het toepassen in de Oosterschelde en Westerschelde.

Discussie
In de middag was er een discussieronde. Er lijkt toch een spanningsveld te bestaan tussen het benutten van afvalproducten en de effecten op mens en milieu. Het wettelijk kader en alle studies tot nu toe tonen aan dat er geen significante effecten zijn. Maar een groot deel van de bezoekers vroeg zich toch af of het verstandig is om miljoenen tonnen in natuurgebieden te storten.

Het verslag van de expertsessie volgt en belangrijk is ook wat de experts gezegd hebben / ergo wat nu de (formele) uitkomst is en ook wat het vervolg wordt. Voorstel is om onderstaande vragen nog niet te beantwoorden en eerst het verslag af te wachten.

* we hebben gehoord dat er nog onverklaarbare mosselsterfte optreedt in de buurt van de staalslakken. Wat is hierover bekend? Betekent dat niet dat we het voorzorgsbeginsel moeten hanteren en deze materialen niet moeten gebruiken?

U weet dat GS RWS heeft verzocht om uit voorzorg toepassing van staalslakken (in de Oosterschelde) te staken.

Wageningen Marine Research heeft in het verleden de monitoring gedaan in de Oosterschelde op diverse stortlocaties en ook hebben zij middels mesocosm studies aangetoond dat er zelfs bij extreem lage verversing van de Oosterschelde nog steeds geen significant negatieve effecten zijn op de waterkwaliteit en de ecologie.

Over onverklaarbare mosselsterfte is mij niets bekend

* We hebben begrepen dat RWS mogelijkerwijs staalslakken wil gaan gebruiken in de Westerschelde. Wat vindt GS hiervan? Zit er niet al genoeg rommel in de WS zonder dat we er nog bij gaan storten?

Uit de expertsessie bleek dat toepassing van staalslakken mag en RIVM dat ook nog steeds verantwoord vindt.

* wat zijn de alternatieven, wat is de meerprijs en hoe groot is het prijsverschil in verhouding tot de kosten van het totale werk?

Tijdens de expertsessie werd aangegeven dat het prijsverschil tussen staalslakken en primaire stenen 20% is (staalslakken zijn 20% goedkoper).

* is er een overzicht van de hoeveelheid staalslakken die tot op heden is gebruikt in de Deltawateren en het verwachtte gebruik in aankomende projecten?

Nee, dat overzicht is er niet. in de beantwoording van uw schriftelijke vragen is dat al aangegeven. Dat komt omdat toepassing van staalslakken niet meldingsplichtig is.

* is bekend in hoeverre de mogelijke toepassing van staalslakken in de deltawateren de doelstellingen van de KRW in de weg staat op gebied van waterkwaliteit?

Mij niet bekend

* de staalslakken vergruizen in de loop der tijd en verspreiden zich in de omgeving. Hoe is dat te rijmen met de vereiste terugneembaarheid uit het bouwbesluit? (https://www.bodemplus.nl/onderwerpen/wet-regelgeving/bbk/vragen/bouwstoffen-algemeen/faq/welke-voorwaarden/)

Mij niet bekend

* waarom is er geen lozingsvergunning vereist voor het storten van staalslakken, aangezien de uitloging van materialen gelijk staat aan het lozen van verontreinigde stoffen op de Westerschelde; iets waar bedrijven wel vergunningplichtig voor zijn?

Dat is aan Rijkswaterstaat.

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

MEMO Beantwoorden vragen staalslakken
5 juli 2024

Beantwoorden vragen afkomstig van Mw. Flameling (PvdA/GroenLinks)

1. Zijn er nog lopende onderzoeken over de milieu-, natuur- en/of gezondheidseffecten van staalslakken in het zoute milieu?
   Antwoord:
   Er is op dit moment nog 1 lopend onderzoek, waarbij men het normenkader voor het (hergebruik) van secundaire bouwstoffen (waaronder staalslakken) evalueert. [redacted], [redacted], [redacted], [redacted] (2024). Ons is niet bekend wanneer dit onderzoek opgeleverd wordt.

   In onze brief van 21-05-2024 hebben wij aan minister Harbers om een overzicht van lopende onderzoeken gevraagd.
   In bijlage 2 bij deze memo is een opsomming gegeven van alle afgeronde en lopende onderzoeken. Deze zullen we nog delen met PS (na het zomerreces).

2. Zo ja, wanneer kunnen we de uitslagen van deze onderzoeken verwachten?
   Antwoord:
   Zie hiervoor antwoord op vraag 1.

3. Zijn er ook onderzoeken over de brede effecten van staalslakken op onderwater-organismen in het algemeen? Zo nee, is GS met ons eens dat deze onderzoeken er zouden moeten zijn?
   Antwoord:
   Die onderzoeken zijn er (zie bijlage 2). De vraag om alle onderzoeken te delen met GS van Provincie Zeeland is recent aan minister Harbers gesteld naar aanleiding van de ingediende motie. In bijlage 2 is de opsomming van alle lopende en afgeronde onderzoeken gegeven.

4. Indien er in de toekomst door voortschrijdend inzicht toch negatieve effecten van staalslakken blijken te zijn, zijn de reeds gestorte staalslakken dan terugwinbaar?
   Antwoord:
   Deze vraag hebben we bij Rijkswaterstaat neergelegd. Rijkswaterstaat is van mening dat deze reeds gestorte staalslakken terugwinbaar zijn, dit is ook een wettelijke vereiste voor de toepassing van zogenoemde secondaire bouwstoffen, waar staalslakken ook onder vallen.

   Daarnaast zijn er ambtelijk vragen gesteld aan Rijkswaterstaat over de mate van verspreiding/vergruizen van staalslakken, deze staalslakken worden ook soms op de stranden van Walcheren en Schouwen-Duiveland aangetroffen. We hebben Rijkswaterstaat gevraagd om nader te onderzoeken of verspreiding/vergruizing plaatsvindt of plaats kan vinden.

5. Indien er nog lopende onderzoeken zijn, is GS bereid om bij de minister aan te dringen af te zien van het gebruik van staalslakken totdat de uitslagen bekend zijn?
   Antwoord:
   Dat hebben we al gedaan in de recent aan minister Harbers toegezonden brief over dit onderwerp, naar aanleiding van een ingediende motie.

Ons verzoek heeft echter niet geleid tot een algeheel verbod op het toepassen van staalslakken in de Deltawateren. Gezien de reactie van minister Harbers (bijlage 1) denken wij dat een dergelijk verbod er op de korte termijn dan ook niet zal komen.

Bijlage 1: Reactie van minister Harbers naar aanleiding van ons schrijven van 21-05-2024

Brief van minister Harbers is als aparte PDF bij deze memo gevoegd.

Bijlage 2: overzicht van uitgevoerde en afgeronde onderzoeken in opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat naar de impact van staalslakken op de zoute onderwaternatuur

Lopend onderzoek

[redacted] (2024). Evaluatie normeringkader (her)gebruik secundaire bouwstoffen. RIVM Rapport 2024-0074.

Uitgevoerd onderzoek

[redacted] (2021). Monitoring van de vooroevers in de Oosterschelde en de Westerschelde: in- en epifauna en sedimentkarakteristieken van VOV-locaties (cluster 2.2 en 3.0); WMR rapport C075/21

[redacted] en [redacted] (2021). Leaching of metals from steel slag and their ecologicat effects on a marine ecosystem: Validating field data with mesocosm observations. Environmental toxicology 40:2499-2509.

[redacted] en [redacted] (2016). Uitloging en effecten van metalen uit staalslakken beoordeeld in mesocosms. IMARES, Den Helder. Rapport nummer: C063/16. 102 paginas.

[redacted] en [redacted] (2016). Gehalte aan zware metalen in biota op stort en referentielocaties in de Oosterschelde. IMARES. Rapport nummer: C081/16. 32 paginas.

[redacted] en [redacted] (2013). Variatie gehalte zware metalen op locatie Zeelandbrug en toxiciteit molybdeen – data rapport. IMARES. Rapport nummer: C105/13. 24 paginas.

[redacted] en [redacted] (2015). Gehaltes aan zware metalen In biota op stort- en referentielocaties in de Oosterschelde & Westerschelde. Data rapport 2014. IMARES. Rapport nummer: C079/15. 91 paginas.

[redacted] en [redacted] (2014). Variatie en trend van de gehaltes zware metalen op locatie Zeelandbrug Data rapport 2013. IMARES, Yerseke. Rapport nummer: C055/14. 26 paginas.

[redacted] en [redacted] (2016a). Effect van vooroeververdediging op bodemorganismen in Oosterschelde en Westerschelde in 2014. Wageningen Marine REsearch. Rapport nummer: C116/15. 81 paginas.

[redacted] en [redacted] (2017). Ontwikkeling epifauna, infauna en kreeften (TO, TI, T2) op een ecologisch aantrekkelijke vooroeverbestorting (Schelphoek, Oosterschelde). Monitoring Building for Nature proefvak Schelphoek. Wageningen Marine Research. Rapport nummer: C039/17. 69 paginas.

[redacted] en [redacted] (2015). Inventarisatie van dichtheden van kreeften op zowel bestorte als niet recentelijk bestorte vooroevers in de Oosterschelde. IMARES. 3 paginas.

[redacted] en [redacted] (2015a). Bepaling zware metalen In kreeften op nieuwe vooroevers in de Oosterschelde. IMARES. Rapport nummer: C039/15. 32 paginas. OPENBAAR Pagina 4 van 5

[redacted] en [redacted] (2016b). Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde 2015. Locaties: Zeelandbrug en Lokkersnol. Wageningen Marine Research. Rapport nummer: C089/16. 86 paginas.

[redacted] M., [redacted], [redacted], [redacted] en [redacted] (2015b). Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde en Westerschelde 2014. IMARES. Rapport nummer: C102/15. 141 paginas. Wageningen Marine Research rapport C025/24 | 21 van 23

[redacted], [redacted], [redacted], [redacted], & [redacted] (2015) Data rapport: Effect van vooroeververdediging op bodemorganismen in Oosterschelde in 2015. Research report WMR C013/17;

[redacted], [redacted], [redacted] en [redacted] (2014). Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde 2013. IMARES. Rapport nummer: C102/14. 62 paginas.

[redacted], [redacted], [redacted], [redacted] (2016) Kolonisatie van bodemgemeenschappen van zacht substraat in de Oosterschelde en Westerschelde na uitvoering van vooroeververdediging. WMR notitieeindversie 2016-04-26.

[redacted], [redacted], [redacted], [redacted], [redacted], [redacted] en [redacted] (2012). Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde en Westerschelde 2011: T2 Cluster 1. Wageningen IMARES. Rapport nummer: C081/12. 69 paginas.

[redacted], [redacted], [redacted], [redacted], [redacted] en [redacted] (2011). Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde 2010: TI Cluster 1 / TO Cluster 2. Wageningen IMARES. Rapport nummer: C029/11. 69 paginas.

[redacted] (2009). TO monitoring vooroeververdediging Oosterschelde; cluster 1 2009. Wageningen IMARES. Rapport nummer: C137/09. 35 paginas.

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

Annotatie werkbezoek staatssecretaris 4 maart

Onderwerp: Staalslakken

Let op: goed schoeisel met profiel aan doen voor een wandeling buiten.

De Zeeuwse milieufederatie heeft dit werk bezoek georganiseerd in samenwerking met Rijkswaterstaat.

Insteek van de ZMf is de zorgen te delen die er leven over toepassing van staalslakken. Zorgen gaan over:

- voorzorg ten aanzien van uitloging i.v.m. onbekende effecten op natuur
- de vernietiging van natuur direct na toepassing (verlies van schuilplaatsen voor de kreeft bijvoorbeeld)
- terugneembaarheid versus vergruizen

Insteek vanuit Rijkswaterstaat is te laten zien dat er aandacht is bij het ministerie voor de zorgen, maar ook te communiceren dat er op basis van wetenschappelijk onderzoek geen reden is om van toepassing van staalslakken af te zien. Dat is ook de strekking geweest van de expertsessie op 9 januari.

Voorstel inzet Provincie:

1. Voorstel is om vanuit de provincie enerzijds te benadrukken dat we het belangrijk vinden dat toepassingen uit voorzorg gestopt worden**. Verwijs naar onze brief met deze oproep aan de Staatssecretaris. Insteek is dan: als we niet precies weten of toepassing effecten heeft op waterkwaliteit of ecologie, doe het dan niet.**
2. Anderzijds is het voorstel om kritisch te zijn op de stelling van RWS dat staalslakken na toepassing stabiel blijven en zich niet verspreiden. **Roep RWS op om hier gericht onderzoek naar te laten doen** (dat is er nu nog niet voor zover wij weten).

Het wetenschappelijk onderzoek dat er tot nu toe is, wijst er op dat toepassing geen effect heeft als gevolg van uitloging.

De vernietiging van natuurwaarden direct na toepassing mitigeert RWS (soms) door een extra laag breuksteen toe te passen, waardoor er nieuwe schuilplekken worden gecreëerd.

Bijlage:

- concept antwoorden art. 44 vragen PvDA-GL over staalslakken

- GS- brief aan Staatssecretaris over voorzorgprincipe staalslakken

Verslag

Bestuurlijk overleg Provincie Zeeland/ Rijkswaterstaat Zee & Delta inzake PFAS

Datum bespreking	13 maart 2024
Tijdstip	14:15-15:15
Locatie	Admiraliteitszaal, Abdij Middelburg
Deelnemers	[redacted], Dick van der Velde, [redacted],

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

7. Rondvraag

Er wordt nog kort stilgestaan bij het bezoek van de staatssecretaris over toepassing van staalslakken. Over het algemeen was het een prima bijeenkomst, hoewel teleurstelling bij natuur en vissers blijft in verband met het niet indrukken pauze knop.

[redacted]

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

T

Valt buiten de reikwijdte van het verzoek

Annotatie Trila Water



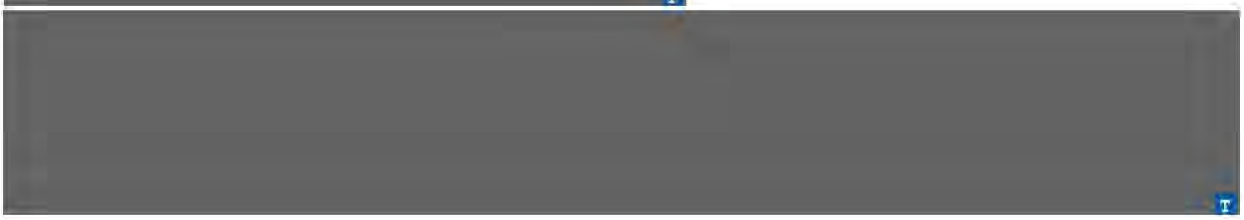






















Staalslakken

Actualiteit:

De toepassing van staalslakken in waterstaatkundige werken zorgt met enige regelmaat voor commotie. In de media is recent weer aandacht geweest voor de tegenvallende vangst van kreeften en de conditie van kreeften uit de Oosterschelde. In de media is dat geframed als ware dat mogelijk een gevolg van het gebruik van staalslakken. Intussen is duidelijk dat dit niet klopt.
Wel is een motie unaniem aangenomen door Provinciale Staten waarin GS verzocht wordt aan de minister en de Tweede Kamer opnieuw te vragen actie te ondernemen en onmiddellijk te stoppen met het storten van staalslakken door Rijkswaterstaat in alle Deltawateren, zolang de uitslagen van de onderzoeken naar het uitlogen van schadelijke stoffen vanuit de staalslakken nog niet afgerond zijn en nog niet bekend is wat de oorzaak is van de schelp- en schaaldiersterfte.
Deze brieven zijn geagendeerd voor GS van 21 mei.

Korte tijdlijn:

- **GS Brief aan Rijkswaterstaat 20 juli 2023:** *GS dringen aan het toepassen van staalslakken te heroverwegen en het gesprek aan te gaan voor het behoud van onze natuurwaarden.*
- **GS Brief aan Staatssecretaris 12 september 2023:** *GS verzoekt Staatssecretaris om in afwachting van de uitkomsten van de expertsessie en mogelijke vervolgsessies de toepassing van staalslakken in de Oosterschelde uit voorzorg te staken*
- **Expertsessie 9 januari 2024:** *Onafhankelijk wetenschappelijk onderzoek heeft geen negatieve effecten aangetoond van toepassing van staalslakken. Niet op de waterkwaliteit, noch op de ecologie.*
- **Bijeenkomst van ZMf met Staatssecretaris op 4 maart 2024:** *GS heeft de Staatssecretaris opnieuw gevraagd vervolgonderzoek te doen. De Staatssecretaris heeft aangekondigd dat er onderzoek komt, maar onduidelijk is wat dat onderzoek precies inhoud en wat de planning is.*

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.



Valt buiten de reikwijdte van het verzoek

Gedeputeerde Staten

Provincie Zeeland
Abdij 6 4331BK Middelburg
Postbus 6001 4330 LA Middelburg
+31 118631011
IBAN NL08 BNGH 0285010557

Provinciale Staten van Zeeland
t.a.v de voorzitter
Postbus 6001
4330 LA Middelburg

Onderwerp	Zaaknummer	Behandeld door	Verzonden
Motie staalslakken in Deltawateren	448835	[redacted] +31 6 [redacted]	

Middelburg, 21 mei 2024

Geachte voorzitter,

Hierbij bieden wij u ter informatie de brieven aan die wij aan zowel Minister Harbers (I&W) als aan de Tweede Kamer Commissie I&W hebben verzonden. Met beide brieven geven we uitvoering aan de motie staalslakken in Deltawateren van 19-02-2024. Zie hiervoor de volgende bijlagen:

1. Brief aan minister I&W;
2. Brief aan de Tweede Kamer Commissie I&W;
3. Motie 5 (2e herziening) van 19-04-2024.

Met vriendelijke groet,

Gedeputeerde Staten van Zeeland,

[redacted]

drs. J.M.M. Polman
Commissaris van de Koning

[redacted]

drs. M.C.J. Franken
Secretaris-algemeen directeur

Bijlagen:
1. GS brief aan Minister van I&W naar aanleiding van motie staalslakken
2. GS brief aan Tweede Kamer naar aanleiding van motie staalslakken

Noem in uw contact met ons steeds het zaaknummer. Dit staat bovenaan deze brief.

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

Gedeputeerde Staten

Provincie Zeeland

Abdij 6 4331BK Middelburg
Postbus 6001 4330 LA Middelburg
+31 1 [redacted]
IBAN NL08 BNGH 0285010557

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat
T.a.v. de heer Harbers
Postbus 20901
2500 EX Den Haag

Onderwerp	Zaaknummer	Behandeld door	Verzonden
Gebruik staalslakken in de Deltawateren	448835	[redacted] +31 6 [redacted]	

Middelburg, 21 mei 2024

Geachte heer Harbers,

Op 12-09-2023 heeft de staatssecretaris een eerder schrijven van ons ontvangen (kenmerk/zaaknummer 360197) waarin we hebben verzocht om het gebruik van staalslakken op te schorten totdat (lopende) onderzoeken uitwijzen dat het toepassen van staalslakken in de Deltawateren geen nadelige effecten hebben.

In Zeeland zijn er nog steeds grote zorgen over de toepassing van staalslakken in de Deltawateren. We roepen u langs deze weg nogmaals op om:

- Onmiddellijk te stoppen met het toepassen van staalslakken in alle Deltawateren;
- Pas nieuwe toepassingen uit te voeren of toe te staan nadat de onderzoeken zijn afgerond en daaruit blijkt dat uitlogen van schadelijke stoffen vanuit de staalslakken onomstotelijk niet tot milieu-effecten leidt;
- Een overzicht van alle lopende en uitgevoerde onderzoeken naar de impact van staalslakken op de zoute onderwaternatuur te verstrekken aan zowel de Tweede Kamer als aan ons;
- Verder al het nodige te doen om zorg te dragen voor een duurzame en schone Delta.

Wij zien uw reactie graag tegemoet.

Met vriendelijke groet,

Gedeputeerde Staten van Zeeland,

[redacted]

drs. J.M.M. Polman
Voorzitter

[redacted]

drs. M.C.J. Franken
Secretaris-algemeen directeur

Noem in uw contact met ons steeds het zaaknummer. Dit staat bovenaan deze brief.

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

Gedeputeerde Staten

Provincie Zeeland

Abdij 6 4331BK Middelburg
Postbus 6001 4330 LA Middelburg
+31 118631011
IBAN NL08 BNGH 0285010557

Tweede Kamer Commissie I&W
T.a.v. Griffie van de Commissie I&W
Postbus 20018
2500 EA Den Haag

Onderwerp	Zaaknummer	Behandeld door	Verzonden
Stop gebruik staalslakken in Oosterschelde	448835	[redacted] J +31 6 [redacted] J	

Middelburg, 21 mei 2024

Geachte Commissieleden,

Op 19 juni vergadert uw Commissie over de leefomgeving. Onder andere het versterken van toezicht en handhaving op toepassing staalslakken staat hier geagendeerd. Op 12-09-2023 heeft de staatssecretaris een eerder schrijven van ons ontvangen (met kenmerk/zaaknummer 360197) waarin we hebben verzocht om het gebruik van staalslakken op te schorten totdat lopende onderzoeken uitwijzen dat het toepassen van staalslakken in Deltawateren geen nadelige effecten hebben.

In Zeeland zijn er nog steeds grote zorgen over de toepassing van staalslakken in de Deltawateren. Recent heeft Provinciale Staten unaniem een motie aangenomen om de Tweede Kamer op te roepen om onmiddellijk te stoppen met het storten van staalslakken door RWS in alle Deltawateren, en zorg te dragen voor een schone en duurzame Delta. We roepen u langs deze weg nogmaals op om:

- Onmiddellijk te stoppen met het toepassen van staalslakken in alle Deltawateren;
- Pas nieuwe toepassingen van staalslakken in Deltawateren uit te voeren of toe te staan nadat de onderzoeken zijn afgerond en daaruit blijkt dat uitlogen van schadelijke stoffen vanuit de staalslakken onomstotelijk niet tot milieu-effecten leidt;
- Verder al het nodige te doen om zorg te dragen voor een duurzame en schone Delta.

Bovengenoemde punten zijn tevens opgenomen in een schrijven aan minister Harbers van het Ministerie van I en W, dat gelijktijdig met dit schrijven wordt verzonden. Aan minister Harbers is tevens gevraagd:

- Een overzicht te geven aan zowel Gedeputeerde Staten van Provincie Zeeland als aan de Tweede Kamer van alle lopende en uitgevoerde onderzoeken naar de impact van staalslakken op de zoute onderwaternatuur.

Wij roepen dan ook op om extra kritisch te zijn op de toepassing van staalslakken en vragen u met klem om dit bij het commissiedebat leefomgeving op 19 juni aan de orde te stellen.

Met vriendelijke groet,

Gedeputeerde Staten van Zeeland,



drs. J.M.M. Polman
Voorzitter



drs. M.C.J. Franken
Secretaris-algemeen directeur

Noem in uw contact met ons steeds het zaaknummer. Dit staat bovenaan deze brief.

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

Ministerie van Infrastructuur
en Waterstaat

Bestuurskern
Dir.Bodem, Ruimte en Klimaatadaptatie
Bodem

Den Haag
Postbus 20901
2500 EX Den Haag

Ons kenmerk
IenW/BSK-2024/176837

Bijlage(n)
1

> Retouradres Postbus 20901 2500 EX Den Haag

OPENBAAR
Aan: Gedeputeerde Staten van de provincie Zeeland
T.a.v. drs. J.J.M. Polman, voorzitter
Postbus 6001
4330 LA Middelburg

Afschrift aan: Zeeuwse Milieufederatie en Tweede Kamer

Datum 25 juni 2024
Betreft Toepassing van staalslakken in de Deltawateren (uw zaaknummer: 44835)

Geachte heer Polman,

Hierbij reageer ik op uw brief van 24 mei 2024 waarin u de oproep doet om te stoppen met het toepassen van staalslakken in alle Deltawateren. Het is mij bekend dat hier al langere tijd zorgen over zijn in de provincie Zeeland.
De RIVM-literatuurstudie van april 2023 over de milieu-hygiënische kwaliteit van LD-staalslakken is aanleiding geweest voor nieuwe vragen over mogelijke gevolgen van de toepassing van staalslakken in de Zeeuwse Deltawateren.

U refereert daarbij ook naar een eerdere brief die de staatssecretaris van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) op 18 september 2023 van u ontving, met de oproep om de toepassing van staalslakken op te schorten tot (lopende) onderzoeken uitwijzen dat het toepassen van staalslakken in de Deltawateren geen nadelige effecten heeft.

Gezien alle aandacht van de laatste tijd voor staalslakken is er begrip voor de zorgen die leven in uw provincie. Toch is er vanuit het Rijksbeleid geen aanleiding om toepassingen met staalslakken in de Deltawateren nu te stoppen of op te schorten:

- De huidige normen in de regelgeving zijn op basis van wetenschappelijk onderbouwd advies tot stand gekomen waarbij is getoetst en is vastgesteld dat de normen beschermend zijn voor (groot) oppervlaktewater[1] waar ook de Deltawateren onder vallen.

- In het kader van de herijking van de bodemregelgeving vindt een evaluatie plaats van het wettelijk kader voor secundaire bouwstoffen. De evaluatie wordt binnenkort afgerond en naar verwachting in september gepubliceerd.
  In de voorlopige resultaten wordt bevestigd dat de maximale emissiewaarden waar alle bouwstoffen volgens de bodemregelgeving aan moeten voldoen, beschermend zijn voor toepassing van bouwstoffen/staalslakken in (groot) oppervlaktewater zoals de Deltawateren. Ook blijkt dat er op basis van de nu beschikbare kennis

[1] Met (groot) oppervlaktewater wordt bedoeld: een middelgrote rivier: 50m breed, 2,6m diep en 25 m^3/s

geen negatief effect als gevolg van de chemische samenstelling voorzien is bij toepassing van staalslakken in grote oppervlaktewateren, mits de staalslakken voldoen aan de regelgeving.

- In de onderzoeken en monitoring die Wageningen Marine Research in de periode van 2010 tot 2017 heeft uitgevoerd in opdracht van Rijkswaterstaat, zijn geen onaanvaardbare effecten van staalslakken op de waterkwaliteit of ecologie aangetoond.

- De studie die RIVM uitvoerde in opdracht van de Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT) ziet toe op toepassingen van staalslakken op land. De conclusies van deze studie zijn niet zonder meer door te trekken naar de toepassingen van staalslakken in groot oppervlaktewater zoals de Deltawateren.

Er zijn momenteel wel signalen dat het slecht gaat met verschillende schaal- en schelpdieren in de Oosterschelde en in berichtgeving in de media is de link met staalslakken gelegd. In opdracht van het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) en de NVWA is een breed onderzoek gestart naar de oorzaak. Vanzelfsprekend worden dit onderzoek en de resultaten door IenW nauwgezet gevolgd.

Eerder bent u geïnformeerd over het besluit om specifiek bij het project geulwandversteviging Ossenisse II de toepassing van staalslakken uit te sluiten. De reden hiervoor is dat circa de helft van het projectgebied in eigendom is van Staatsbosbeheer en Natuurmonumenten, en deze partijen hebben aangegeven geen staalslakken te willen op hun grondgebied. Indien gekozen wordt om staalslakken toe te kunnen passen ontstaan in dit specifieke geval risico's op vertraging voor het project. Vertraging die niet acceptabel is, vanwege risico's voor de stabiliteit van de vaargeulwand en de doorvaarbaarheid van de Westerschelde.

Dit besluit voor het project Ossenisse II betreft geen wijziging van de generieke werkwijze van Rijkswaterstaat, ook niet voor toekomstige projecten in de Westerschelde en Oosterschelde. Rijkswaterstaat voert projecten uit waarbij de afgesproken (project)kaders en de IenW-regelgeving leidend zijn. Alleen als er sprake is van andere argumenten (bijvoorbeeld civieltechnische noodzaak, en in dit geval de eigendomssituatie) kan Rijkswaterstaat besluiten om staalslakken uit te sluiten in specifieke projecten.

Verder vraagt u om een overzicht van alle lopende en uitgevoerde onderzoeken naar de impact van staalslakken op de zoute onderwaternatuur. In de bijlage bij deze brief wordt een overzicht gegeven van relevante onderzoeken die in opdracht van het Ministerie van IenW (inclusief Rijkswaterstaat) plaatsvinden of hebben plaatsgevonden.

Tenslotte roept u in uw brief op om al het nodige te doen om zorg te dragen voor een duurzame en schone Delta.

Regio, Rijk en stakeholders werken hier geruime tijd samen aan, o.a. via trajecten zoals Programmatische Aanpak Grote Wateren, Natura2000, en Gebiedsoverleg Zuidwestelijke Delta. Dit vanuit het besef dat alleen gezamenlijk het verschil gemaakt kan worden. Daarvoor is iedereen hard nodig. Vanuit deze

gezamenlijkheid kan verder worden gewerkt aan de uitdaging van een duurzame en schone delta.

Hoogachtend,

DE MINISTER VAN INFRASTRUCTUUR EN WATERSTAAT,

Mark Harbers

Bijlage: overzicht van uitgevoerde en afgeronde onderzoeken in opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat naar de impact van staalslakken op de zoute onderwaternatuur

Lopend onderzoek

Brand, E., J. van Genuchten, R. Vis, M. Broekman (2024). Evaluatie normeringkader (her)gebruik secundaire bouwstoffen. RIVM Rapport 2024-0074.

Uitgevoerd onderzoek

Craeymeersch, J., A. Hamer, O. Bittner (2021). Monitoring van de vooroevers in de Oosterschelde en de Westerschelde: in- en epifauna en sedimentkarakteristieken van VOV-locaties (cluster 2.2 en 3.0); WMR rapport C075/21

Foekema, E.M., J.E. Tamis, A. Blanco-Garcia, B. Van der Weide, C. Sonneveld, F.M. Kleissen en M.J. Van den Heuvel-Greve (2021). Leaching of metals from steel slag and their ecological effects on a marine ecosystem: Validating field data with mesocosm observations. Environmental toxicology 40:2499-2509.

Foekema, E.M., M.J. Van den Heuvel-Greve, C. Sonneveld, G. Hoornman en A. Blanco (2016). Uitloging en effecten van metalen uit staalslakken beoordeeld in mesocosms. IMARES, Den Helder. Rapport nummer: C063/16. 102 paginas.

Glorius, S.T. en M.J. Van den Heuvel-Greve (2016). Gehalte aan zware metalen in biota op stort en referentielocaties in de Oosterschelde. IMARES. Rapport nummer: C081/16. 32 paginas.

Glorius, S.T., M.J. Van den Heuvel-Greve en E.M. Foekema (2013). Variatie gehalte zware metalen op locatie Zeelandbrug en toxiciteit molybdeen - data rapport. IMARES. Rapport nummer: C105/13. 24 paginas.

Jansen, H.M., S. Glorius, M. Tangelder en M.J. Van den Heuvel-Greve (2015). Gehaltes aan zware metalen in biota op stort- en referentielocaties in de Oosterschelde & Westerschelde. Data rapport 2014. IMARES. Rapport nummer: C079/15. 91 paginas.

Schellekens, T., S. Glorius en M.J. Van den Heuvel-Greve (2014). Variatie en trend van de gehaltes zware metalen op locatie Zeelandbrug Data rapport 2013. IMARES, Yerseke. Rapport nummer: C055/14. 26 paginas.
Tangelder, M., M.J. De Kluijver, E.B.M. Brummelhuis en M.J. Van den Heuvel-Greve (2016a). Effect van vooroeververdediging op bodemorganismen in Oosterschelde en Westerschelde in 2014. Wageningen Marine REsearch. Rapport nummer: C116/15. 81 paginas.

Tangelder, M., T. Van Oijen, M.J. De Kluijver en T. Ysebaert (2017). Ontwikkeling epifauna, infauna en kreeften (T0, T1, T2) op een ecologisch aantrekkelijke vooroeverbestorting (Schelphoek, Oosterschelde). Monitoring Building for Nature proefvak Schelphoek. Wageningen Marine Research. Rapport nummer: C039/17. 69 paginas.

Tangelder, M. en K. Goudswaard (2015). Inventarisatie van dichtheden van kreeften op zowel bestorte als niet recentelijk bestorte vooroevers in de Oosterschelde. IMARES. 3 paginas.

Tangelder, M., K. Goudswaard en Y. Van Es (2015a). Bepaling zware metalen in kreeften op nieuwe vooroevers in de Oosterschelde. IMARES. Rapport nummer: C039/15. 32 paginas.

Tangelder, M., M.J. Van den Heuvel-Greve en M.J. De Kluijver (2016b). Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde 2015. Locaties: Zeelandbrug en Lokkersnol. Wageningen Marine Research. Rapport nummer: C089/16. 86 paginas.

Tangelder, M., M.J. Van den Heuvel-Greve, M.J. De Kluijver, S. Glorius en H. Jansen (2015b). Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde en Westerschelde 2014. IMARES. Rapport nummer: C102/15. 141 paginas. Wageningen Marine Research rapport C025/24 | 21 van 23

Tangelder, M, M. de Kluijver1, J. Craeymeersch, E.B.M. Brummelhuis, & M.J Van den Heuvel-Greve. (2015) Data rapport: Effect van vooroeververdediging op bodemorganismen in Oosterschelde in 2015. Research report WMR C013/17;

Tangelder, M., T. Schellekens, M.J. De Kluijver en M.J. Van den Heuvel-Greve (2014). Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde 2013. IMARES. Rapport nummer: C102/14. 62 paginas.

Van den Heuvel-Greve, M.J., M. Tangelder, T. Ysebaert, M. de Kluijver. (2016) Kolonisatie van bodemgemeenschappen van zacht substraat in de Oosterschelde en Westerschelde na uitvoering van vooroeververdediging. WMR notitie-eindversie 2016-04-26.

Van den Heuvel-Greve, M.J., A. Van den Brink, S. Glorius, C. Schipper, A. Gittenberger, M.J. De Kluijver en M. Dubbeldam (2012). Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde en Westerschelde 2011: T2 Cluster 1. Wageningen IMARES. Rapport nummer: C081/12. 69 paginas.

Van den Heuvel-Greve, M.J., A. Van den Brink, S. Glorius, C. Schipper, M.J. De Kluijver en M. Dubbeldam (2011). Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde 2010: T1 Cluster 1 / T0 Cluster 2. Wageningen IMARES. Rapport nummer: C029/11. 69 paginas.

Van den Heuvel-Greve, M.J. (2009). T0 monitoring vooroeververdediging Oosterschelde; cluster 1 2009. Wageningen IMARES. Rapport nummer: C137/09. 35 paginas.

Format voor aanleveren agendapunt

Zaaknummer: 448835

Agendapunt portefeuilleoverleg:
dhr. B.L.L. van der Velde – Milieu

Thema: Milieu

Onderwerp	Motie Staalslakken en opvolging daarvan	Datum behandeling	12-08-2024
Naam inbrenger	[redacted]	Benodigde tijd voor agendapunt	10 minuten

Aanwezig bij behandeling

Naam	Telefoonnummer
[redacted]	06 [redacted]

Doel van de bespreking
Bespreken van de concept brief aan PS met de reactie van oud-minister Harbers over toepassing staalslakken in Deltawateren.
Bestuurlijke aandachtspunten (Kern aandachtspunten vanuit bestuurlijke relevantie)
Op 19-04-2024 is er door de gezamenlijke partijen uit Provinciale Staten een motie aangenomen waarin zorgen worden geuit over het blijven toepassen van staalslakken in de Deltawateren. Hierop is zowel oud-minister Harbers als de Tweede Kamer Commissie aangeschreven en is gevraagd om het toepassen van staalslakken in de Deltawateren te stoppen. De reactie van oud-minister Harbers is op 27-06-2024 ontvangen, deze brief delen met PS (indieners motie).
Overwegingen (Pro's/contra's, alternatieven, meningen stakeholders)
Op 27-06-2024 is een reactie van minister Harbers ontvangen: 1. Oud-minister Harbers ziet geen aanleiding om het toepassen van staalslakken in de Deltawateren te stoppen, ondanks signalen dat het slecht gaat met verschillende schaal- en schelpdieren in de Oosterschelde en nu in berichtgeving in de media de link is gelegd met staalslakken. 2. In opdracht van het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) en de NVWA (nederlandse voedsel- en warenautoriteit) is een breed onderzoek gestart naar de oorzaak. IenW volgt dit onderzoek en de resultaten daarvan nauwlettend. 3. Verder geeft oud-minister Harbers aan dat er begrip is voor de zorgen die er leven ten aanzien van het toepassen van staalslakken in de Deltawateren, maar dat er vanuit Rijksbeleid geen aanleiding is om het gebruik van staalslakken te stoppen of op te schorten omdat: a. De huidige normen in de regelgeving op basis van wetenschappelijk onderbouwd advies tot stand zijn gekomen waarbij is getoetst en is vastgesteld dat de normen beschermend zijn voor (groot) oppervlaktewater waartoe ook de Deltawateren behoren; b. In het kader van de herijking van de bodemregelgeving vindt een evaluatie plaats van het wettelijk kader voor secondaire bouwstoffen. De evaluatie

wordt binnenkort afgerond en naar verwachting in september gepubliceerd. In de voorlopige resultaten wordt bevestigd dat de maximale emissiewaarden waar alle bouwstoffen/staalslakken in (groot) oppervlaktewater zoals de Deltawateren. Ook blijkt dat er op basis van de nu beschikbare kennis geen negatief effect als gevolg van de chemische samenstelling voorzien is bij toepassing van staalslakken in grote oppervlaktewateren, mits de staalslakken voldoen aan de regelgeving;

c. In de onderzoeken en monitoring die Wageningen marine Research in de periode van 2010 tot 2017 heeft uitgevoerd in opdracht van Rijkswaterstaat, zijn geen onaanvaardbare effecten van staalslakken op de waterkwaliteit of ecologie aangetoond;
d. De studie die RIVM uitvoerde in opdracht van de Inspectie leefomgeving en Transport (ILT) ziet toe op toepassingen van staalslakken op land. De conclusies van deze studie zijn niet zonder meer door te trekken naar de toepassingen van staalslakken in groot oppervlaktewater zoals de Deltawateren.

4. Voorts is er door de minister een opsomming gegeven van alle onderzoeken die lopen of reeds zijn uitgevoerd naar risico's die het toepassen van de staalslakken in het water met zich mee brengt. Deze opsomming is als bijlage onderdeel van de brief van oud-minister Harbers.

Kennisnemen van de volgende documenten:
- Brief minister Harbers als reactie op het verzoek om de toepassing van staalslakken in Deltawateren te stoppen;
- Brief GS aan PS ter afdoening van de motie;
- GS nota.

Besluiten om de brief aan GS voor te leggen voor besluitvorming met bijgevoegde GS nota.

Relevant voor PS (informatieplicht, politiek gevoelig, afdoening motie, art. 44,..)

Ja, betreft reactie van minister Harbers naar aanleiding van motie 5 (2e herziening) van 19-04-2024.

Te nemen acties (Wie, wat, wanneer)

- [redacted] J | Agenderen voor GS | 20 augustus 2024

Eventuele bijlagen

1. Brief van minister Harbers van I en W als reactie op oproep om het toepassen van staalslakken in Deltawateren te stoppen;
2. Brief van GS aan PS ter afdoening van de motie;
3. GS nota.

Dit format dient te zijn afgestemd met je afdelingshoofd. Indienen voor donderdag 14.00 uur via Zaaksysteem in iBabs zetten. Vermeld in het onderwerp van de mail de naam van de gedeputeerde en de datum van PO. Tel. nr.: Zaaksysteem-helpdesk 1533

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

Beslisnota GS

	Zaaknummer	Nummer Hoofdzaak
	499490	448835

onderwerp	Reactie minister Harbers inzake motie staalslakken.
voorgesteld besluit	1. Kennisnemen van de brief van minister Harbers van IenW inzake gebruik staalslakken in Deltawateren; 2. PS informeren met bijgevoegde brief.
begrotingswijziging vervaardigen?	Nee
Aanleiding	Op 27-06-2024 is een reactie van minister Harbers ontvangen op de eerdere oproep om het toepassen van Staalslakken in Deltawateren te stoppen (motie 5 (2e herziening) van 19-04-2024). Daarnaast heeft dhr. v/d Velde in de PS-vergadering van 5 juli toegezegd om de reactie van minister Harbers met PS te delen.
portefeuillehouder - portefeuille	dhr. B.L.L. van der Velde – Milieu
behandeld door:	[redacted] J
afdeling/opgave/programma/project	Team Milieu/Afdeling PJOZ
telefoonnummer:	+31 [redacted]
afgestemd met:	[redacted] J

Overwegingen en advies

Op 27-06-2024 is een schriftelijke reactie ontvangen van minister Harbers naar aanleiding van de eerdere oproep om het toepassen van staalslakken in de Deltawateren te stoppen.

Het verzoek is om deze brief namens GS te delen met de leden van Provinciale Staten en hen kennis te laten nemen van de inhoud van deze brief.

Zie bijlage voor de brief van minister Harbers.

Afwijking t.o.v. provinciale doelstellingen en/of beleid

Niet van toepassing

Bestuurlijke planning en doorlooptijd

Portefeuille Overleg	12 augustus 2024
Gedeputeerde Staten	20 augustus 2024

Consequenties besluit

Niet van toepassing

Financiële consequenties

Niet van toepassing

Juridische consequenties

Niet van toepassing

Personele consequenties en inhuur

Niet van toepassing

Inkoop & aanbesteding

Inkoop is niet van toepassing

Uitvoeringsparagraaf

LET OP!!! Bij een openbare nota is een tekst voor Zeeland verplicht!

De uitvoeringsparagraaf MOET op een nieuwe pagina beginnen.

Uitvoeringsparagraaf (DG, alleen voor intern gebruik)

Bestuurlijke aandachtspunten, risico's en beheersmaatregelen

Uiterste beslisdatum

20 augustus 2024

Communicatie en handhaving DG karakter

Openbaar, 1 week na beslisdatum

Tekst voor zeeland.nl (graag begrijpelijk leesbare tekst!)

Minister Harbers is gevraagd om het toepassen van staalslakken in de Deltawateren te stoppen. De minister ziet desondanks geen noodzaak om het toepassen van staalslakken in

de Deltawateren te staken, ondanks de signalen dat het slecht gaat met verschillende schaal- en schelpdieren in de Oosterschelde en nu ook in de media de link is gelegd met staalslakken.

In opdracht van het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) en de NVWA (nederlandse voedsel- en warenautoriteit) is een breed onderzoek gestart naar de oorzaak. IenW volgt dit onderzoek en de resultaten daarvan nauwlettend.

Minister Harbers heeft wel begrip voor de zorgen die er leven ten aanzien van het toepassen van staalslakken in de Deltawateren, maar er is vanuit Rijksbeleid geen aanleiding om het gebruik van staalslakken te stoppen of op te schorten.

Actieve informatieplicht PS

Ja, zie brief in bijlage

Bijlagen

1. GS brief aan PS inzake toepassing staalslakken Deltawateren
2. 2024-06-27-101716_Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat – toepassing staalslakken in Deltawateren

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

Gedeputeerde Staten

Provincie Zeeland

Abdij 6 4331BK Middelburg
Postbus 6001 4330 LA Middelburg
+31 118631011
IBAN NL08 BNGH 0285010557

Provinciale Staten van Zeeland
t.a.v de voorzitter
Postbus 6001
4330 LA Middelburg

Onderwerp	Zaaknummer	Behandeld door	Verzonden
Reactie van minister Harbers op brief nav motie Staalslakken	449490	[redacted] +31 6 [redacted]	

Middelburg, 20 augustus 2024

Geachte voorzitter,

Wij bieden u ter informatie de brief aan die wij van minister Harbers (I&W) hebben ontvangen als reactie op de oproep om het toepassen van staalslakken in de Deltawateren te stoppen. Deze oproep volgde naar aanleiding van motie 5 (2e herziening) van 19-04-2024. Daarnaast heeft dhr. v/d Velde in de PS-vergadering van 5 juli toegezegd om de reactie van minister Harbers met PS te delen.

De reactie van minister Harbers is als bijlage bij deze brief gevoegd:
Bijlage 1: 2024-06-27-101716_Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat – toepassing staalslakken in Deltawateren).

Minister Harbers ziet geen aanleiding om het toepassen van staalslakken in Deltawateren op dit moment op te schorten, daarvoor worden een aantal redenen opgesomd:

- De huidige normen in de regelgeving zijn op basis van wetenschappelijk onderbouwd advies tot stand gekomen, waarbij is getoetst en is vastgesteld dat de normen beschermend zijn voor (groot) oppervlaktewater waartoe ook de Deltawateren te rekenen zijn;
- In het kader van de herijking van de bodemregelgeving vindt een evaluatie plaats van het wettelijk kader voor secundaire bouwstoffen. De evaluatie wordt binnenkort afgerond en naar verwachting in september gepubliceerd;
- In de onderzoeken en monitoring die Wageningen Marine Research in de periode van 2010 tot 2017 heeft uitgevoerd in opdracht van Rijkswaterstaat, zijn geen onaanvaardbare effecten van staalslakken op de waterkwaliteit of ecologie aangetoond;
- De studie die RIVM uitvoerde in opdracht van de Inspectie leefomgeving en Transport (ILT) ziet toe op toepassing van staalslakken op land. De conclusies van deze studie zijn niet zonder meer door te trekken naar de toepassingen van staalslakken in groot oppervlaktewater zoals de Deltawateren.

Met vriendelijke groet,

Gedeputeerde Staten van Zeeland,



drs. J.M.M. Polman
Commissaris van de Koning



drs. M.C.J. Franken
Secretaris-algemeen directeur

Bijlagen:
2024-06-27-101716_Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat – toepassing staalslakken in Deltawateren

Noem in uw contact met ons steeds het zaaknummer. Dit staat bovenaan deze brief.

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

Annotatie (concept) motie PvdA-GL, SGP, BBB: ‘Stop met staalslakken storten in ons Unesco Werelderfgoed’:

Inhoud van de (concept) motie:

Dragen het college van Gedeputeerde Staten op:

- Nogmaals en meermaals bij de minister aan te dringen op het onmiddellijk stoppen met het
  storten van staalslakken door Rijkswaterstaat in alle Deltawateren, zolang de uitslagen van
  de onderzoeken naar het uitlogen van schadelijke stoffen vanuit de staalslakken nog niet
  afgerond zijn en nog niet bekend is wat de oorzaak is van de schelp- en schaaldiersterfte.
- Bij de minister een overzicht op te vragen van alle lopende en uitgevoerde onderzoeken naar de impact van staalslakken op de zoute onderwaternatuur.
- De minister nogmaals en meermaals te wijzen op zijn plicht zorg te dragen voor een duurzame en schone Delta.

Ambtelijk advies:

Oordeel staten

Deze motie is sympathiek maar voegt weinig toe aan acties en oproepen die we al gedaan hebben. Het ministerie, Rijkswaterstaat en de staatssecretaris zijn op de hoogte van onze zorgen en ons standpunt. En daarmee is de motie wat ons betreft overbodig.

Korte tijdlijn:

- **GS Brief aan Rijkswaterstaat 20 juli 2023:** *GS dringen aan het toepassen van staalslakken te heroverwegen en het gesprek aan te gaan voor het behoud van onze natuurwaarden.*
- **GS Brief aan Staatssecretaris 12 september 2023:** *GS verzoekt Staatssecretaris om in afwachting van de uitkomsten van de expertsessie en mogelijke vervolgsessies de toepassing van staalslakken in de Oosterschelde uit voorzorg te staken*
- **Expertsessie 9 januari 2024:** *Onafhankelijk wetenschappelijk onderzoek heeft geen negatieve effecten aangetoond van toepassing van staalslakken. Niet op de waterkwaliteit, noch op de ecologie.*
- **Bijeenkomst van ZMf met Staatssecretaris op 4 maart 2024:** *GS heeft de Staatssecretaris opnieuw gevraagd vervolgonderzoek te doen. De Staatssecretaris heeft aangekondigd dat er onderzoek komt, maar onduidelijk is wat dat onderzoek precies inhoud en wat de planning is.*

Actualiteit:

In de media is aandacht geweest voor de tegenvallende vangst van kreeften en de conditie van kreeften uit de Oosterschelde. In de media is dat geframed als ware dat mogelijk een gevolg van het gebruik van staalslakken.

Dat lijkt echter onwaarschijnlijk, omdat staalslakken al meer dan 10 -15 jaar worden toegepast. En eerder uitgevoerd wetenschappelijk onderzoek heeft geen effecten aangetoond op de waterkwaliteit of op schaal- of schelpdieren.

Wageningen Marine Research voert nu onderzoek uit naar mogelijke oorzaken van de zieke kreeften. Daarbij kijken ze ook naar een mogelijk effect van staalslakken.

Van: "[redacted]"
Verzonden: dinsdag 2 mei 2023 09:40
Aan: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Cc: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: FW: Projecten waarbij staalslakken worden gebruikt - bericht ILT gebruik staalslakken
Bijlage(n): Monitoring_vooroeververdediging_OS_2013.pdf, Monitoring_vooroeververdediging_OS_2015.pdf, Gehaltes_zware_metalen_biota_stortlocaties_OS_en_WS.pdf

Beste collega's,

In onderstaande mail een reactie van RWS op mijn vraag hoe zij – na het ILT rapport – aankijken tegen het (blijven) toepassen van staalslakken.

Even voor [redacted] Staalslakken worden door RWS in grote hoeveelheden toegepast bij waterveiligheidsprojecten (vooroeverbestortingen in de Ooster- en Westerschelde en bij het bestorten van de "ontgrondingskuilen" bij de Oosterscheldekering, zowel in de Oosterschelde als in de Voordelta).

[redacted] de uitspraak waar zij naar verwijzen heb ik hieronder weergegeven.

Uitspraak 201402194/1/R2 - Raad van State

Tevens heb ik de rapporten waar zij naar verwijzen hier bijgevoegd.

Gezien de reactie van RWS is het niet uitgesloten dat we ook in de toekomst nog vergunningaanvragen van RWS kunnen verwachten op grond van de Wet natuurbescherming voor het toepassen van staalslakken. RWS bereid momenteel de werkzaamheden en vergunningaanvragen voor de geulwandverdediging (door middel van bestortingen) bij Ossenisse voor. Aangezien deze in de hoofdvaargeul plaatsvindt, zal waarschijnlijk LNV hier het bevoegd gezag zijn voor de Wet natuurbescherming.

De vraag is hoe wij daar in de toekomst mee omgaan gezien de Uitspraak en de rapporten van de WUR, tegen het licht van het ILT rapport.

[redacted]

Ik ben wel benieuwd naar de uitkomsten van een eventueel bestuurlijk overleg hierover.

ILT ziet risico's bij toepassing staalslakken

De Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT) signaleert dat de wettelijke regels voor het gebruik van staalslakken de risico's voor mens en milieu niet voldoende afdekken. Deze conclusie trekt de ILT op basis van een studie die het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) in opdracht van de ILT heeft gedaan. Bij het toepassen van staalslakken in grote hoeveelheden en in dikkere lagen ontstaan grotere risico's, dan bij het opstellen van de wetgeving het uitgangspunt was. Deze risico's gaan over het vrijkomen en verspreiden van (mogelijk) schadelijke stoffen in het milieu.

Staalslakken zijn een bijproduct uit de staalindustrie. Ze worden vaker en in grotere hoeveelheden toegepast in grondwerken (bv. wegen, grond-, geluidswallen) en om stortplaatsen op te vullen of op te hogen. Als staalslakken in contact komen met regen- of grondwater, komen er schadelijke stoffen vrij. Uit de studie van het RIVM blijkt dat in grootschalige toepassingen een extreem lage zuurgraad, en daardoor mobiliteit van zware metalen en andere schadelijke stoffen, ontstaat. Uitspoeling van deze stoffen kan o.a. leiden tot meer vissterfte en afsterven van water- en

bodemleven.

De regels voor het veilig voor mens en milieu toepassen van bouwstoffen zijn beschreven in het Besluit bodemkwaliteit (Bbk). Als LD-staalslakken hieraan voldoen, zijn ze vrij toepasbaar. De ILT ziet een risico omdat sommige stoffen, waaronder zware metalen, niet zijn genormeerd. Ook zijn er geen normen opgenomen voor de zuurgraad (pH). Juist door deze pH komen er stoffen vrij.

Voor risicovolle bouwstoffen is in de wet een verplichting opgenomen voor het isoleren, beheersen en controleren (IBC) van de bouwstof om risico's voor het milieu tegen te gaan. Staalslakken zijn volgens de wetgeving geen IBC-bouwstoffen. Dit betekent dat er geen wettelijke verplichting voor isoleren, beheersen en controleren bestaat. Ook is er geen meldplicht bij het bevoegd gezag. Hierdoor is de mogelijkheid tot controle en handhaving zeer beperkt.

Voor aannemers zijn staalslakken goedkoper in gebruik dan zand en grind. Dit geeft een prikkel om meer staalslakken op een locatie te gebruiken dan nodig is of om staalslakken toe te passen terwijl dat niet noodzakelijk is. Bij ophogingen en aanvullingen zal door initiatiefnemers eerder worden gekozen voor staalslakken waar geld mee wordt verdiend dan voor bouwmateriaal waarvoor moet worden betaald.

De ILT voert momenteel een inspectie uit bij de Nederlandse leverancier van staalslakken om te controleren of deze zich houdt aan de certificeringseisen van het Besluit bodemkwaliteit. Ook onderzoekt de inspectie of deze bouwstoffen terecht zijn ingedeeld als 'niet gevaarlijk' bij de gevaarindeling van stoffen volgens de Europese CLP-verordening (Classificatie, Labelen en Verpakken van stoffen).

Mededeling aan redacties (niet voor publicatie)

Voor meer informatie kunt u terecht bij woordvoering ILT, [redacted] via [redacted]@ilent.nl of [redacted]
www.ilent.nl

Met vriendelijke groet,

[redacted] | Specialist Wet natuurbescherming / vergunningverlener
T. +3 1 118 [redacted] E. [redacted]@zeeland.nl

Provincie Zeeland
Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland |

dataportaal.zeeland.nl

Van: [redacted]@rws.nl>
Verzonden: maandag 1 mei 2023 16:25
Aan: [redacted]@zeeland.nl>
CC: [redacted]@rws.nl>
Onderwerp: RE: Projecten waarbij staalslakken worden gebruikt - bericht ILT gebruik staalslakken

Ho[redacted]

Zoals afgesproken zou ik nog terugkomen op de vraag: "hoe is RWS van plan te acteren op de staalslakken die precies op dit moment nog toegepast worden bij de ontgrondingskuilen bij de Oosterscheldekering?"

Bij toepassing van staalslakken in de Oosterschelde heeft de rechter bepaald dat door het voldoen aan het milieuhygiënische normenkader van het Besluit Bodemkwaliteit de milieurisico's voldoende zijn afgedekt. Aanvullend is er na de toepassing van staalslakken in de Oosterschelde ecologisch laboratoriumonderzoek uitgevoerd, in combinatie met veldmonitoring van de toegepaste LD-staalslakken in de Oosterschelde.
Hierbij is met zekerheid aangetoond dat de toepassing van staalslakken geen negatief ecologisch effect heeft gehad op het ecosysteem van de Oosterschelde. Op basis hiervan ziet RWS geen aanleiding om de toepassingen die op dit moment worden uitgevoerd te stoppen.

Met vriendelijke groet,

[redacted]
Omgevingsadviseur
.....
Rijkswaterstaat Zee en Delta
Poelendaelesingel 18 | 4335 JA Middelburg
Postbus 2232 | 3500 GE Utrecht
.....
M 06[redacted]
[redacted]@rws.nl
www.rijkswaterstaat.nl
.....
Water. Wegen. Werken. Rijkswaterstaat.
.....



Van: [redacted]
Verzonden: donderdag 20 april 2023 16:31
Aan: [redacted]@zeeland.nl>
[redacted]t@Scheldestromen.nl>; [redacted]@rws.nl>; [redacted]@rws.nl>
Onderwerp: RE: Projecten waarbij staalslakken worden gebruikt - bericht ILT gebruik staalslakken

Dag [redacted],

Op dit moment is alleen het bestorten van de ontgrondingskuilen in uitvoering (vergund).

Later dit jaar wordt in de Westerschelde de schadevaring van de Barracuda nabij Hansweert nog hersteld.
Omdat deze werkzaamheden worden gezien als B&O conform de handreiking B&O zal hiervoor geen vergunning worden aangevraagd.

Naar aanleiding van het bericht van de ILT moeten we nog bezien of het gevolgen heeft voor de huidige en toekomstige bestortingen, komen we op terug.

Met vriendelijke groet,

[redacted]
Omgevingsadviseur
.....
Rijkswaterstaat Zee en Delta
Poelendaelesingel 18 | 4335 JA Middelburg
Postbus 2232 | 3500 GE Utrecht
.....
M 06[redacted]
[redacted]@rws.nl
www.rijkswaterstaat.nl
.....
Water. Wegen. Werken. Rijkswaterstaat.
.....

Van: [redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: donderdag 20 april 2023 13:43
Aan: [redacted]@Scheldestromen.nl>; [redacted]t@rws.nl>
Onderwerp: Projecten waarbij staalslakken worden gebruikt - bericht ILT gebruik staalslakken

Hoi [redacted] en [redacted]

De discussie voor wat betreft de toepassing van staalslakken loopt inmiddels intern bij ons volop.

Even een vraag daarover nog:

Zijn er op dit moment nog projecten (behalve bestorten ontgrondingskuilen) waarbij staalslakken gebruikt mogen worden en die nog niet afgerond zijn?

Of de vraag is meer eigenlijk, zijn er nog projecten (naast ontgrondingskuilen) waarvoor wij als provincie een WNB vergunning hebben verleend (die qua termijn nog geldig is) en waarbij nog staalslakken gebruikt mogen worden. En zo ja, zijn die projecten inmiddels afgerond?

Ik denk bijvoorbeeld aan vooroeverbestortingen Oosterschelde of Westerschelde?

Ik hoor het graag op korte termijn

Ook ben ik naar aanleiding van het bericht van ILT (staalslakken) benieuwd of/hoe RWS van plan is te acteren op de staalslakken die precies op dit moment nog toegepast worden bij de ontgrondingskuilen bij de Oosterscheldekering ?

Met vriendelijke groet,

[redacted] Specialist Wet natuurbescherming / vergunningverlener
T. +3[redacted] / M. [redacted] E. [redacted]@zeeland.nl

Provincie Zeeland

Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde 2013

[redacted], [redacted], [redacted] en [redacted]

Rapport nummer C102.14



IMARES Wageningen UR

(IMARES - Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies)

Opdrachtgever: RWS Zee en Delta / RWS WVL
[redacted]
Poelendaelesingel 18
4335 JA Middelburg

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van Rijkswaterstaat

Publicatiedatum: 9 juli 2014

IMARES is:

- een onafhankelijk, objectief en gezaghebbend instituut dat kennis levert die noodzakelijk is voor integrale duurzame bescherming, exploitatie en ruimtelijk gebruik van de zee en kustzones;
- een instituut dat de benodigde kennis levert voor een geïntegreerde duurzame bescherming, exploitatie en ruimtelijk gebruik van zee en kustzones;
- een belangrijke, proactieve speler in nationale en internationale mariene onderzoeksnetwerken (zoals ICES en EFARO).

P.O. Box 68	P.O. Box 77	P.O. Box 57	P.O. Box 167
1970 AB IJmuiden	4400 AB Yerseke	1780 AB Den Helder	1790 AD Den Burg Texel
Phone:+31 (0)317 480900	Phone: +31 (0)317 48 09 00	Phone: +31 (0)317 48 09 00	Phone: +31 (0)317 48 09 00
Fax: +31 (0)317 48 73 26	Fax: +31 (0)317 48 73 59	Fax: +31 (0)223 63 06 87	Fax: +31 (0)317 48 73 62
E-Mail: imares@wur.nl	E-Mail: imares@wur.nl	E-Mail: imares@wur.nl	E-Mail: imares@wur.nl
www.imares.wur.nl	www.imares.wur.nl	www.imares.wur.nl	www.imares.wur.nl

© 2013 IMARES Wageningen UR

IMARES, onderdeel van Stichting DLO.
KvK nr. 09098104,
IMARES BTW nr. NL 8113.83.696.B16.
Code BIC/SWIFT address: RABONL2U
IBAN code: NL 73 RABO 0373599285

De Directie van IMARES is niet aansprakelijk voor gevolgschade, noch voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van IMARES; opdrachtgever vrijwaart IMARES van aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van de opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag weergegeven en/of gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier gebruikt worden zonder schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

A_4_3_1-V13.1

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave 3

Samenvatting 5

1. Inleiding 8
   - 1.1 Vooroever bestortingen 8
   - 1.2 Gevolgen voor het onderwaterleven 10
     - 1.2.1 Doel van dit onderzoek 10
   - 1.3 Leeswijzer 11

2. Methoden 12
   - 2.1 Onderzoekslocatie 12
   - 2.2 Inventarisatie van flora en fauna op hard substraat 14
   - 2.3 Inventarisatie van fauna in zacht substraat (sediment) 16
   - 2.4 Determinatie van zware metalen in biota 17

3. Resultaten 19
   - 3.1 Inventarisatie van flora en fauna op hard substraat 19
     - 3.1.1 Eulittoraal (getijdenzone) 19
     - 3.1.2 Sublittoraal 27
     - 3.1.3 Infralittoraal 27
     - 3.1.4 Circalittoraal 28
   - 3.2 Inventarisatie van fauna in zacht substraat (sediment) (Infauna) 29
     - 3.2.1 Infauna gemeenschappen 29
     - 3.2.2 Sediment karakteristieken 31
   - 3.3 Inventarisatie van zware metalen in schelpdieren 34
     - 3.3.1 Gehalten in schelpdieren 34
     - 3.3.2 Droge stof 37
     - 3.3.3 Vergelijking met consumptienormen 38

4. Conclusies en discussie 43
   - 4.1 Hardsubstraat gemeenschappen 43
     - 4.1.1 Eulittoraal (getijdezone) 43
     - 4.1.2 Sublittoraal (beneden de laagwaterlijn) 43
   - 4.2 Infauna 44
   - 4.2 Zware metalen 45
   - 4.3 Aanbevelingen 46

5. Kwaliteitsborging 48

Referenties 49

Verantwoording 50

Bijlage 1. Hard substraat: soortensamenstelling eulittorale gemeenschappen 51

Bijlage 2. Hard substraat: soortensamenstelling infralittorale gemeenschappen 52

Bijlage 3. Hard substraat: soortensamenstelling circalittorale gemeenschappen 54

Bijlage 4. Infauna: soortensamenstelling infauna gemeenschappen 56

Bijlage 5. Gemiddelde metaal gehalten in schelpdieren in 2013 59

Bijlage 6. Dataserie in metaalconcentratie. 60

Bijlage 7. Ruwe data zware metalen T0 Zierikzee 61

Samenvatting

Dit rapport beschrijft de uitkomsten van de eco(toxico)logische monitoring van de vooroeververdediging in de Oosterschelde. Aanleiding hiervoor is dat Rijkswaterstaat sinds 2009 op locaties met voortschrijdende erosie in de Ooster- en Westerschelde bestortingen met staalslakken en breuksteen uitvoert op de vooroever van de dijken om de veiligheid tegen overstromingen te kunnen blijven garanderen. Rijkswaterstaat wil graag de gevolgen van deze bestortingen op het onderwaterleven in kaart brengen en heeft IMARES opdracht gegeven om dit uit te zoeken.

Doel
Het doel van deze monitoring is het bepalen van de samenstelling en biodiversiteit van de aanwezige levensgemeenschappen op harde en zachte substraten, en de bepaling van de gehalten aan zware metalen in mosselen en oesters op de nieuwe vooroever en referentie locaties. Dit is in 2013 gedaan voor de locatie Zeelandbrug (oost/midden/west), waar voor het vierde opeenvolgende jaar (T4-monitoring) is gemonitord na de bestorting in 2009. Daarnaast is de nul situatie (T0) in kaart gebracht voor de locatie Zierikzee die in 2014 bestort zal worden. Ook zijn er verschillende referentie locaties in de Oosterschelde meegenomen.
Dit rapport is gebaseerd op drie onderliggende deel-rapportages, die meer details bevatten met betrekking tot inventarisatie hard substraat, inventarisatie zacht substraat en zware metalen in biota. Het rapport is een vervolg op de monitoring die sinds 2009 wordt uitgevoerd in de Ooster- en Westerschelde. De monitoring is uitgevoerd in samenwerking met Stichting Zeeschelp en TNO.

Flora en fauna op hard substraat
De levensgemeenschappen op hardsubstraat zijn op drie verschillende delen van de oever geïnventariseerd: dijktalud en kreukelberm in de getijdezone (eulittoraal), de ondiepe, door wieren gedomineerde zone tussen 0-4 meter (infra-littoraal) en de diepere, door fauna gedomineerde zone beneden 4.1 - 10 meter (circa-littoraal). Van belang is dat de hard substraat gemeenschappen in de Oosterschelde zowel in de getijden zone als onder water een west-oost verdeling vertonen. Er zijn dus karakteristieke gemeenschappen voor het westelijk, het midden gebied en het oostelijk deel van de Oosterschelde. De T4-monitoring in 2013 van locatie Zeelandbrug is vergeleken met de voorgaande monitoring in 2009, 2010, 2011 en 2012 en referentie locaties. Waar mogelijk zijn zowel staalslakken als breuksteen bemonsterd. Betreffende de T0-monitoring van locatie Zierikzee is alleen de huidige situatie in 2013 beschreven.

<u>Eulittoraal (getijdenzone)</u>
Op locatie Zeelandbrug bestaat de eulittorale zone uit een talud van basalt en een breukstenen kreukelberm. De kreukelberm is in 2010 voorzien van een nieuwe breukstenen afdekking.
De hard substraat gemeenschappen op het talud bij de Zeelandbrug zijn niet direct door de versterking van de vooroever beïnvloed. Door jaarlijkse verschillen in bedekkingen van fauna-groepen en bruin- en groenwieren verschilde de afgelopen jaren niet van de referentie locaties. In 2013 bleek dit ook het geval. Op de kreukelberm bij de Zeelandbrug is in 2013 een zonering van blaaswier en gezaagde zee-eik aangetroffen. De bedekking van de gezaagde zee-eik is verder toegenomen ten opzichte van 2012 en 2011. Dit geeft aan dat de gemeenschap nog steeds in ontwikkeling is. Deze gemeenschap van wieren die in 2013 zijn aangetroffen is anders dan de gemeenschap van oesters in zeepokken die in 2009 voor de versterking van de vooroever zijn aangetroffen.
Op de ongestoorde locatie Zierikzee zijn de hard substraat gemeenschappen in 2013 passend binnen de geografische verdeling van gemeenschappen van klein darmwier, gemengde Fucus en blaaswier.

<u>Infralittoraal (ondiepe zone beneden laag waterlijn)</u>
De zonering van hard substraat gemeenschappen in infralittoraal Oosterschelde vertoont een duidelijke geografische spreiding. In het gebied waar locatie Zeelandbrug en Zierikzee aanwezig zijn komt een gemeenschap voor van roodwier en gaffelwier. In 2013 verschillen de hard substraat gemeenschappen bij de Zeelandbrug van de T0-situatie in 2009. Op het nieuwe substraat is in 2013 een begroeiing ontstaan van zeepokken (op het breuksteen) en roodwieren met andere soorten dan in 2009, die

vergelijkbaar is met de gemeenschappen in 2011, 2012 en 2013. Er hebben zich in 2013 nog geen Japanse oesters gevestigd.
Op de locatie Zierikzee is in 2013 (T0) in het infralittoraal de gemeenschap gevonden die ook op de referentie locaties in het tussenliggende gebied voorkomt, bestaande uit Japanse Oester en roodwieren.

Circalittoraal (diepe zone)
In het circalittoraal bestaan er duidelijk herkenbare gemeenschappen in de monding, het Zijpe en het tussenliggende gebied. Het tussenliggende gebied met locaties Zeelandbrug en Zierikzee heeft in 2013 een gemeenschap gedomineerd door de Japanse oester, kokerbouwende organismen, kolonievormende zakpijpen en hydroïdpoliepen. In 2013 is bij de Zeelandbrug een pionier gemeenschap aanwezig (zowel op de staalslakken als het breuksteen) die die nog steeds afwijkt van de oorspronkelijke gemeenschap in de T-0 situatie in 2009. Deze bestaat uit kokerbouwende organismen, kolonievormende zakpijpen en een mosdier. Ten opzichte van 2011 en 2012 zijn verschuivingen opgetreden in dominantie van soorten. Ook zijn in 2013 voor het eerst de meerjarige soorten Japanse oester en mossel aangetroffen.
Analyses op gemeenschapsniveau in 2009-2013 bij de Zeelandbrug tonen aan dat voor de ontwikkelingen van de gemeenschappen op de nieuwe substraten de factor tijd belangrijker is dan de ontwikkeling op breuksteen of staalslakken. Doordat de pioniersgemeenschap uit 2011 in 2012 is blijven bestaan in 2013, op zowel breuksteen als staalslakken, kan nog geen uitspraak worden gedaan over eventuele positieve of negatieve effecten van het gebruik van staalslakken op de lange termijn.
De ongestoorde locatie Zierikzee is in 2013 (T0) gedomineerd door de Japanse oester, kokerbouwende organismen, kolonievormende zakpijpen, en hydroïdpoliepen. Deze gemeenschap is ook gevonden op de referentie locaties in het tussenliggende gebied.

Fauna in het sediment (infauna)
Infauna zijn dieren die leven in de zachte bodem. De monitoring richt zich op de dieren die leven in het sediment dat is neergeslagen op de nieuwe vooroever. Uit deze studie komt naar voren dat er veel variatie is in het voorkomen van infaunasoorten tussen locaties en tijdstippen. Hierdoor is het lastig om een eenduidige conclusie te trekken.
De resultaten van deze studie wijzen echter op herstel van infauna diversiteit en dichtheden richting de situatie voor bestorten twee jaar na de ingreep. Infaunasoorten lijken te profiteren van nieuw gevormd habitat in de kuilen van de bestorting waar sediment is neergeslagen. Mogelijk zorgt een heterogeen patroon van zacht en hard habitat ook voor meer diversiteit in soorten ten opzichte van de T0-situatie, omdat zowel in- als epifauna soorten lijken te profiteren van het nieuwe habitat. De trend is echter nog te kort om significante verschillen aan te tonen.
Ook op gemeenschapsniveau (samenstelling van verschillende soorten) lijkt twee jaar na de bestorting vanuit grotere diepten herstel op te treden. Op het talud in de ondiepe zone ontwikkelt zich een soortenarme gemeenschap, met name in sedimenten met een verhoogd slib en organisch gehalte. Tussen het breuksteen, vaak in slibrijke sedimenten, kunnen ook soortenarme gemeenschappen voorkomen. De ontwikkeling van de gemeenschappen lijkt op de gemeenschappen zoals die tijdens de T0-situatie aanwezig was. Vier jaar na de bestorting is dit patroon nog duidelijker.

Zware metalen in oesters en mosselen
Voor de meeste metalen is geen significant verschil aangetoond in verandering van metaalconcentratie in zowel mossel als oester. Dit heeft voornamelijk te maken met de grote variatie tussen jaren, metingen onder de detectielimiet, variatie tussen replica's en een beperkt aantal meetjaren. Daarnaast kunnen er mogelijk statistisch significante trends worden weergegeven op deze korte termijn (4-5 jaar), terwijl deze in een langere datareeks (>10 jaar) mogelijk in de natuurlijke variatie wegvallen. Dit maakt de interpretatie van gehalten aan zware metalen in biota in het veld lastig.
De variatie in metaalconcentratie tussen jaren is over het algemeen groter dan in replica's binnen jaren. Deze waarneming ondersteunt de validiteit van de metingen. Daarnaast is de variatie in metaalconcentratie in mosselen voor de meeste metalen groter dan in oesters. Dit heeft waarschijnlijk te maken met fysiologische verschillen tussen de twee schelpdier soorten.

In zowel oesters als mosselen is er een toenemende trend in molybdeen gehalten waargenomen, gevolgd door een afname. De afname van molybdeen geldt voor zowel oesters als mosselen maar lijkt voor de

individuele soorten op een ander tijdstip te zijn ingezet. In mosselen heeft de toename geduurd tot 2012 en nam de concentratie af in 2013, terwijl in oesters de concentratie al af nam vanaf 2010. Mogelijk heeft dit verschil te maken met verschillen in de biologie van de twee soorten, bv. de verwerkingssnelheid van dit metaal. In oester zijn ook de concentraties van ijzer en vanadium na een toename tot en met 2012 in 2013 lager. Dit is echter geen significante trend.

Beschikbare normen in biota (KRW en consumptienormen) worden niet overschreden in mosselen en oesters bij Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug. Gehalten aan cadmium, chroom, ijzer, mangaan, kwik en lood in mosselen uit deze monitoring zijn vergelijkbaar met gerapporteerde gehalten aan deze zware metalen in mosselen uit de Oosterschelde zoals in voorgaande jaren gerapporteerd.

Aanbevelingen

Het onderzoek van 2013 betrof een T4-meting die de opeenvolgende resultaten geeft in aanvulling op de T1, T2 en T3 metingen.

- Wij bevelen aan de jaarlijkse monitoring op verschillende stortlocaties te vervolgen zodat de effecten in de tijd van storten ten opzichte van natuurlijke variatie in ruimte en tijd beter begrepen kan worden. De reden ligt in het feit dat zowel de zacht- als hard substraat gemeenschappen bij de Zeelandbrug zijn vier jaar na bestorten nog steeds in ontwikkeling. Natuurlijke dynamiek in diversiteit en dichtheden van soorten speelt een grote rol op zowel referentie locaties als gestorte locaties. Ook kent de Oosterschelde verschillende epifauna gemeenschappen waar onderscheid gemaakt kan worden tussen gemeenschappen die typerend zijn voor de monding, middendeel en de Kom. Ook infauna gemeenschappen kunnen per locatie verschillen. Resultaten van de Zeelandbrug zijn daardoor niet per definitie representatief voor ontwikkeling van gemeenschappen op andere stortlocaties in de Oosterschelde.
- Het onderzoek naar hard substraat gemeenschappen was gericht op sessiele bodemsoorten (vastzittend op de bodem). Het in kaart brengen van vagiele bodemsoorten (kruipend of lopend over de bodem) zoals b.v. kreeften, krabben, garnalen en bodemvissen zal een completer beeld geven van het herstel van bodem habitat omdat een ander deel van het ecosysteem (de soorten die ervan afhankelijk zijn) in kaart worden gebracht. Voor het vangen van verschillende typen vagiele soorten is het gebruik van verschillende tuigen van belang (verschil in maaswijdte van de fuiken).
- Een studie naar gevolgen (positief of negatief) van uitlogende stoffen op biota kan bestaan uit een langduriger studie waarbij in gesloten experimentele ecosystemen (mesocosms) de invloed van de staalslakken op de levensgemeenschap en de chemie kan worden vastgesteld, ten opzichte van een controle zonder staalslakken. In het veld is het lastig om eventuele effecten van uitloging van metalen uit staalslakken op biota vast te stellen Het kan jaren duren voordat effecten zich kunnen manifesteren (mede door de natuurlijke dynamiek). Met behulp van experimentele ecosystemen wordt natuurlijke variatie zeer klein gemaakt, en eventuele effecten worden zodoende zichtbaarder. Het voordeel van een mesocosm experiment boven een laboratorium ‘single species test’ is dat complexe interacties tussen soorten onderling in een mesocosm wel een rol spelen. Dit is bijvoorbeeld van belang voor bioaccumulatie onderzoek als sprake is van opname via de voedselketen of bij het zichtbaar maken van indirecte ecologische effecten van een verstoring. Bovendien zal een stof zich in een complexe mesocosmsituatie meer natuurgetrouw gedragen dan in een bekerglas in een laboratorium.

1. Inleiding

Zowel op de Westerschelde als de Oosterschelde zorgt de getijdestroming op een aantal locaties voor voortgaande erosie van de vooroever. Dit is het gedeelte van de waterkering dat onder water zit. Waar de erosie de stabiliteit van de vooroever en daarmee dus ook de stabiliteit van de dijk in gevaar brengt, moet dit worden tegengegaan door het verdedigen van deze vooroever. Rijkswaterstaat voert daarvoor bestortingen uit om de dijkstabiliteit en daarmee de bescherming tegen overstromingen te garanderen.

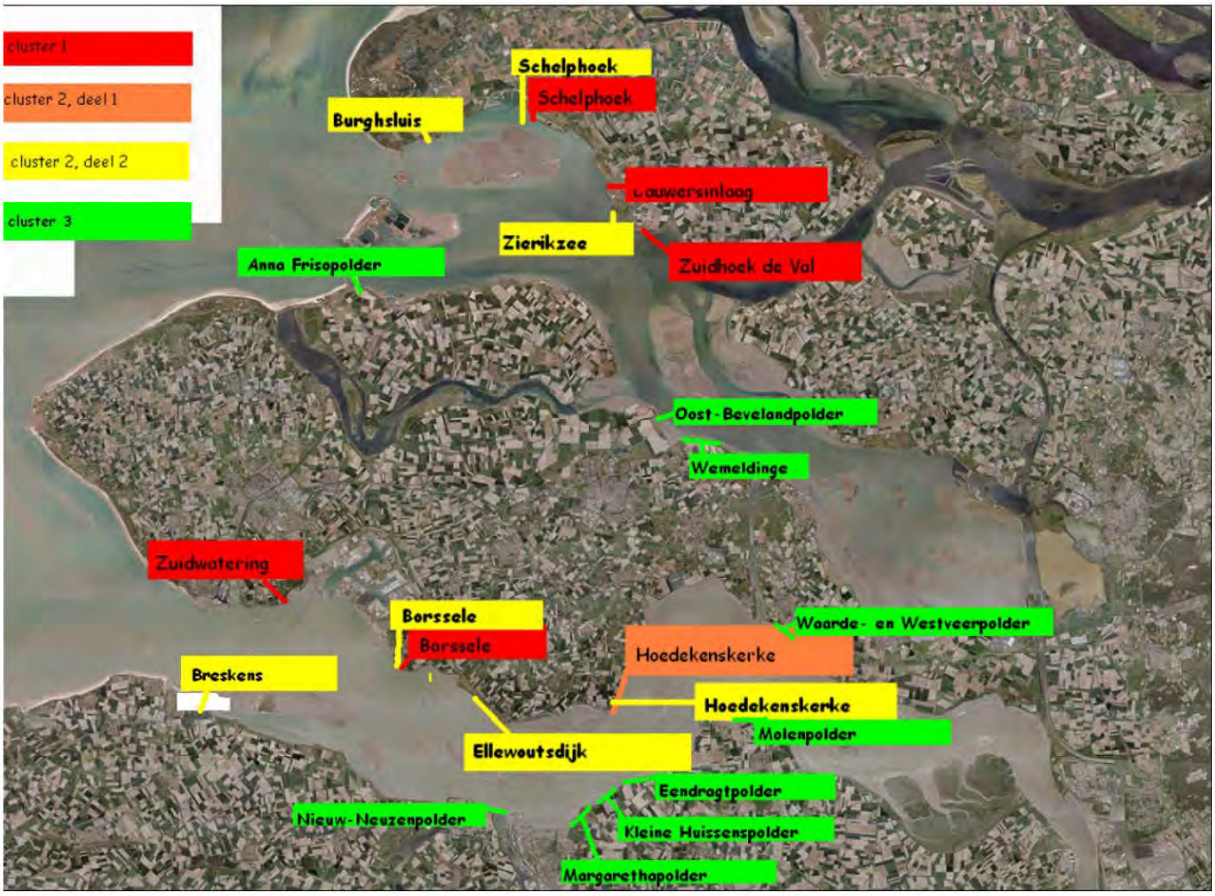
1.1 Vooroever bestortingen

Sinds 2009 maakt Rijkswaterstaat naast breuksteen gebruik van staalslakken. Zowel breuksteen als staalslakken (Figuur 1) hebben een hoog eigen gewicht waardoor ze in stroming en golfslag niet wegspoelen. Beide materialen zijn qua fysische eigenschappen goed geschikt voor vooroeververstersking en voldoen aan de kwaliteitseisen uit het Besluit Bodemkwaliteit (2007). Breuksteen is een natuursteen, die uit steengroeven wordt gewonnen. Breukstenen verschillen van samenstelling. De exacte samenstelling is afhankelijk van de steengroeve waar ze gewonnen zijn. Een staalslak is een steenachtig product, dat als restproduct overblijft bij de productie van staal. Ook de samenstelling van staalslakken verschilt afhankelijk van het productieproces.



Figuur 1. Links: breuksteen (bron: RWS Beeldbank), rechts: LD-staalslakken (bron: www.dehoop-bouwgrondstoffen.nl)

De realisering van de vooroeververdedigingen wordt in fasen uitgevoerd, in zogenaamde clusters. Cluster 1 heeft betrekking op de locaties Schelphoek, Cauwersinlaag/Lokkersnol-oost en Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug in de Oosterschelde, en in de Westerschelde op de locaties Zuidwatering en Borssele (Figuur 2). Dit werk is reeds gerealiseerd (Tabel 1). Cluster 2 heeft betrekking op de locaties Schelphoek (II), Burghsluis en Zierikzee in de Oosterschelde en de locaties Hoedekenskerke, Ellewoutsdijk, Borssele en Breskens in de Westerschelde en is deels gerealiseerd voor de locatie Hoedekenskerke.



Figuur 2. Geplande dijkversteviging in het Nederlands Deltagebied. De in dit rapport beschreven monitoring betreft de T4 monitoring van Cluster 1 bij de locatie Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug (meest rechtse van de rood gekleurde locaties) en de T0 monitoring van Cluster 2.2 bij locatie Zierikzee in de Oosterschelde.

Tabel 1. Overzicht van de perioden waarin oeververdedigingen hebben plaatsgevonden voor Cluster 1 en gaan plaatsvinden.

	Locaties	**Periode aanleg vooroeververdediging**
Oosterschelde	Schelphoek (Cluster 1)	16/12/2009 – 29/03/2010
	Schelphoek (Cluster 2.2)	2014
	Burghsluis (Cluster 2.2)	
	Cauwersinlaag/Lokkersnol-oost	01/12/2009 – 22/01/2010
	Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug	07/12/2009 – 23/02/2010
	Zierikzee	2014
Westerschelde	Zuidwatering/Ritthem	11/08/2009 – 01/12/2009
	Hoedekenskerke (Cluster 2.1 gedeeltelijk)	
	Hoedekenskerke (Cluster 2.2)	
	Breskens (Cluster 2.2)	
	Ellewoutsdijk (Cluster 2.2)	
	Borssele (Cluster 2.2)	

1.2 Gevolgen voor het onderwaterleven

Door de "bestortingen" zal de aanwezige lokale flora en fauna (tijdelijk) verdwijnen. Soorten die in de bodem leven zullen worden afgedekt en zich pas weer kunnen vestigen als zich een nieuwe sedimentlaag vormt op de breukstenen en staalslakken. Daarnaast komen er door het gebruik van staalslakken en breukstenen mogelijk zware metalen in het water wat effecten zou kunnen hebben op biota. Welke metalen uitlogen en in welke mate is afhankelijk van de chemische samenstelling en eigenschappen van de breukstenen en staalslakken en het omringende milieu.

Sinds 2009 wordt in de Ooster- en Westerschelde monitoring uitgevoerd om een beter beeld te krijgen van de eco(toxico)logische effecten van de bestorting met staalslakken.
In 2009 is daartoe, voorafgaand aan de werkzaamheden op de locaties, een zogenaamd T0-onderzoek (T-nul) uitgevoerd, waarin zowel de soortendiversiteit van flora en fauna als de gehalten aan zware metalen in een aantal organismen op de te verdedigen vooroevers zijn bepaald. In 2010, 2011 en 2012 hebben respectievelijk een T1-monitoring (één jaar na aanleg van de vooroeververdediging van Cluster 1), een T2-monitoring (twee jaar na aanleg) en een T3-monitoring (drie jaar na aanleg) plaatsgevonden.

1.2.1 Doel van dit onderzoek

Rijkswaterstaat heeft aan IMARES opdracht gegeven om in 2013 de T4 monitoring voor Cluster 1 locatie Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug in de Oosterschelde, en de T0 monitoring voor locatie Zierikzee (Cluster 2.2) uit te voeren. Het doel van deze monitoring is het bepalen van de samenstelling en biodiversiteit van de aanwezige levensgemeenschappen op harde en zachte substraten, en de bepaling van de gehalten aan zware metalen in mosselen en oesters. De monitoring is uitgevoerd in samenwerking met Stichting Zeeschelp en TNO.

De **kennisvragen** voor de T4 van Cluster 1 Zeelandbrug en T0 van Cluster 2-deel 2 Zierikzee betreffen:

1. a. Zijn op de Cluster 1 locaties drieënhalf tot vier jaar na het aanbrengen van de vooroeververdediging flora en fauna gevestigd op het nieuwe hard substraat en hoe zijn de aangetroffen soorten te vergelijken met de T0, T1, T2, T3 en referentielocaties?
   b. Is er verschil in gemeenschappen op breukstenen en staalslakken in het sublittoraal?
   c. Welke hard substraat gemeenschappen komen voor bij Cluster 2.2 Zierikzee in de T0-situatie?

2. a. Hebben op de Cluster 1 locaties infauna soorten zich gevestigd in nieuw gevormde zandplekken (sediment) op het nieuwe hard substraat drieënhalf tot vier jaar na het aanbrengen van de vooroeververdediging en hoe zijn de aangetroffen soorten te vergelijken met de T0, T1, T2, T3 en referentielocaties?
   b. Welke infauna gemeenschappen komen voor bij Cluster 2.2 Zierikzee in de T0-situatie?

3. Wat zijn de gehalten aan zware metalen in schelpdieren die op de pijler van de Zeelandbrug voorkomen, drieënhalf tot vier jaar na het aanbrengen van de vooroeververdediging op de Cluster 1 locaties en hoe zijn deze gehalten vergeleken met de T0, T1, T2, T3 en referentielocaties?

Dit rapport is gebaseerd op drie onderliggende deel-rapportages, die meer details bevatten: inventarisatie hard substraat (De Kluijver et al., 2014), inventarisatie zacht substraat (Tangelder et al., 2014) en zware metalen in biota (Schellekens et al., 2014). Het rapport is een vervolg op de rapportages over de T0 monitoring in 2009 (Van den Heuvel-Greve, 2010), de T1 monitoring in 2010 (Van den Heuvel-Greve et al., 2011) en de T2 monitoring in 2011 (Van den Heuvel-Greve et al., 2012) en de T3 monitoring in 2012 (Van den Heuvel-Greve et al., 2013).

1.3 Leeswijzer

Dit rapport is opgebouwd volgens de gebruikelijke structuur van een onderzoeksrapport met methoden, resultaten, conclusie, discussie en aanbevelingen. In deze hoofdstukken wordt telkens een driedeling gehanteerd waarbij hard substraat gemeenschappen, infauna gemeenschappen en gehalten aan zware metalen in biota worden besproken.

2. Methoden

2.1 Onderzoekslocatie

In Cluster I zijn op basis van urgentie de vooroevers op verschillende locaties in de Oosterschelde en de Westerschelde versterkt. Deze locaties zijn in de periode 2009-2012 gevolgd. In 2013 is, net als in 2012, geen volledige monitoring van alle locaties uitgevoerd, maar is besloten om op één locatie een vinger aan de pols te houden om de ontwikkeling van planten, dieren en gehalten van metalen te kunnen blijven volgen. Daarnaast staat in 2014 de bestorting van Cluster 2 gepland en is voor locatie Zierikzee een T0-meting uitgevoerd. Deze rapportage richt zich dus op de T4-meting van locatie Zeelandbrug en de T0-meting van locatie Zierikzee. De metingen hiervoor zijn in 2013 uitgevoerd.

Tabel 2 geeft een overzicht van de lokaties waar monitoring is uitgevoerd op staalslak bestorte dijkvakken in de Oosterschelde en Westerschelde. Tabel 3 geeft een uitgebreider overzicht waar ook de referentie locaties zijn opgenomen en waar onderzoek naar hard- en zacht substraat gemeenschappen en gehalten aan zware metalen in biota is uitgevoerd.

De gemonitoorde locaties in 2013 liggen langs de noordelijke oever van de Oosterschelde, de zuidkust van Schouwen-Duiveland, en bevinden zich bij de Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug (Cluster 1) en Zierikzee (Cluster 2.2). Op deze locaties heeft Stichting Zeeschelp veldwerk opnames gedaan van flora en fauna op hard substraat, sediment bemonsterd t.b.v. infauna-analyses, en schelpdierenbemonsterd t.b.v. analyses van zware metalen. De verwerking van data en datarapportage voor flora en fauna van hard substraat is uitgevoerd door Stichting Zeeschelp (zie deelrapport De Kluijver et al., 2014). De determinatie, dataverwerking en datarapportage voor infauna is uitgevoerd door IMARES (zie deelrapport Tangelder et al., 2014). De analyse van zware metalen is uitgevoerd door TNO-Triskelion en datarapportage door IMARES (zie deelrapport Schellekens et al., 2014).

Tabel 2. Monitoringslocaties van de vooroeververdediging van Cluster 1 en Cluster 2.2 in de Oosterschelde (OS) en Westerschelde (WS). De T4 van Cluster 1 is uitgevoerd op de locatie Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug en de T0 van Cluster 2.2 op locatie Zierikzee (grijs gearceerde rijen).

Bekken	Locatie	T0	T1	T2	T3	T4	Andere gebruikte namen voor deze locatie binnen dit project
OS	Schelphoek-west	2009	2010	2011	-	-	
OS	Schelphoek-midden	2009	2010	2011	-	-	Schelphoek stortvak
OS	Schelphoek-oost	2009	2010	2011	-	-	
OS	Lokkersnol-oost	2009	2010	2011	-	-	Cauwersinlaag/Lokkersnol-oost
OS	Zeelandbrug-west	2009	2010	2011	2012	2013	Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-west/Kurkenol (Zeel-w)
OS	Zeelandbrug-midden	2009	2010	2011	2012	2013	Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-midden (Zeel-m)
OS	Zeelandbrug-pijler	2009	2010	2011	2012	2013	Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-Zeelandbrug
OS	Zeelandbrug-oost	2009	2010	2011	2012	2013	Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-oost, De Val-oost (Zeel-o)
OS	Zierikzee (Cluster 2.2)	-	-	-	-	2013 (T0)	Zierikzee havenhoofd west (Zie)
OS	Burghsluis	-	2010	-	-	-	
OS	Schelphoek-west II	-	2010	-	-	-	
WS	Ritthem-west	2009	2010	2011	-	-	Zuidwatering-west
WS	Ritthem-midden	2009	2010	2011	-	-	Zuidwatering-midden
WS	Ritthem-oost	2009	2010	2011	-	-	Zuidwatering-oost

*Tabel 3. Monitoringslocaties van de vooroeververdediging van Cluster 1 en Cluster 2.2 (Zierikzee) in de **Oosterschelde** (links) en de **Westerschelde** (rechts). De kleuren geven aan welke monitoring is verricht: hard substraat gemeenschappen (groen), infauna gemeenschappen (rood), en zware metalen (blauw). De T0 meting heeft plaatsgevonden in 2009, tenzij anders vermeldt. Ook is aangegeven of het om een locatie gaat waar de vooroever wordt verdedigd (stortlocatie) of een locatie die als referentie is gebruikt (referentielocatie).*

Locaties Oosterschelde*	T0 (2009)	T1 (2010)	T2 (2011)	T3 (2012)	T4 (2013)
Burghsluis-west (stortlocatie, cluster 2)					
Schelphoek-west (stortlocatie, cluster 1)					
Schelphoek-west II (stortlocatie, cluster 2)					
Schelphoek-midden (stortlocatie, cluster 1)					
Schelphoek-oost (stortlocatie, cluster 1)					
Lokkersnol-oost (stortlocatie, cluster 1)					
Zeelandbrug-west (stortlocatie, cluster 1)					
Zeelandbrug-midden (stortlocatie, cluster 1)					
Zeelandbrug-pijler (stortlocatie, cluster 1)					
Zeelandbrug-oost (stortlocatie, cluster 1)					
Zierikzee (stort-/referentie locatie)					T0 T0 T0

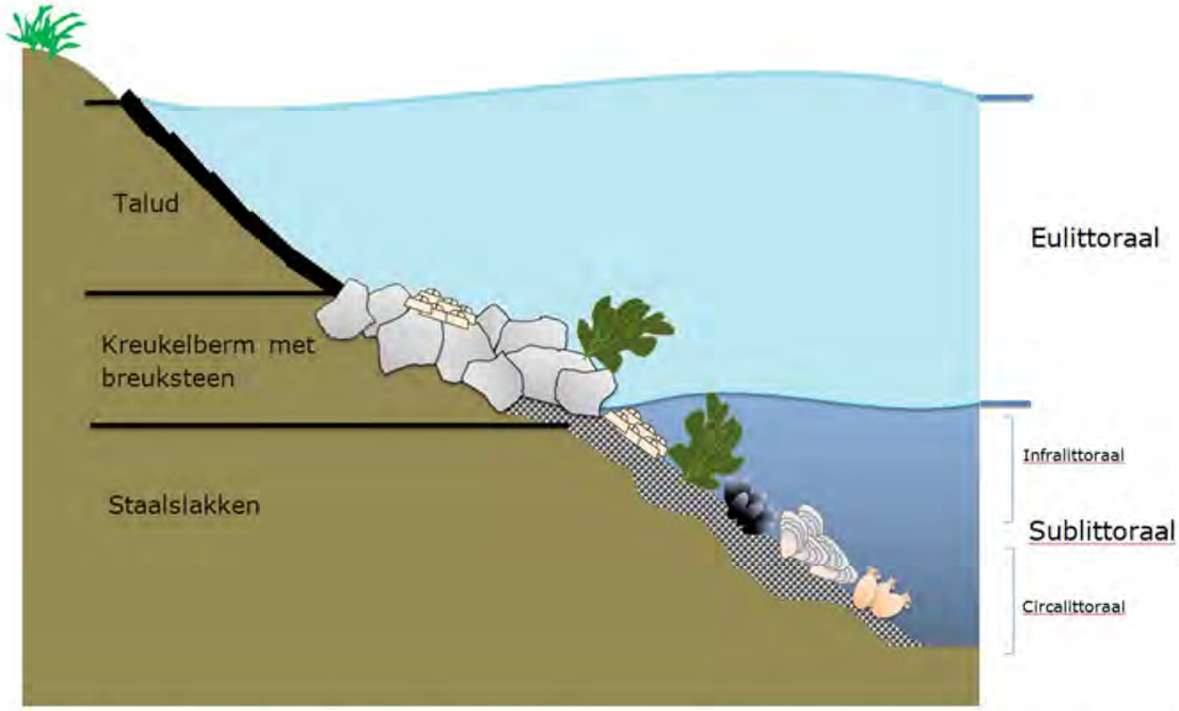
Locatie Westerschelde*	T0 (2009)	T1 (2010)	T2 (2011)	T3 (2012)	T4 (2013)
Ritthem-west (stortlocatie)					
Ritthem-midden (stortlocatie)					
Ritthem-oost (stortlocatie)					
Borssele (stortlocatie)		T0 T0 T0			
Ellewoutsdijk-west (stortlocatie)		T0 T0 T0			
Ellewoutsdijk-midden (stortlocatie)		T0 T0 T0			
Ellewoutsdijk-haven (stortlocatie)		T0	T0		
Hoedekenskerke-zuid (stortlocatie)		T0 T0 T0			
Hoedekenskerke-haven (stortlocatie)		T0 T0 T0			
Hoedekenskerke-noord (stortlocatie)		T0 T0 T0			

*In bovenstaande tabel staan niet de referentie locaties waar alleen in één of enkele jaren:

- Alleen zacht substraat is bemonsterd: Westbout, Zuidbout, Zandhoek en Katshoek in de Oosterschelde en Kapellebank, Ossenisse, Paulinapolder, Slijkplaat in de Westerschelde
- Alleen hard substraat is bemonsterd: Burghsluis-R, Plompetoren Schelphoek-westnol, Schelphoek-oost, Flauwers, De Val Oosterlijke Havendam, Kisternol, Weldamseweg, Zijpe Blindedam, Zijpe Zoetersbout en Zijpe-R in de Oosterschelde en Sloehaven, Waarde-haven, Waarde-Oost, Zimmerman-haven en Baalhoek in de Westerschelde.
- Alleen zware metalen zijn bemonsterd: Kurkenol in de Oosterschelde

2.2 Inventarisatie van flora en fauna op hard substraat

De inventarisatie van de levensgemeenschappen op hard substraat voor de T4 monitoring is uitgevoerd in de periode juli-augustus in 2013. Daarbij is zowel de zone tussen de hoog- en laagwaterlijn (eulittoraal) als de zone beneden de laagwaterlijn onderzocht (sublitoraal) (Figuur 3). In het sublitoraal is daarbij bemonsterd op drie verschillende diepten: 1.5-4.0 meter (infralittoraal) en 4.1-10.0 meter en 10.1 -18.5 meter (circalittoraal).



Figuur 3. Dwarsdoorsnede van een dijk. Het eulittoraal is de getijdenzone boven de laagwaterlijn. Het sublittoraal is de zone onder de laagwaterlijn.

Eulittoraal: bemonstering talud en kreukelberm
In het eulittoraal zijn opnamen gemaakt door een kwadrant van 50*50 cm over het substraat te plaatsen en daarbinnen de bedekkingspercentages van de aanwezige organismen te schatten. Aansluitend op elk kwadrant is een nieuw kwadrant bemonsterd totdat de laagwaterlijn is bereikt. Op deze manier is de aaneensluitende bedekking van flora en fauna over de gehele getijdenzone gekwantificeerd. Het getijverschil bepaalt de breedte van de eulittorale zone, het maximale getijverschil langs de kust van Schouwen-Duiveland varieert van 2.9 meter in het westelijke deel tot 3.3 meter in het Zijpe. De volgende eulittorale locaties zijn onderzocht:

- Zeelandbrug (Zuidhoek/de Val oost), midden en west: begin 2010 is de vooroever versterkt waarbij de kreukelberm is verlengd. Het talud bestaat uit basalt en een kreukelberm van breuksteen (Figuur 4).
- Zierikzee (ten westen van het havenhoofd): de inventarisatie is al in mei uitgevoerd omdat in 2013 het talud van de Cauwersinlaag tot aan het havenkanaal van Zierikzee is vernieuwd. Het talud bestaat uit basalt met een kreukelberm van grof breuksteen (Figuur 4).
- Referentie locaties: Westbout, Burghsluis (T0 en referentie), Plompetoren en De Val. De referentie locaties geven een beeld van een volledig ontwikkelde situatie in het gebied. Voor de ontwikkeling van een pioniersgemeenschap zijn geen referentielocaties beschikbaar.



Figuur 4. Het eulitoraal op locatie Zeelandbrug Oost (links) en Zierikzee (rechts) in 2013 (De Kluijver et al., 2014).

Sublitoraal: bemonstering beneden laagwaterlijn

In de sublittorale zone is gewerkt met stations waar op verschillende diepten de sessiele organismen zijn gekwantificeerd. Per station zijn binnen 3 kwadranten (totaal 31 dm^2) de bedekkingspercentages van alle sessiele (=vastzittende) organismen in verticale projectie geschat. De organismen zijn voor zover als mogelijk onder water gedetermineerd en uit ieder kwadrant zijn monsters meegenomen voor verdere determinatie onder de microscoop. Per diepte zijn, waar mogelijk, zowel breuksteen als staalslakken bemonsterd. In de infralittorale en circalittorale zone zijn de staalslakken afgedekt met breuksteen en was een bemonstering van de staalslakken bij de Zeelandbrug niet altijd mogelijk. Op de stations zijn ook bodem- en watermonsters genomen voor de bepaling van de fractieverdeling van de bodemsedimenten en de temperatuur, pH, saliniteit en zuurstofverzadiging van het water.
De volgende sublittorale locaties zijn onderzocht:

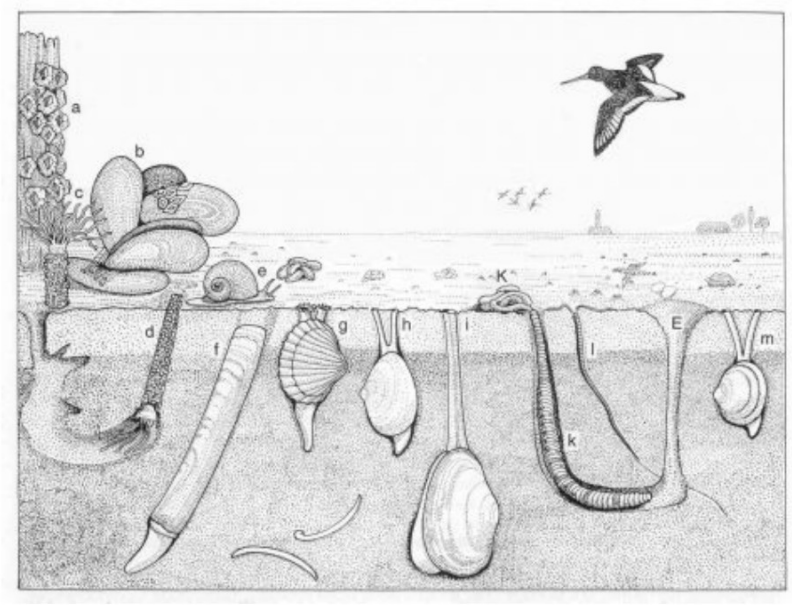
- Zeelandbrug (Zuidhoek/de Val) oost, midden, west en de pijler: de vooroever is hier in 2010 verdedigd.
- Zierikzee (ten westen van het havenhoofd): de vooroever wordt hier in 2014 verdedigd.
- Referentie locaties: Westbout, Burghsluis, Plompetoren, Flauwers, Kisternol, Lokkersnol, Weldamseweg, Kulkenol, Zuidbout en Zijpe (Blindedam en Zoetersbout). Deze referentielocaties geven een beeld van de volledig ontwikkelde situatie. Deze referentielocaties komen voort uit de jaarlijkse hard substraat bemonstering van Stichting Zeeschelp. Voor de ontwikkeling van een pioniersgemeenschap zijn geen referentielocaties beschikbaar.

Analyse van gemeenschappen

Om een uitspraak te kunnen doen of de levensgemeenschappen van de T0 verschillen met de T4-situatie is een clusteranalyse uitgevoerd met logaritmisch getransformeerde data (zie de Kluijver et al., 2014 voor meer achtergronden). Bij een clusteranalyse worden de soorten gegroepeerd tot clusters van gemeenschappen. Op deze manier kan op gemeenschapsniveau inzicht verkregen worden in verandering van levensgemeenschappen. De analyse is uitgevoerd met het programma MVSP (Kovach, 1999) met de 'Bray-Curtis coëfficiënt' in combinatie met de 'average-linkage' methode. Voor de analyses zijn data gebruikt uit de periode 2005-2012, die afkomstig zijn van monitoringsactiviteiten van Stichting Zeeschelp. Vervolgens is een inverse analyse uitgevoerd zoals beschreven in Kaandorp (1986), dat een onderscheid mogelijk maakt tussen dominante en karakteristieke soorten. Soorten worden als dominant of karakteristiek beschouwd indien zij een bedekkingspercentage van ≥ 4% bereiken. Indien een soort minder dan 4% voorkomt, maar slechts in één cluster voorkomt, is deze beperkt tot dat cluster.

2.3 Inventarisatie van fauna in zacht substraat (sediment)

Infauna zijn dieren die leven in de zachte bodem (Figuur 5). De monitoring richt zicht op de aanwezige fauna in het sediment wat is neergeslagen op de nieuwe bestorting. De biota van de zachte substraten zijn bemonsterd met behulp van steekbuizen op dezelfde diepten als de stations van de harde substraten in de sublittorale zone. Naast de onderzoekslocaties Zeelandbrug (oost, midden en west) en Zierikzee zijn voor dit deel van het onderzoek Zuidbout en Westbout als referentielocaties geselecteerd. Voor meer achtergronden over de infauna analyse zie Tangelder et al., 2014.



Figuur 5. Infauna zijn bodemdieren die leven in "zacht substraat" van bijvoorbeeld zand of slib (bron:www.senckenberg.de)

Per diepte zijn 6 steekbuizen (6,5 cm doorsnede) genomen tot circa 30 cm in de bodem. Hiervoor moet voldoende sediment aanwezig zijn. De monsters zijn over 1 mm gezeefd en gefixeerd met borax gebufferde formaline (4%). Het uitzoeken van de monsters en determinatie van soorten heeft plaatsgevonden in het IMARES laboratorium in Yerseke.
De monsters zijn vervolgens geïdentificeerd, waar mogelijk tot op soort niveau, en geteld om de dichtheden te kunnen bepalen. Door de manier van bemonsteren kan het voorkomen dat fragmenten van een organisme aanwezig zijn in het monster. Tevens vindt de bemonstering plaats op het moment dat veel organismen in juveniele stadia aanwezig zijn. Hierdoor is het niet altijd mogelijk om de organismen tot soort niveau op naam te brengen en wordt er een hoger taxonomisch niveau gehanteerd.

Voor infauna gemeenschappen zijn totale abundantie en diversiteit (soortenrijkdom en dichtheden) berekend. Daarnaast is een clusteranalyse uitgevoerd met de data van de T0- , T1-, T2-, T3- en T4-monitoring van respectievelijk 2009, 2010, 2011, 2012 en 2013 om te beoordelen of er veranderingen op gemeenschapsniveau zijn opgetreden. De analyse is uitgevoerd met logaritmisch getransformeerde data, met het programma MVSP (Kovach, 1999) met de 'Bray-Curtis' coëfficiënt in combinatie met de 'average-linkage' methode.

Sedimentkarakteristieken van de bovenste centimeter van de sedimentlaag zijn bepaald door de monsters te zeven over 7 gekalibreerde zeven (2.8-0.053 mm). De karakteristieken zijn uitgedrukt als de procentuele bijdrage van de drooggewichten van de verschillende fracties. Op basis van de dominante fracties is een typologie voor de bodemsedimenten opgesteld. Het percentage organische stof is bepaald van de bovenste zes cm van het bodemsediment door de monsters te drogen bij 70ºC en vijf uur te verassen bij 525ºC.

2.4 Determinatie van zware metalen in biota

In 2009–2013 is het gehalte aan zware metalen in verschillende organismen afkomstig van de Zeelandbrug gemeten. Voor meer achtergronden van de analyse van zware metalen in biota zie Schellekens et al., 2014.

Bemonstering geschikte biota

Niet alle organismen zijn per definitie bruikbaar en geschikt voor de analyse op zware metalen. Daarom is de selectie van organismen gedaan op basis van een aantal criteria:

- Representatief voor hard substraat habitat en bij voorkeur vastzittend op het harde substraat
- De soort komt ook voor op andere stortlocaties t.b.v. vergelijking
- Het organisme heeft voldoende biomassa voor de chemische analyse en is in voldoende hoeveelheden aanwezig.

In 2009-2011 (Tx,,, Txx) zijn in één of meerdere jaren verschillende soorten bemonsterd, te weten: blaaswier (*Fucus vesiculosus*), drie zakpijpsoorten (*Styela clava*, *Ciona intestinalis*, *Ascidiella aspersa*), de gewone zeester (*Asterias rubens*), gewijspons (*Haliclona oculata*) en twee schelpdiersoorten op de pijler van de Zeelandbrug (de mossel *Mytilus edulis* en de Japanse oester *Crassostrea gigas*).

In 2012 (Tx) en 2013 (tx) is in opdracht van de opdrachtgever alleen gemeten in schelpdieren (de mossel *M. edulis* en de oester *C. gigas*) bij de Zeelandbrug om gehalten aan metalen nabij de vooroeververdediging te kunnen blijven volgen.

In 2013 zijn tussen eind juli en begin september mosselen (*M. edulis*) en Japanse oesters (*C. gigas*) bemonsterd op de pijler Zeelandbrug in de Oosterschelde door Stichting Zeeschelp. De oesters zijn op de pijlers verzameld, de mosselen aan de onderzijde van het opzetstuk op -1.8 meter NAP diepte. Van beide soorten zijn per monster meerdere individuen (minstens een tiental tot tientallen stuks) samengenomen voor een mengmonster. De monsters zijn in triplo (drie posities op de pijler) verzameld. De bemonstering van biota bij locatie Zierikzee zijn niet beschreven in de rapportage, voor de ruwe data zie bijlage 7.

Chemische analyse van zware metalen

De keuze van de te analyseren metalen is gebaseerd op de lijst van zware metalen die in het Besluit Bodemkwaliteit staan. Additioneel op deze stoffenlijst zijn ook Al (aluminium), Fe (ijzer) en Mn (mangaan) geanalyseerd, omdat deze metalen uit staalslakken kunnen logen. Dezelfde set is in 2009 (T0), 2010 (T1) 2011 (T2), 2012 (T3) en 2013 (T4) geanalyseerd.
Het betreft de volgende stoffen:

- Al (aluminium)
- As (arseen)
- Ba (barium)
- Cd (cadmium)
- Co (kobalt)
- Cr (chroom)
- Cu (koper)
- Fe (ijzer)
- Hg (kwik)
- Mn (mangaan)
- Mo (molybdeen)
- Ni (nikkel)
- Pb (lood)
- Sb (antimoon)*
- Se (seleen)
- Sn (tin)*
- V (vanadium)
- Zn (zink)

*Uit de analyse blijkt dat elk jaar (2009-2013) de concentraties van antimoon (Sb) en tin (Sn) onder de detectielimieten (aantoonbaarheidsgrens) blijven. Er is daarom voor gekozen deze metalen niet verder mee te nemen in de rapportage. De overige 16 metalen zijn wel meegenomen.

Na bemonstering van de schelpdieren zijn de monsters getransporteerd en gesorteerd opgeslagen in met zuur gespoelde en gewassen glazen flessen. De pincetten die gebruikt zijn tijdens deze handeling zijn van kunststof. De monsters zijn opgeslagen bij -26 ^{0}C, in gewassen, zuur- en demi-gespoelde glazen flessen, afgedicht met Idpe-inlegstop en PP-schroefdeksel. De schelpdieren zijn voor de duur van een nacht verwaterd, voordat ze in de vriezer zijn opgeslagen. Verwatering vond plaats in een kunststofaquarium van ongeveer 500 liter welke continue doorstroomd werd met zeewater afkomstig uit de Oosterschelde.

Het vlees van de schelpdieren is gebruikt voor analyse van zware metalen uitgevoerd door TNO-Triskelion te Zeist. Volgens voorschrift is na homogenisatie een deel van het monster in duplo (tweevoudig) ontsloten met salpeterzuur en waterstofperoxide. In de verkregen oplossing is het gehalte bepaald m.b.v. ICP-MS. De kwantificering heeft plaatsgevonden aan de hand van externe kalibratiestandaarden en om te corrigeren voor fluctuaties in de apparatuur is gebruik gemaakt van een interne standaard (rhodium). Tot slot is het droge stof gehalte van de oesters en mosselen bepaalt na drogen in een stoof op 300±3°C.

Databewerking

Om inzicht te krijgen in de variatie van de metaalconcentratie is de standaarddeviatie (standaardafwijking) berekend voor een steekproef (n-1) als maat voor deze spreiding. Hoe groter deze waarde hoe groter de verschillen tussen de verschillende waarnemingen. Om de variatie tussen metalen te kunnen vergelijking is tevens het procentuele aandeel van de standaarddeviatie op het gemiddelde berekend. Trends in metaalconcentratie zijn onderzocht aan de hand van lineaire regressie waarbij metaalconcentratie afhankelijk is van het jaartal en niet verklaarde variatie. Significantie van deze trend is onderzocht door een ANOVA toets. Berekening van de lineaire trendlijn, significantie van deze trend, standaarddeviatie zijn uitgevoerd in R (R Development Core Team, 2012). De Pollution Load Index (PLI) is berekend als maat voor de totale metaalvervuiling (Tomlinson et al., 1980). In feite betreft de index het geometrisch gemiddelde van de concentraties van alle metalen.

3. Resultaten

3.1 Inventarisatie van flora en fauna op hard substraat

De Oosterschelde is een open zeearm en heeft in tegenstelling tot een echt estuarium een relatief hoog zoutgehalte. Toch vertonen de hardsubstraat levensgemeenschappen een west-oost verdeling zowel in het eulittoraal als sublitoraal. De locaties Zeelandbrug en Zierikzee liggen in een breed middengebied van deze verdeling.

3.1.1 Eulittoraal (getijdenzone)

De begroeiing in de eulittorale zone is naast de hoogte in het transect, afhankelijk van verschillende parameters, waarvan de dijkvorm, aard van de bekledingsmaterialen, expositie aan licht en waterbeweging en type voorland de belangrijkste zijn. Over het algemeen vormen de westelijke hardsubstraat gemeenschappen een soortenrijke gezaagde zee-eik-gemeenschap hoog op het talud en kreukelberm. De oostelijke locaties worden gedomineerd door een blaaswier met roodwiergemeenschap op het talud en een zeepokken-oester-gemeenschap op de kreukelberm.

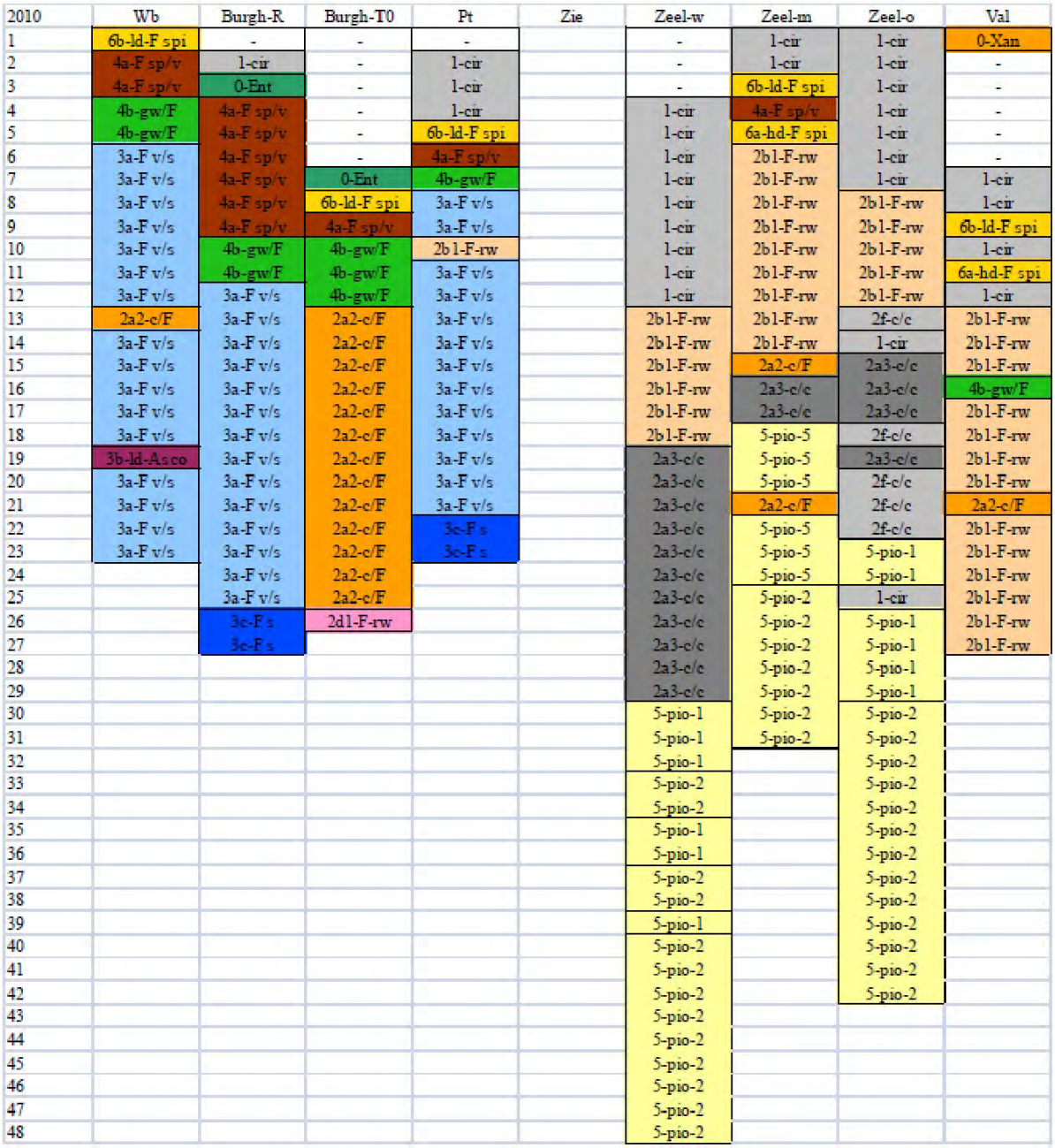
Figuren 6 t/m 10 laten de resultaten zien van de inventarisatie hardsubstraat gemeenschappen in 2009-2013 voor locaties Zeelandbrug en Zierikzee en referentielocaties. Een beschrijving van de gemeenschappen die in deze figuren benoemd staan is te vinden in Bijlage 1. Verschillen in de lengte van de transecten over de jaren worden veroorzaakt door het aanbrengen van een nieuwe kreukelberm op de locaties bij de Zeelandbrug (waardoor de oevers minder steil en dus langer zijn geworden), en door verschil in het laagwater niveau tijdens de bemonstering.

Op de locatie Zeelandbrug bestaat de aanwezige zonering van de oostelijke gemeenschappen in 2009 uit blaas- en roodwieren op het talud en een zeepokken-oester gemeenschap op de kreukelberm. In het voorjaar van 2010 is een nieuwe kreukelberm nabij de laagwaterlijn op de oude kreukelberm gestort. De jaarlijkse verschillen in bedekkingen van fauna-groepen en bruin- en groenwieren komen overeen met veranderingen op de ernaast gelegen referentie locatie De Val. Op de nieuwe kreukelberm is in 2010 een pioniersgemeenschap ontstaan. Zeepokken, purperwier en groenwieren domineerden deze gemeenschap. In 2011 kwamen drie verschillende Fucus-soorten gezoneerd voor. In 2012 bestond deze zonering alleen uit blaaswier en gezaagde zee-eik. In 2013 nam de bedekking van de gezaagde zee-eik verder toe wat aangeeft dat deze gemeenschap nog steeds in ontwikkeling is, maar nog niet overeenkomstig met de zonering tijdens de T0-situatie.

Op de ongestoorde locatie Zierikzee zijn in 2013 de hard substraat gemeenschappen op het talud en kreukelberm vergelijkbaar met de gemeenschappen in dezelfde geografische verdeling van het middengebied. Op het talud van basalt kwamen gezoneerd de klein darmwier-gemeenschap, de gemengde Fucus-gemeenschap (met *F. spiralis* en *F. vesiculosus)*, de blaaswier met zeepokken-gemeenschap en de blaaswier met het kruiproodwier (*Feldmanophycus okamurae*) voor. Binnen deze laatste gemeenschap is ook de gezaagde zee-eik waargenomen. Op het onderste deel van het talud wat bedekt is met asfalt zijn groenwieren (*Ulothrix cf. speciosa* en *Cladophora albida*) en het roodwier (*Polysiphonia violacea*) dominant. Op de kreukelberm zijn zeepokken dominant, met het kruiproodwier (*Gelidium pusillum*) op de hogere delen, en de Japanse oester (*C. gigas*) nabij de laagwaterlijn.

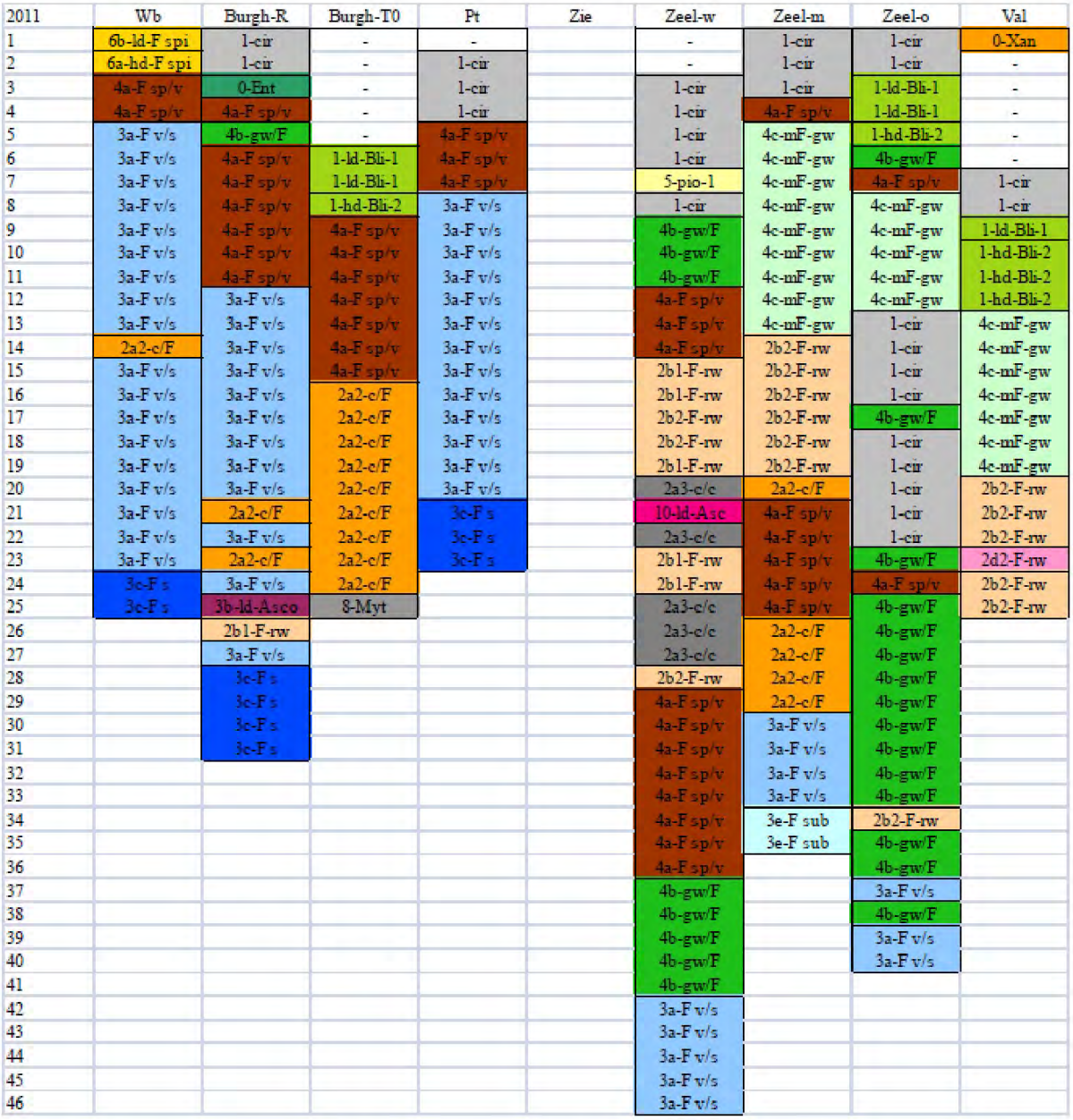
2009	Wb	Burgh-R	Burgh-T0	Pt	Zie	Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o	Val
1	4a-F sp/v	-		1-cir		-	1-cir	1-cir	0-Xan
2	4a-F sp/v	-		1-cir		1-L sax	1-cir	1-cir	0-Xan
3	3a-F v/s	-		6b-ld-F spi		1-cir	6b-ld-F spi	1-cir	-
4	3a-F v/s	1-cir		6b-ld-F spi		1-cir	6b-ld-F spi	1-cir	-
5	3a-F v/s	1-cir		4a-F sp/v		1-cir	6b-ld-F spi	1-cir	-
6	3a-F v/s	5-pio-1		4a-F sp/v		1-cir	2b1-F-rw	2b1-F-rw	-
7	3a-F v/s	4a-F sp/v		4a-F sp/v		1-cir	2b1-F-rw	1-cir	1-L sax
8	3a-F v/s	4a-F sp/v		3b-ld-Asco		1-cir	2b1-F-rw	2a3-c/c	1-cir
9	3a-F v/s	4a-F sp/v		3a-F v/s		1-cir	2b1-F-rw	2b1-F-rw	1-cir
10	3a-F v/s	4a-F sp/v		3a-F v/s		2b1-F-rw	2b1-F-rw	2b1-F-rw	6a-hd-F spi
11	3a-F v/s	4a-F sp/v		3a-F v/s		2b1-F-rw	2b1-F-rw	2b1-F-rw	6a-hd-F spi
12	3a-F v/s	4a-F sp/v		3a-F v/s		2b1-F-rw	2b1-F-rw	2b1-F-rw	1-cir
13	3a-F v/s	4a-F sp/v		3a-F v/s		2b1-F-rw	2b1-F-rw	2b1-F-rw	1-cir
14	3a-F v/s	4a-F sp/v		3a-F v/s		2b1-F-rw	2b1-F-rw	2b1-F-rw	2b1-F-rw
15	3a-F v/s	3a-F v/s		3b-ld-Asco		2b1-F-rw	2b1-F-rw	2a3-c/c	2b1-F-rw
16	3a-F v/s	3a-F v/s		3a-F v/s		2b1-F-rw	2a3-c/c	2b1-F-rw	2b1-F-rw
17	3a-F v/s	3a-F v/s		3b-ld-Asco		2b1-F-rw	2a3-c/c	2b1-F-rw	2b1-F-rw
18	3a-F v/s	3a-F v/s		3b-ld-Asco		2b1-F-rw	2d2-F-rw	2b1-F-rw	2b1-F-rw
19	3a-F v/s	3a-F v/s		3b-ld-Asco		2b1-F-rw	2d2-F-rw	2b1-F-rw	2b1-F-rw
20	3a-F v/s	3a-F v/s				2a3-c/c	2d2-F-rw	2d2-F-rw	2b1-F-rw
21	3a-F v/s	3a-F v/s				2a3-c/c		2d2-F-rw	2b1-F-rw
22	3c-F s	3a-F v/s				2b1-F-rw			2b1-F-rw
23	3c-F s	3a-F v/s				2a3-c/c			2b1-F-rw
24	3c-F s	3a-F v/s				2a3-c/c			2b1-F-rw
25		3a-F v/s							2b1-F-rw
26		4b-gw/F							2d2-F-rw
27		4b-gw/F							2b1-F-rw
28		3a-F v/s							
29		2b2-F-rw							
30		3a-F v/s							
31		3a-F v/s							
32		3c-F s							
33		3c-F s							
34		3c-F s							
35		3a-F v/s							

Figuur 6. De eulittorale transecten en gemeenschappen in 2009 langs de kust van Schouwen-Duiveland van west (links) naar oost (rechts). De kleuren geven de verschillende gemeenschappen aan. Zie bijlage 1 voor de verklaring van de codes. Zie= Zierikzee, Zeel-w = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-west, Zeel-m = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-midden, Zeel-o = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-oost.



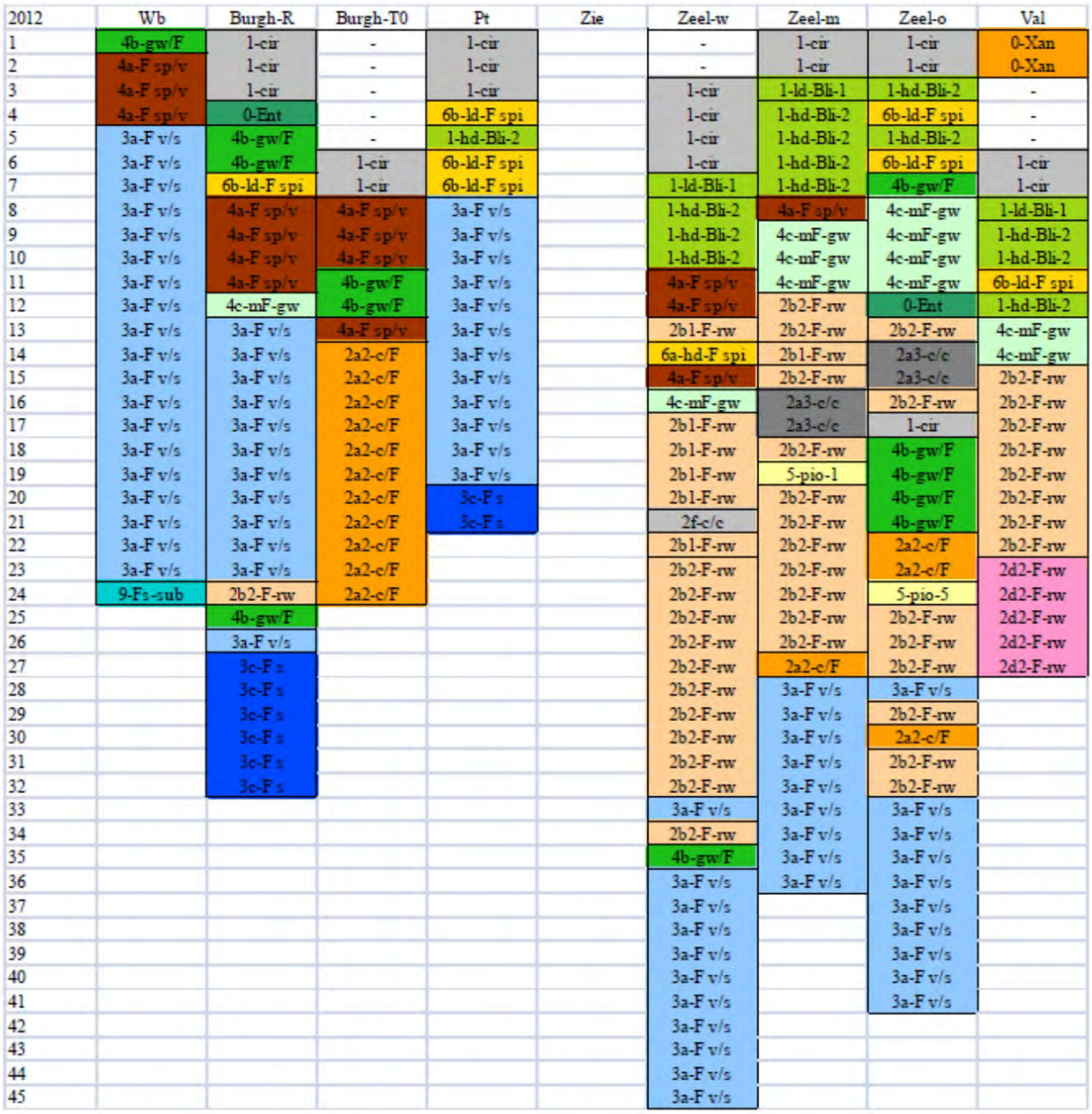
2010	Wb	Burgh-R	Burgh-T0	Pt	Zie	Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o	Val
1	6b-ld-F spi	-	-	-		-	1-cir	1-cir	0-Xan
2	4a-F sp/v	1-cir	-	1-cir		-	1-cir	1-cir	-
3	4a-F sp/v	0-Ent	-	1-cir		-	6b-ld-F spi	1-cir	-
4	4b-gw/F	4a-F sp/v	-	1-cir		1-cir	4a-F sp/v	1-cir	-
5	4b-gw/F	4a-F sp/v	-	6b-ld-F spi		1-cir	6a-hd-F spi	1-cir	-
6	3a-F v/s	4a-F sp/v	-	4a-F sp/v		1-cir	2b1-F-rw	1-cir	-
7	3a-F v/s	4a-F sp/v	0-Ent	4b-gw/F		1-cir	2b1-F-rw	1-cir	1-cir
8	3a-F v/s	4a-F sp/v	6b-ld-F spi	3a-F v/s		1-cir	2b1-F-rw	2b1-F-rw	1-cir
9	3a-F v/s	4a-F sp/v	4a-F sp/v	3a-F v/s		1-cir	2b1-F-rw	2b1-F-rw	6b-ld-F spi
10	3a-F v/s	4b-gw/F	4b-gw/F	2b1-F-rw		1-cir	2b1-F-rw	2b1-F-rw	1-cir
11	3a-F v/s	4b-gw/F	4b-gw/F	3a-F v/s		1-cir	2b1-F-rw	2b1-F-rw	6a-hd-F spi
12	3a-F v/s	3a-F v/s	4b-gw/F	3a-F v/s		1-cir	2b1-F-rw	2b1-F-rw	1-cir
13	2a2-c/F	3a-F v/s	2a2-c/F	3a-F v/s		2b1-F-rw	2b1-F-rw	2f-c/c	2b1-F-rw
14	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3a-F v/s		2b1-F-rw	2b1-F-rw	1-cir	2b1-F-rw
15	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3a-F v/s		2b1-F-rw	2a2-c/F	2a3-c/c	2b1-F-rw
16	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3a-F v/s		2b1-F-rw	2a3-c/c	2a3-c/c	4b-gw/F
17	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3a-F v/s		2b1-F-rw	2a3-c/c	2a3-c/c	2b1-F-rw
18	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3a-F v/s		2b1-F-rw	5-pio-5	2f-c/c	2b1-F-rw
19	3b-ld-Asco	3a-F v/s	2a2-c/F	3a-F v/s		2a3-c/c	5-pio-5	2a3-c/c	2b1-F-rw
20	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3a-F v/s		2a3-c/c	5-pio-5	2f-c/c	2b1-F-rw
21	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3a-F v/s		2a3-c/c	2a2-c/F	2f-c/c	2a2-c/F
22	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3c-F s		2a3-c/c	5-pio-5	2f-c/c	2b1-F-rw
23	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3c-F s		2a3-c/c	5-pio-5	5-pio-1	2b1-F-rw
24		3a-F v/s	2a2-c/F			2a3-c/c	5-pio-5	5-pio-1	2b1-F-rw
25		3a-F v/s	2a2-c/F			2a3-c/c	5-pio-2	1-cir	2b1-F-rw
26		3c-F s	2d1-F-rw			2a3-c/c	5-pio-2	5-pio-1	2b1-F-rw
27		3c-F s				2a3-c/c	5-pio-2	5-pio-1	2b1-F-rw
28						2a3-c/c	5-pio-2	5-pio-1	
29						2a3-c/c	5-pio-2	5-pio-1	
30						5-pio-1	5-pio-2	5-pio-2	
31						5-pio-1	5-pio-2	5-pio-2	
32						5-pio-1		5-pio-2	
33						5-pio-2		5-pio-2	
34						5-pio-2		5-pio-2	
35						5-pio-1		5-pio-2	
36						5-pio-1		5-pio-2	
37						5-pio-2		5-pio-2	
38						5-pio-2		5-pio-2	
39						5-pio-1		5-pio-2	
40						5-pio-2		5-pio-2	
41						5-pio-2		5-pio-2	
42						5-pio-2		5-pio-2	
43						5-pio-2			
44						5-pio-2			
45						5-pio-2			
46						5-pio-2			
47						5-pio-2			
48						5-pio-2			

Figuur 7. De eulittorale transecten en gemeenschappen in 2010 langs de kust van Schouwen-Duiveland van west (links) naar oost (rechts). De kleuren geven de verschillende gemeenschappen aan. Zie bijlage 1 voor de verklaring van de codes. Zie= Zierikzee, Zeel-w = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-west, Zeel-m = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-midden, Zeel-o = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-oost.



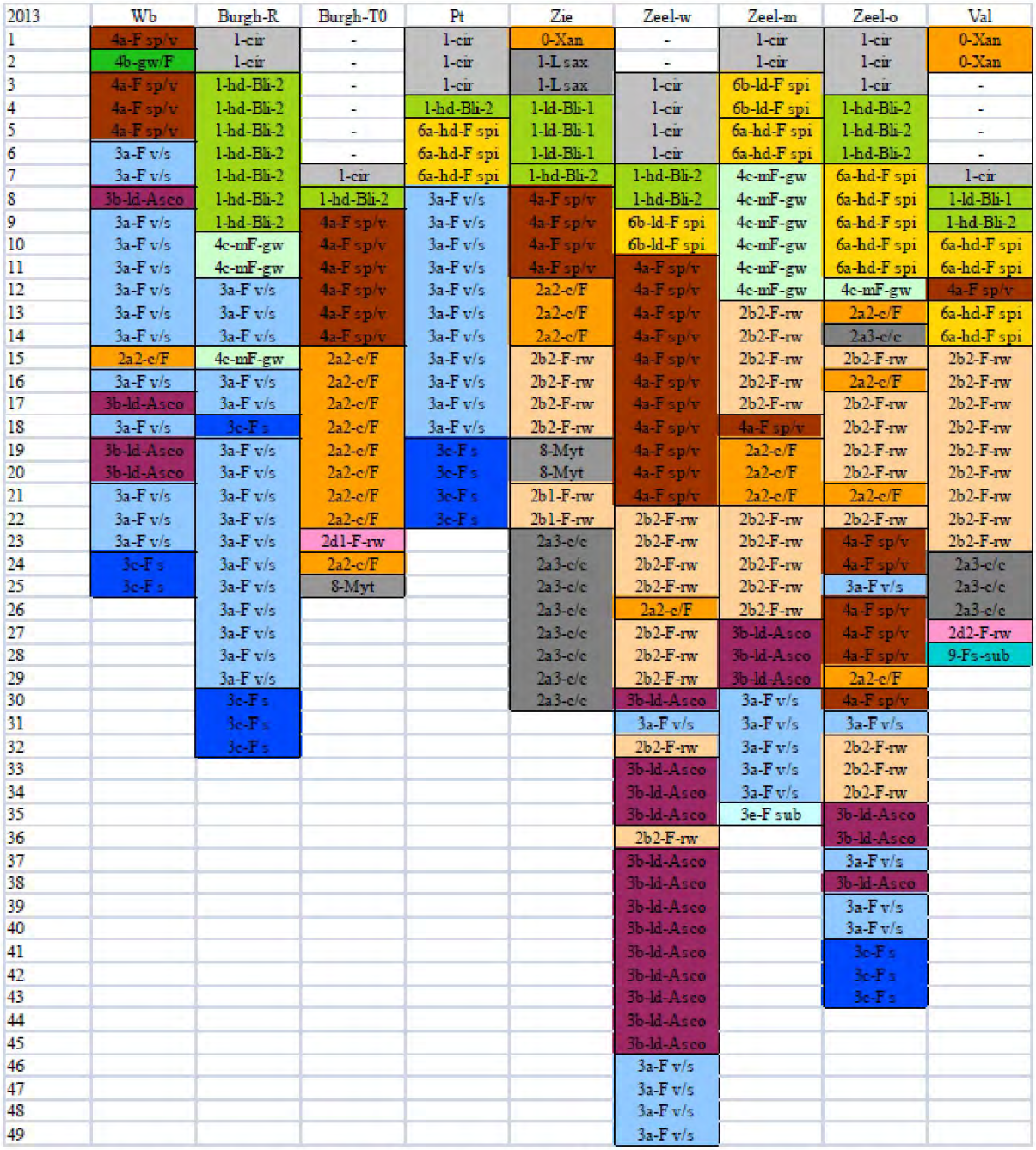
2011	Wb	Burgh-R	Burgh-T0	Pt	Zie	Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o	Val
1	6b-ld-F spi	1-cir	-	-		-	1-cir	1-cir	0-Xan
2	6a-hd-F spi	1-cir	-	1-cir		-	1-cir	1-cir	-
3	4a-F sp/v	0-Ent	-	1-cir		1-cir	1-cir	1-ld-Bli-1	-
4	4a-F sp/v	4a-F sp/v	-	1-cir		1-cir	4a-F sp/v	1-ld-Bli-1	-
5	3a-F v/s	4b-gw/F	-	4a-F sp/v		1-cir	4c-mF-gw	1-hd-Bli-2	-
6	3a-F v/s	4a-F sp/v	1-ld-Bli-1	4a-F sp/v		1-cir	4c-mF-gw	4b-gw/F	-
7	3a-F v/s	4a-F sp/v	1-ld-Bli-1	4a-F sp/v		5-pio-1	4c-mF-gw	4a-F sp/v	1-cir
8	3a-F v/s	4a-F sp/v	1-hd-Bli-2	3a-F v/s		1-cir	4c-mF-gw	4c-mF-gw	1-cir
9	3a-F v/s	4a-F sp/v	4a-F sp/v	3a-F v/s		4b-gw/F	4c-mF-gw	4c-mF-gw	1-ld-Bli-1
10	3a-F v/s	4a-F sp/v	4a-F sp/v	3a-F v/s		4b-gw/F	4c-mF-gw	4c-mF-gw	1-hd-Bli-2
11	3a-F v/s	4a-F sp/v	4a-F sp/v	3a-F v/s		4b-gw/F	4c-mF-gw	4c-mF-gw	1-hd-Bli-2
12	3a-F v/s	3a-F v/s	4a-F sp/v	3a-F v/s		4a-F sp/v	4c-mF-gw	4c-mF-gw	1-hd-Bli-2
13	3a-F v/s	3a-F v/s	4a-F sp/v	3a-F v/s		4a-F sp/v	4c-mF-gw	1-cir	4c-mF-gw
14	2a2-c/F	3a-F v/s	4a-F sp/v	3a-F v/s		4a-F sp/v	2b2-F-rw	1-cir	4c-mF-gw
15	3a-F v/s	3a-F v/s	4a-F sp/v	3a-F v/s		2b1-F-rw	2b2-F-rw	1-cir	4c-mF-gw
16	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3a-F v/s		2b1-F-rw	2b2-F-rw	1-cir	4c-mF-gw
17	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3a-F v/s		2b2-F-rw	2b2-F-rw	4b-gw/F	4c-mF-gw
18	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3a-F v/s		2b2-F-rw	2b2-F-rw	1-cir	4c-mF-gw
19	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3a-F v/s		2b1-F-rw	2b2-F-rw	1-cir	4c-mF-gw
20	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3a-F v/s		2a3-c/c	2a2-c/F	1-cir	2b2-F-rw
21	3a-F v/s	2a2-c/F	2a2-c/F	3c-F s		10-ld-Asc	4a-F sp/v	1-cir	2b2-F-rw
22	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3c-F s		2a3-c/c	4a-F sp/v	1-cir	2b2-F-rw
23	3a-F v/s	2a2-c/F	2a2-c/F	3c-F s		2b1-F-rw	4a-F sp/v	4b-gw/F	2d2-F-rw
24	3c-F s	3a-F v/s	2a2-c/F			2b1-F-rw	4a-F sp/v	4a-F sp/v	2b2-F-rw
25	3c-F s	3b-ld-Asco	8-Myt			2a3-c/c	4a-F sp/v	4b-gw/F	2b2-F-rw
26		2b1-F-rw				2a3-c/c	2a2-c/F	4b-gw/F	
27		3a-F v/s				2a3-c/c	2a2-c/F	4b-gw/F	
28		3c-F s				2b2-F-rw	2a2-c/F	4b-gw/F	
29		3c-F s				4a-F sp/v	2a2-c/F	4b-gw/F	
30		3c-F s				4a-F sp/v	3a-F v/s	4b-gw/F	
31		3c-F s				4a-F sp/v	3a-F v/s	4b-gw/F	
32						4a-F sp/v	3a-F v/s	4b-gw/F	
33						4a-F sp/v	3a-F v/s	4b-gw/F	
34						4a-F sp/v	3e-F sub	2b2-F-rw	
35						4a-F sp/v	3e-F sub	4b-gw/F	
36						4a-F sp/v		4b-gw/F	
37						4b-gw/F		3a-F v/s	
38						4b-gw/F		4b-gw/F	
39						4b-gw/F		3a-F v/s	
40						4b-gw/F		3a-F v/s	
41						4b-gw/F			
42						3a-F v/s			
43						3a-F v/s			
44						3a-F v/s			
45						3a-F v/s			
46						3a-F v/s			

Figuur 8. De eulittorale transecten en gemeenschappen in 2011 langs de kust van Schouwen-Duiveland van west (links) naar oost (rechts). De kleuren geven de verschillende gemeenschappen aan. Zie bijlage 1 voor de verklaring van de codes. Zie= Zierikzee, Zeel-w = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-west, Zeel-m = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-midden, Zeel-o = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-oost.



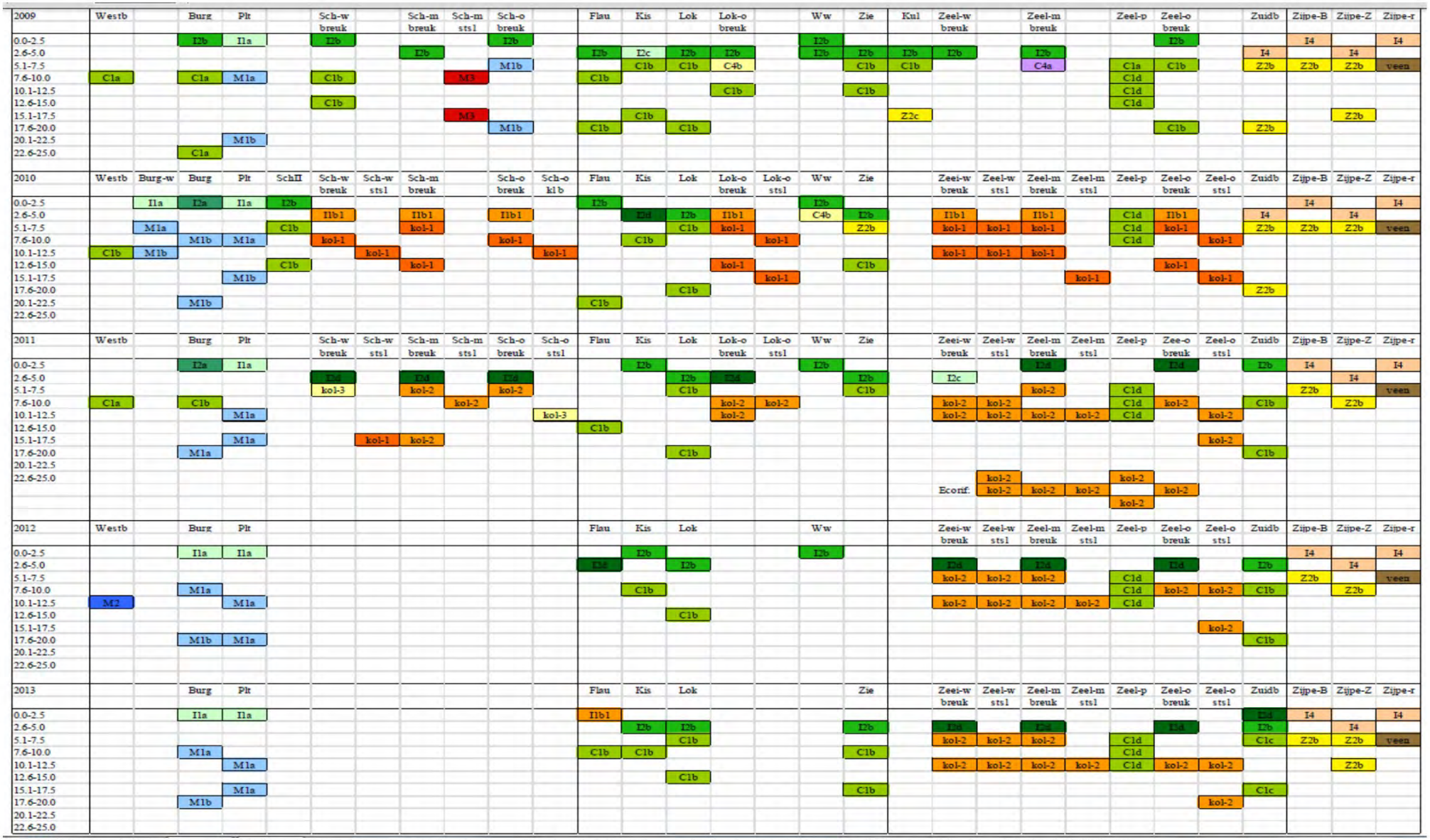
2012	Wb	Burgh-R	Burgh-T0	Pt	Zie	Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o	Val
1	4b-gw/F	1-cir	-	1-cir		-	1-cir	1-cir	0-Xan
2	4a-F sp/v	1-cir	-	1-cir		-	1-cir	1-cir	0-Xan
3	4a-F sp/v	1-cir	-	1-cir		1-cir	1-ld-Bli-1	1-hd-Bli-2	-
4	4a-F sp/v	0-Ent	-	6b-ld-F spi		1-cir	1-hd-Bli-2	6b-ld-F spi	-
5	3a-F v/s	4b-gw/F	-	1-hd-Bli-2		1-cir	1-hd-Bli-2	1-hd-Bli-2	-
6	3a-F v/s	4b-gw/F	1-cir	6b-ld-F spi		1-cir	1-hd-Bli-2	6b-ld-F spi	1-cir
7	3a-F v/s	6b-ld-F spi	1-cir	6b-ld-F spi		1-ld-Bli-1	1-hd-Bli-2	4b-gw/F	1-cir
8	3a-F v/s	4a-F sp/v	4a-F sp/v	3a-F v/s		1-hd-Bli-2	4a-F sp/v	4c-mF-gw	1-ld-Bli-1
9	3a-F v/s	4a-F sp/v	4a-F sp/v	3a-F v/s		1-hd-Bli-2	4c-mF-gw	4c-mF-gw	1-hd-Bli-2
10	3a-F v/s	4a-F sp/v	4a-F sp/v	3a-F v/s		1-hd-Bli-2	4c-mF-gw	4c-mF-gw	1-hd-Bli-2
11	3a-F v/s	4a-F sp/v	4b-gw/F	3a-F v/s		4a-F sp/v	4c-mF-gw	4c-mF-gw	6b-ld-F spi
12	3a-F v/s	4c-mF-gw	4b-gw/F	3a-F v/s		4a-F sp/v	2b2-F-rw	0-Ent	1-hd-Bli-2
13	3a-F v/s	3a-F v/s	4a-F sp/v	3a-F v/s		2b1-F-rw	2b2-F-rw	2b2-F-rw	4c-mF-gw
14	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3a-F v/s		6a-hd-F spi	2b1-F-rw	2a3-c/c	4c-mF-gw
15	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3a-F v/s		4a-F sp/v	2b2-F-rw	2a3-c/c	2b2-F-rw
16	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3a-F v/s		4c-mF-gw	2a3-c/c	2b2-F-rw	2b2-F-rw
17	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3a-F v/s		2b1-F-rw	2a3-c/c	1-cir	2b2-F-rw
18	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3a-F v/s		2b1-F-rw	2b2-F-rw	4b-gw/F	2b2-F-rw
19	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3a-F v/s		2b1-F-rw	5-pio-1	4b-gw/F	2b2-F-rw
20	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3c-F s		2b1-F-rw	2b2-F-rw	4b-gw/F	2b2-F-rw
21	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3c-F s		2f-c/c	2b2-F-rw	4b-gw/F	2b2-F-rw
22	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F			2b1-F-rw	2b2-F-rw	2a2-c/F	2b2-F-rw
23	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F			2b2-F-rw	2b2-F-rw	2a2-c/F	2d2-F-rw
24	9-Fs-sub	2b2-F-rw	2a2-c/F			2b2-F-rw	2b2-F-rw	5-pio-5	2d2-F-rw
25		4b-gw/F				2b2-F-rw	2b2-F-rw	2b2-F-rw	2d2-F-rw
26		3a-F v/s				2b2-F-rw	2b2-F-rw	2b2-F-rw	2d2-F-rw
27		3c-F s				2b2-F-rw	2a2-c/F	2b2-F-rw	2d2-F-rw
28		3c-F s				2b2-F-rw	3a-F v/s	3a-F v/s	
29		3c-F s				2b2-F-rw	3a-F v/s	2b2-F-rw	
30		3c-F s				2b2-F-rw	3a-F v/s	2a2-c/F	
31		3c-F s				2b2-F-rw	3a-F v/s	2b2-F-rw	
32		3c-F s				2b2-F-rw	3a-F v/s	2b2-F-rw	
33						3a-F v/s	3a-F v/s	3a-F v/s	
34						2b2-F-rw	3a-F v/s	3a-F v/s	
35						4b-gw/F	3a-F v/s	3a-F v/s	
36						3a-F v/s	3a-F v/s	3a-F v/s	
37						3a-F v/s		3a-F v/s	
38						3a-F v/s		3a-F v/s	
39						3a-F v/s		3a-F v/s	
40						3a-F v/s		3a-F v/s	
41						3a-F v/s		3a-F v/s	
42						3a-F v/s			
43						3a-F v/s			
44						3a-F v/s			
45						3a-F v/s			

Figuur 9. De eulittorale transecten en gemeenschappen in 2012 langs de kust van Schouwen-Duiveland van west (links) naar oost (rechts). De kleuren geven de verschillende gemeenschappen aan. Zie bijlage 1 voor de verklaring van de codes. Zie= Zierikzee, Zeel-w = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-west, Zeel-m = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-midden, Zeel-o = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-oost.



2013	Wb	Burgh-R	Burgh-T0	Pt	Zie	Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o	Val
1	4a-F sp/v	1-cir	-	1-cir	0-Xan	-	1-cir	1-cir	0-Xan
2	4b-gw/F	1-cir	-	1-cir	1-L sax	-	1-cir	1-cir	0-Xan
3	4a-F sp/v	1-hd-Bli-2	-	1-cir	1-L sax	1-cir	6b-ld-F spi	1-cir	-
4	4a-F sp/v	1-hd-Bli-2	-	1-hd-Bli-2	1-ld-Bli-1	1-cir	6b-ld-F spi	1-hd-Bli-2	-
5	4a-F sp/v	1-hd-Bli-2	-	6a-hd-F spi	1-ld-Bli-1	1-cir	6a-hd-F spi	1-hd-Bli-2	-
6	3a-F v/s	1-hd-Bli-2	-	6a-hd-F spi	1-ld-Bli-1	1-cir	6a-hd-F spi	1-hd-Bli-2	-
7	3a-F v/s	1-hd-Bli-2	1-cir	6a-hd-F spi	1-hd-Bli-2	1-hd-Bli-2	4c-mF-gw	6a-hd-F spi	1-cir
8	3b-ld-Asco	1-hd-Bli-2	1-hd-Bli-2	3a-F v/s	4a-F sp/v	1-hd-Bli-2	4c-mF-gw	6a-hd-F spi	1-ld-Bli-1
9	3a-F v/s	1-hd-Bli-2	4a-F sp/v	3a-F v/s	4a-F sp/v	6b-ld-F spi	4c-mF-gw	6a-hd-F spi	1-hd-Bli-2
10	3a-F v/s	4c-mF-gw	4a-F sp/v	3a-F v/s	4a-F sp/v	6b-ld-F spi	4c-mF-gw	6a-hd-F spi	6a-hd-F spi
11	3a-F v/s	4c-mF-gw	4a-F sp/v	3a-F v/s	4a-F sp/v	4a-F sp/v	4c-mF-gw	6a-hd-F spi	6a-hd-F spi
12	3a-F v/s	3a-F v/s	4a-F sp/v	3a-F v/s	2a2-c/F	4a-F sp/v	4c-mF-gw	4c-mF-gw	4a-F sp/v
13	3a-F v/s	3a-F v/s	4a-F sp/v	3a-F v/s	2a2-c/F	4a-F sp/v	2b2-F-rw	2a2-c/F	6a-hd-F spi
14	3a-F v/s	3a-F v/s	4a-F sp/v	3a-F v/s	2a2-c/F	4a-F sp/v	2b2-F-rw	2a3-c/c	6a-hd-F spi
15	2a2-c/F	4c-mF-gw	2a2-c/F	3a-F v/s	2b2-F-rw	4a-F sp/v	2b2-F-rw	2b2-F-rw	2b2-F-rw
16	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3a-F v/s	2b2-F-rw	4a-F sp/v	2b2-F-rw	2a2-c/F	2b2-F-rw
17	3b-ld-Asco	3a-F v/s	2a2-c/F	3a-F v/s	2b2-F-rw	4a-F sp/v	2b2-F-rw	2b2-F-rw	2b2-F-rw
18	3a-F v/s	3c-F s	2a2-c/F	3a-F v/s	2b2-F-rw	4a-F sp/v	4a-F sp/v	2b2-F-rw	2b2-F-rw
19	3b-ld-Asco	3a-F v/s	2a2-c/F	3c-F s	8-Myt	4a-F sp/v	2a2-c/F	2b2-F-rw	2b2-F-rw
20	3b-ld-Asco	3a-F v/s	2a2-c/F	3c-F s	8-Myt	4a-F sp/v	2a2-c/F	2b2-F-rw	2b2-F-rw
21	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3c-F s	2b1-F-rw	4a-F sp/v	2a2-c/F	2a2-c/F	2b2-F-rw
22	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3c-F s	2b1-F-rw	2b2-F-rw	2b2-F-rw	2b2-F-rw	2b2-F-rw
23	3a-F v/s	3a-F v/s	2d1-F-rw		2a3-c/c	2b2-F-rw	2b2-F-rw	4a-F sp/v	2b2-F-rw
24	3c-F s	3a-F v/s	2a2-c/F		2a3-c/c	2b2-F-rw	2b2-F-rw	4a-F sp/v	2a3-c/c
25	3c-F s	3a-F v/s	8-Myt		2a3-c/c	2b2-F-rw	2b2-F-rw	3a-F v/s	2a3-c/c
26		3a-F v/s			2a3-c/c	2a2-c/F	2b2-F-rw	4a-F sp/v	2a3-c/c
27		3a-F v/s			2a3-c/c	2b2-F-rw	3b-ld-Asco	4a-F sp/v	2d2-F-rw
28		3a-F v/s			2a3-c/c	2b2-F-rw	3b-ld-Asco	4a-F sp/v	9-Fs-sub
29		3a-F v/s			2a3-c/c	2b2-F-rw	3b-ld-Asco	2a2-c/F	
30		3c-F s			2a3-c/c	3b-ld-Asco	3a-F v/s	4a-F sp/v	
31		3c-F s				3a-F v/s	3a-F v/s	3a-F v/s	
32		3c-F s				2b2-F-rw	3a-F v/s	2b2-F-rw	
33						3b-ld-Asco	3a-F v/s	2b2-F-rw	
34						3b-ld-Asco	3a-F v/s	2b2-F-rw	
35						3b-ld-Asco	3e-F sub	3b-ld-Asco	
36						2b2-F-rw		3b-ld-Asco	
37						3b-ld-Asco		3a-F v/s	
38						3b-ld-Asco		3b-ld-Asco	
39						3b-ld-Asco		3a-F v/s	
40						3b-ld-Asco		3a-F v/s	
41						3b-ld-Asco		3c-F s	
42						3b-ld-Asco		3c-F s	
43						3b-ld-Asco		3c-F s	
44						3b-ld-Asco			
45						3b-ld-Asco			
46						3a-F v/s			
47						3a-F v/s			
48						3a-F v/s			
49						3a-F v/s			

Figuur 10. De eulittorale transecten en gemeenschappen in 2013 langs de kust van Schouwen-Duiveland van west (links) naar oost (rechts). De kleuren geven de verschillende gemeenschappen aan. Zie bijlage 1 voor de verklaring van de codes. Zie= Zierikzee, Zeel-w = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-west, Zeel-m = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-midden, Zeel-o = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-oost.



Figuur 11. Verdeling van de sublittorale levensgemeenschappen op hard substraat langs de kust van Schouwen-Duiveland in de periode 2009-2013.

3.1.2 Sublittoraal

Evenals de eulittorale zone vertonen de gemeenschappen in het sublittoraal een duidelijke zonering in het mondingsgebied, middengebied en het Zijpe. Zoutgehalte en stroming zijn bepalende factoren voor het voorkomen van soorten (Figuur 11). Een beschrijving van de gemeenschappen die in deze figuren benoemd staan is te vinden in Bijlage 2 en 3.

3.1.3 Infralittoraal

De zonering van hard substraat gemeenschappen in infralittoraal (1.5-4.0 m -NAP) van de Oosterschelde vertoond een duidelijke geografische spreiding met in monding een gemeenschap van hoorntjeswier (*Ceramium rubrum*) en het buiswier (*Polysiphonia nigrescens*) de meest dominante wiersoorten en in de gemeenschap in het tussenliggende gebied, waarin de Zeelandbrug en Zierikzee ligt, het roodwier (*Heterosiphonia japonica*) en het gaffelwier (*Dictyota dichotoma*).

In 2010 (T1) is op het nieuwe breuksteen een pioniersgemeenschap aangetroffen met zeepokken op het substraat en met rood hoorntjeswier (*Ceramium rubrum)* en donker buiswier (*Polysiphonia nigrescens)* als de meest dominante wieren. Op de referentie locaties in het tussenliggende gebied kwamen het roodwier *Heterosiphonia japonica* en Gaffelwier (*Dictyota dichotoma)* voor als de meest dominante wieren.
In 2011 (T2) zijn de zeepokken afgestorven. *Rood hoorntjeswier* en *donker buiswier* zijn sterk afgenomen in bedekking afgenomen terwijl *Heterosiphonia japonica* juist was toegenomen. Op één station werd een afwijkende gemeenschap met een dominantie van het wakame-wier (*Undaria pinnatifida)* en kokerbouwende organismen gevonden.
In 2012 (T3) hadden zich nog geen Japanse oesters op de nieuwe substraten gevestigd en bleef de situatie uit 2011 bestaan met als dominante soort *Heterosiphonia japonica* . De gemeenschap met wakame en kokerbouwende organismen is echter niet teruggevonden.
In 2013 (T4) bleef de situatie van 2012 bestaan (Figuur 12).



Figuur 12. De pioniersgemeenschap op de nieuwe bodem bij de Zeelandbrug in 2013, met de roodwiere:n Agardhiella subulata, rood hoorntjeswier (Heterosiphonia japonica) en Nitophyllum punctatum *(Bron: de Kluijver et al., 2014).*

Op de locatie Zierikzee is in 2013 (T0) de gemeenschap gevonden die ook op de referentie locaties in het tussenliggende gebied voorkwam met Japanse Oester en roodwieren waarvan *Heterosiphonia japonica* dominant.

3.1.4 Circalittoraal

Ook in de circalittorale zone (4.1-18.5 m -NAP) bestaan er duidelijk herkenbare gemeenschappen in de monding, het Zijpe en het tussenliggende gebied.

In 2010 (T1) is op de nieuwe substraten een pioniersgemeenschap gevonden met een dominantie van zeepokken en de solitaire doorzichtige zakpijp (*Ciona intestinalis*). Deze gemeenschap is zowel op breuksteen als staalslakken aangetroffen.
In 2011 (T2) heeft deze pioniersgemeenschap zich verder ontwikkeld. Kokerbouwende organismen en kolonievormende zakpijpen (*Diplosomalisterianum* en *Didemnum vexillum*) vormen de dominante soorten terwijl de zeepokken zijn afgestorven. Ook deze gemeenschap is zowel op breuksteen als staalslakken aangetroffen. De Japanse oester is nog niet aangetroffen.
In 2012 (T3) is dezelfde pioniersgemeenschap op beide substraten aanwezig. Wel treden er binnen de gemeenschap verschuivingen binnen de dominante soorten op. De bedekking van kokerbouwende organismen is afgenomen en die van het mosdier (*Scrupocellaria scruposa)* nam toe.
In 2013 (T4) is opnieuw dezelfde pioniersgemeenschap op beide substraten aanwezig (Figuur 13). Toch zijn er op soortsniveau ontwikkelingen in de toename van bedekkingspercentages zichtbaar. Ook zijn voor het eerst de meerjarige soorten Japanse oester en de mossel (*Mytilus edulis*) aangetroffen.

Analyses op gemeenschapsniveau in 2009-2013 bij de Zeelandbrug tonen aan dat voor de ontwikkelingen van de gemeenschappen op de nieuwe substraten de factor tijd belangrijker is dan de factor breuksteen of staalslakken. Doordat de pioniersgemeenschap uit 2011 in zowel 2012 als in 2013 is blijven bestaan, op beide typen bedekking, kan nog geen uitspraak worden gedaan over eventuele positieve of negatieve effecten door het gebruik van staalslakken of breuksteen op de lange termijn.

De locatie Zierikzee wordt in 2013 (T0) gedomineerd door de Japanse oester, kokerbouwende organismen, kolonievormende zakpijpen (*Didemnum vexillum* en *Diplosoma listerianum*), de hydroïdpoliepen (*Eudendrium ramosum en Halecium halecinum*). Deze gemeenschap is ook gevonden op de referentie locaties in het tussenliggende gebied.



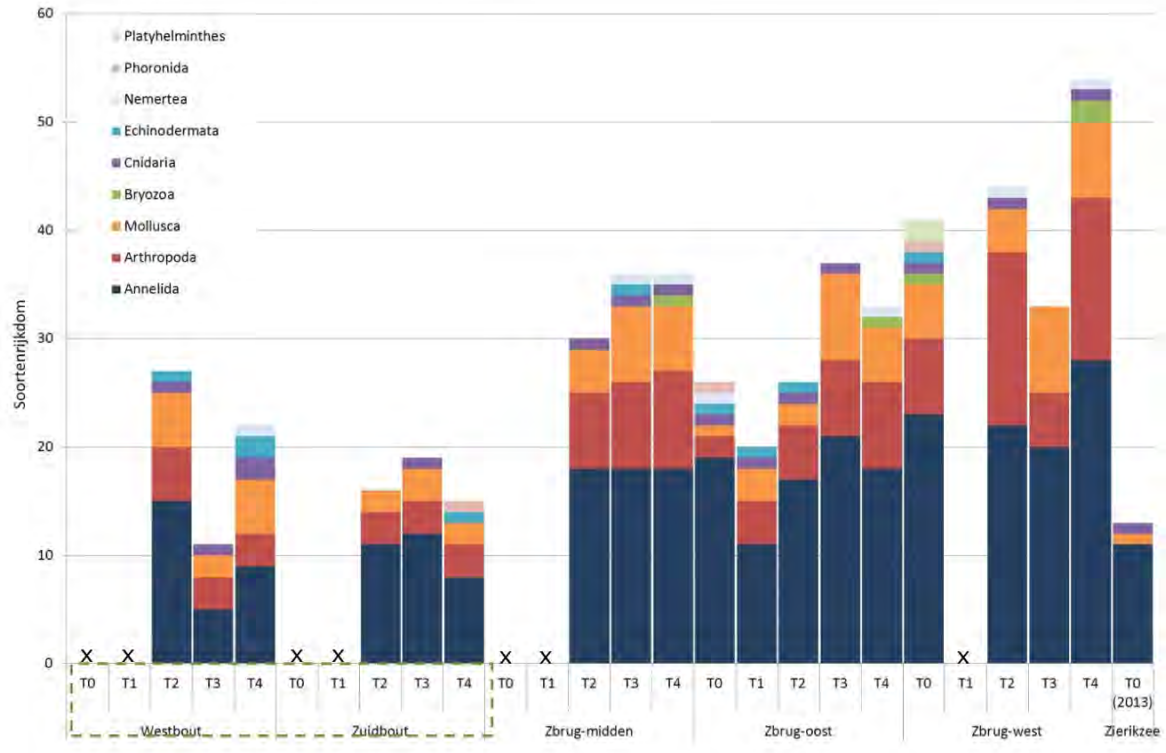
Figuur 13. Pioniergemeenschappen op de nieuwe bodem bij de Zeelandbrug in het circalittoraal. Links: pioniersgemeenschap op breuksteen in 2013, met de hydroïdpoliep (Halecium halecinum), de slibanemoon (Sagartia troglodytes) en de zakpijpen Didemnum vexillum, gewone slingerzakpijp (Botrylloides violacea), vuilwitte zakpijp (Ascidiella aspersa) en doorzichtige zakpijp (Ciona intestinalis). Rechts: De pioniersgemeenschap op staalslakken in 2013, met de hydroïdpoliep (Halecium halecinum), de broodspons (Halichondria panicea) en de zakpijpen Didemnum vexillum, gewone slingerzakpijp, geleikorst zakpijp (Diplosoma listerianum), vuilwitte zakpijp endoorzichtige zakpijp (bron: de Kluiver et al., 2014).

3.2 Inventarisatie van fauna in zacht substraat (sediment) (Infauna)

In dit gedeelte wordt ingegaan op de locaties Zeelandbrug (T4) en Zierikzee (T0) en referentielocaties Westbout en Zuidbout, omdat deze in 2013 zijn bemonsterd. De infauna bemonstering kon op alle locaties worden uitgevoerd, omdat overal voldoende sediment aanwezig was.

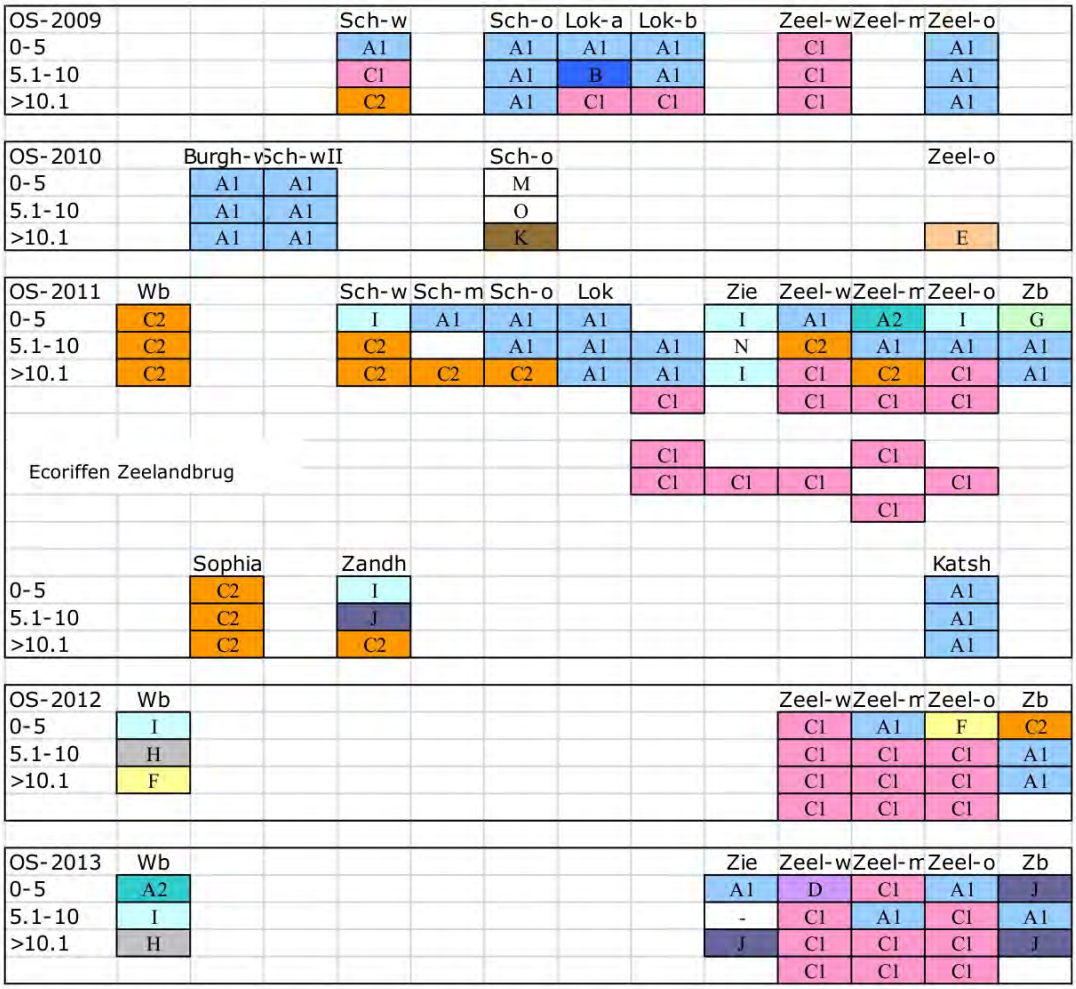
3.2.1 Infauna gemeenschappen

Zowel abundantie als diversiteit van soorten variëren per locatie en per diepte (Figuur 14). De soortenrijkdom en dichtheden van infauna bij de Zeelandbrug tijdens de T4-meting laat met enige fluctuatie herstel zien. De gemiddelde soortenrijkdom op 15 meter is hoger dan op 3 en 7 meter. Zowel de soortenrijkdom als de dichtheden zijn bij de met staalslakken verdedigde vooroever van de Zeelandbrug over het algemeen hoger dan bij de referentielocaties Zuidbout en Westbout. De referentielocaties laten net als de bestorte locaties een jaarlijkse fluctuatie zien in zowel soortenrijkdom als totale dichtheid.
De T0-meting bij Zierikzee resulteert in een totaal van 14 soorten, waarvan 11 soorten aanwezig op 15 meter. Op 7 meter is wel sediment bemonsterd maar hierin zijn geen soorten gevonden.
Op alle locaties vormen Annelida (wormachtigen) de grootste vertegenwoordiging van de soortenrijkdom gevolgd door Arthropoda (geleedpotigen) en Mollusca (weekdieren).



Figuur 14. Soortenrijkdom van de verschillende fyla op de bemonsterde locaties in de Oosterschelde op T0 (2009), T1 (2010), T2 (2011), T3 (2012) en T4 (2013) op locatie Zeelandbrug en T0 (2013) op locatie Zierikzee inclusief twee referentielocaties, Westbout en Zuidbout (aangegeven met een groene gebroken vierkant). X geeft aan wanneer er geen bemonstering plaats heeft gevonden.

De analyse van gemeenschappen laat zien dat er bij de Zeelandbrug op grotere diepte, en op de oude, niet bestorte bodem, de soortenrijke gemeenschap C1 is aangetroffen (Figuur 15 en Tabel 4). Een beschrijving van de gemeenschappen is te vinden in Bijlage 4. Op het talud op minder grote diepte is een enkele maal gemeenschap A1 gevonden, en tussen het breuksteen op 3.5 meter zijn soms soortenarme varianten gevonden. Vanaf twee jaar na de bestorting lijkt vanuit grotere diepten een herstel van het infauna op te treden.
Op de locatie Zierikzee werd in de infralittorale zone gemeenschap A1 gevonden, op 7.5 meter diepte waren geen soorten aanwezig, en op 15 meter werd gemeenschap J gevonden. De dichtheid van de soorten was echter lager dan in gemeenschap J op de oostelijke referentie locatie Zuidbout.



Figuur 15. Schematische verdeling van de clusters over de locaties in de Oosterschelde van west (links) naar oost (rechts). De kleuren geven de verschillende gemeenschappen van soorten aan. Zie Tabel 4 voor de verklaring van de codes. Zeel-w = Zeelandbrug-west, Zeel-m = Zeelandbrug-midden, Zeel-o = Zeelandbrug-oost, Zie = Zierikzee, Wb = Westbout en Zb = Zuidbout.

Tabel 4. Aantal soorten per taxa en de dichtheden binnen de clusters. Vet gedrukte dichtheden geven een presentie van de soort in 66.7% van de stations van een gemeenschap, onderstreepte waarden geven per soort een voorkomen van minimaal 90% van de totale dichtheid binnen de onderzochte stations.

aantal soorten	A1	A2	B	C1	C2	D	E	F	G	H	I	J	K	M	N	O	leeg
Actiniaria	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
Bryozoa	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Crustacea	21	0	1	42	17	3	4	4	1	2	3	2	1	0	1	0	0
Echinodermata	3	0	0	6	3	0	1	0	0	2	1	1	1	0	0	0	0
Hydrozoa	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Mollusca	15	0	0	19	13	5	3	1	0	1	2	2	0	1	0	1	0
Nemertea	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Oligochaeta	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Phoronida	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Platyhelminthes	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polychaeta	36	3	6	70	37	6	11	7	3	5	6	5	1	0	0	0	0
Pycnogonidae	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Porifera	1	0	0	2	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
Ascidiacea	1	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
totaal aantal soorten	82	4	8	152	75	17	20	12	5	16	13	12	5	1	1	1	0

dichtheid	A1	A2	B	C1	C2	D	E	F	G	H	I	J	K	M	N	O	leeg
Actiniaria	60,5	0,0	0,0	59,5	127,2	0,0	200,9	0,0	0,0	125,6	0,0	0,0	351,6	0,0	0,0	0,0	0,0
Ascidiacea	3,9	0,0	0,0	7,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,1	0,0	0,0	50,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Crustacea	133,9	0,0	50,2	1204,1	264,5	200,9	552,5	100,5	50,2	100,5	28,7	25,1	50,2	0,0	50,2	0,0	0,0
Echinodermata	11,6	0,0	0,0	34,4	13,4	0,0	100,5	0,0	0,0	50,2	14,4	25,1	50,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Phoronida	30,9	0,0	0,0	23,8	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Porifera	1,3	0,0	0,0	5,3	0,0	50,2	0,0	0,0	0,0	25,1	0,0	12,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Nemertea	56,7	0,0	0,0	18,5	6,7	0,0	0,0	0,0	0,0	25,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Hydrozoa	0,0	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Polychaeta	1638,2	502,3	452,0	6406,5	3288,2	2762,5	2109,5	426,9	150,7	226,0	150,7	276,2	50,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Mollusca	217,6	0,0	0,0	717,7	2005,7	351,6	200,9	50,2	0,0	25,1	43,1	25,1	0,0	50,2	0,0	50,2	0,0
Oligochaeta	2067,0	75,3	1255,7	1582,1	596,0	301,4	0,0	0,0	50,2	150,7	78,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Bryozoa	1,3	0,0	0,0	6,6	0,0	50,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pycnogonidae	0,0	0,0	0,0	17,2	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Platyhelminthes	0,0	0,0	0,0	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
n/m2	4222,9	577,6	1757,9	10090,2	6308,5	3716,8	3164,3	577,6	251,1	778,5	315,7	389,3	552,5	50,2	50,2	50,2	0,0

3.2.2 Sediment karakteristieken

Bij de T4-monitoring is ook de sedimentsamenstelling op de verschillende locaties en de relatie met gemeenschappen onderzocht. Sedimentatie vindt vooral plaats tijdens de kentering van het getij, als er relatief weinig stroming is waardoor sedimentdeeltjes op de bodem kunnen neerslaan. Van dit neergeslagen sediment zijn de korrelgrootte en percentages droge stof en organische stof bepaald (Figuur 16). De gemeenschappen kunnen in drie verschillende habitats gegroepeerd worden:

1. Clusters die beperkt zijn tot zandige bodems met een zeer laag gehalte aan organische stof (< 2%) en een hoog percentage droge stof (> 75%): G en H. Deze clusters zijn in relatief lage dichtheden aangetroffen en onder specifieke omstandigheden voor: een ondiep zandplateau op de oostelijke referentie locatie en in de stroomgeul van de westelijke referentie locatie.
2. Clusters die in een brede range voorkomen van zandige bodems (percentage droge stof 50-75%) en met een laag gehalte aan organisch stof (2-6%): C1, C2, F en J. Cluster C1 en C2 zijn soortenrijk en de individuen zijn in hoge dichtheden aangetroffen. Gezien de verdeling van deze clusters tijden de T0-situatie in 2009 en op de referentielocaties in 2011 zijn dit een westelijke en een oostelijke gemeenschap op relatief geëxponeerde locaties. In 2011 is gemeenschap C2 op gehele vooroever voor op de westelijke locaties Westbout en Sophiahaven en in de diepere delen op de locatie Schelphoek aangetroffen. Gemeenschap C1 vertoonde zich vooral voor in de diepere delen op de locaties Lokkersnol en Zeelandbrug. De clusters F en J zijn soortenarm, en aanwezige individuen zijn in lage dichtheden aangetroffen. Opvallend is dat deze gemeenschappen vooral op de referentielocaties zijn aangetroffen en dat ze in 2012 en 2013 meer algemeen waren dan in de periode 2009-2011. Qua verspreiding lijken dit soortenarme varianten van de gemeenschappen C2 en A1, maar voor het ontstaan van deze soortenarme varianten kan op dit moment geen verklaring worden gegeven.

3. Clusters die beperkt zijn tot slibbige bodems met een hoog gehalte aan organisch stof (> 6%) en een laag percentage aan droge stof (< 50%): clusters A1, I, A2, D, N en zelfs een station zonder soorten. Cluster A1 was algemeen en isvooral hoger op de vooroever voor, boven de gemeenschappen C2 en C1, aangetroffen. Cluster D is in 2013 in de infralittorale zone op de locatie Zeelandbrug-west gezien, en was nog soortenrijk. De overige clusters zijn arm aan soorten, en dichtheden waren laag. Op het station met het laagste percentage droge stof (30.0%) en een hoog percentage organische stof (10.9%) kwamen helemaal geen soorten voor.

De sedimentatie van fijne fracties gedurende de kentering lijkt redelijk uniform. Op de ongestoorde oude zandbodem blijken de fijne gesedimenteerde fracties direct te worden afgevoerd. Op het staalslakbed blijft het sediment alleen op beschutte plaatsen liggen en is het sediment rijker aan organische stof. Op minder grote diepte, waar de staalslakken gedeeltelijk zijn afgedekt met breuksteen, vindt een accumulatie van gesedimenteerd materiaal plaats. Er zijn dus duidelijk verschillen in bodemsamenstelling zichtbaar bij de Zeelandbrug. Het hogere percentage droge stof op 15 meter diepte duidt mogelijk op meer horizontaal transport van zand en mogelijk ook meer sedimentatie ten opzichte van 3 en 7 meter.

Met een CAP-analyse (canonionical analysis of principal coordinates)zijn verschillende gemeenschappen over sedimenten geprojecteerd. Hieruit blijkt dat de soortenrijke gemeenschap C1 op de oude bodem en in de diepere sedimenten voorkomen (Figuur 17). Uit de analyses komen twee sturende factoren voor type soortengemeenschappen naar voren: variatie in de tijd en een sterke verhoging van het percentage organische stof binnen de bodemsedimenten.

OS-2009				Sch-w		Sch-o	Lok-a	Lok-b		Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o	
0-5				28,7		72,5	53,3			32,0		50,0	
5.1-10				-		40,3	63,3			-		39,6	
>10.1				42,1		23,5	85,3			-		4,7	

OS-2010		Burgh-w	Sch-wII		Sch-o						Zeel-o	
0-5		29,6	20,2		65,6							
5.1-10		30,8	43,9		74,5							
>10.1		20,0	28,9		78,3						72,7	

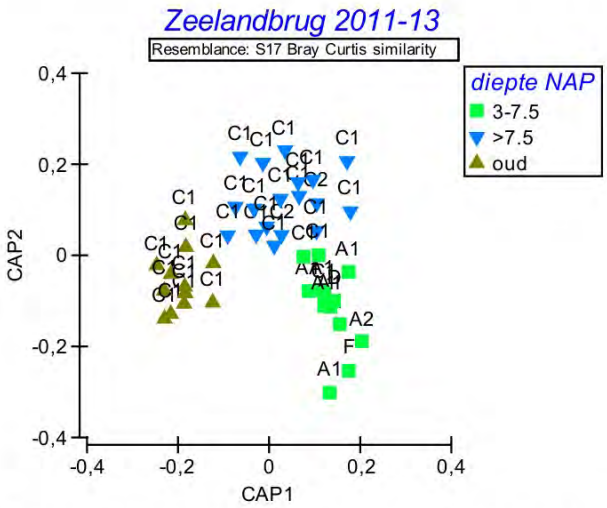
OS-2011	Wb			Sch-w	Sch-m	Sch-o	Lok		Zie	Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o	Zb
0-5	6,1			90,2	76,0	64,7	83,5		88,0	69,9	54,0	69,4	3,2
5.1-10	3,0			28,5		73,7	85,3	71,9	87,6	34,8	76,0	60,0	20,0
>10.1	4,0			49,2	43,1	33,6	70,9	69,3	75,7	10,4	23,1	26,6	36,8
								22,8		14,8	13,4	3,5	
								60,1			6,9		
								13,7	13,2	11,9		13,6	
											10,0		
		Sophia		Zandh								Katsh	
0-5		16,7		53,3								15,5	
5.1-10		8,4		38,6								15,7	
>10.1		7,3		37,0								18,0	

OS-2012	Wb									Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o	Zb
0-5	15,2									64,4	38,8	63,4	25,1
5.1-10	9,3									41,3	63,0	13,6	31,8
>10.1	20,7									22,3	17,5	15,4	31,3
										9,8	8,6	5,4	

OS-2013	Wb								Zie	Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o	Zb
0-5	17,7								43,6	59,0	52,6	74,4	7,2
5.1-10	10,0								77,2	63,6	71,4	30,9	31,5
>10.1	17,4								87,6	51,6	32,5	38,4	29,9
										38,9	11,6	11,0	

Type sediment:	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
dominante fractie in mm	>2.8	2.8-1.4	1.4-0.6	0.6-0.3	0.3-0.15	0.15-0.09	0.09-0.05	<0.05
Benaming	schelprest		zeer grof zand	grof zand	fijn zand	zeer fijn zand	ultra fijn zand	slib

Figuur 16. De samenstelling van de bodemsedimenten en de percentages droge en organische stof. De verschillende typen zijn in kleuren weergegeven (V-blauw, VI-groen, V(dis)-bruin en VIII-rood). De typologie van de kleuren is onderaan nader beschreven. De getallen geven het percentage van de fracties ≤90 µm aan.



Figuur 17. Verdeling van de gemeenschappen over de vooroever van de Zeelandbrug en de oude bodem. Wanneer de verschillende gemeenschappen over sedimenten geprojecteerd worden, blijkt dat ook hier de soortenrijke gemeenschap C1 op de oude bodem en in de diepere sedimenten voorkomen.

3.3 Inventarisatie van zware metalen in schelpdieren

3.3.1 Gehalten in schelpdieren

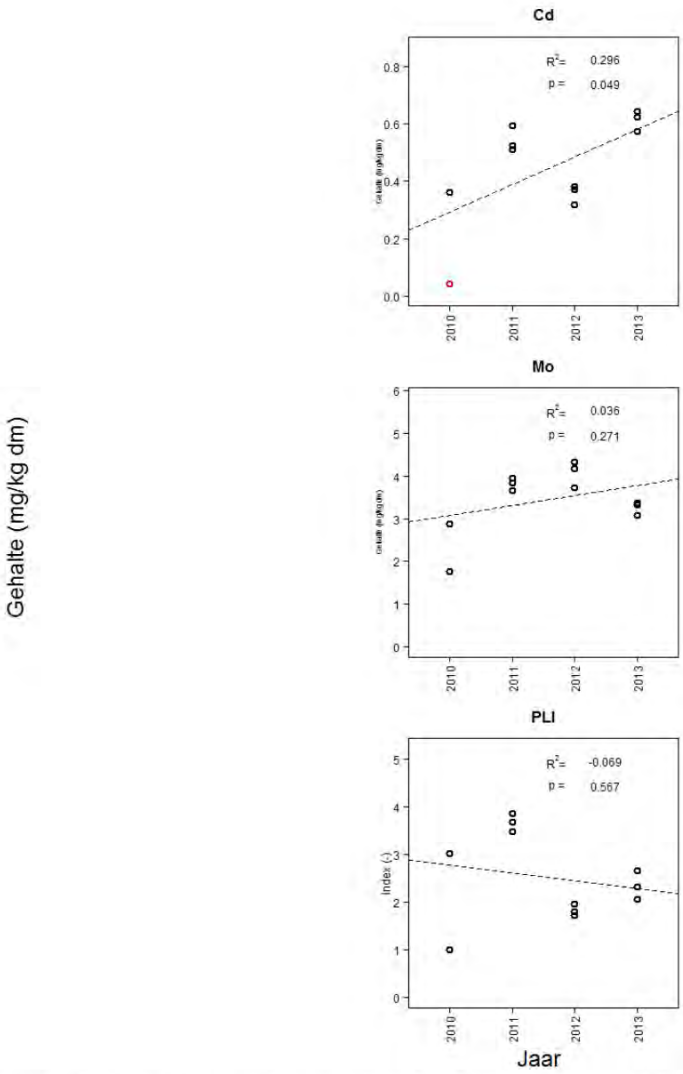
In 2013 zijn de gemiddelde metaalconcentraties in oester- en mosselweefsel bij locatie Zeelandbrug in 2013 gemeten. Voor veruit de meeste metalen is in 2013 geen significant toe- of afname in de tijd geconstateerd (Bijlage 5).

Figuur 18 en Figuur 19 geeft een overzicht van trends van metaalgehalten in oesters en mosselen en de Pollution Load Index (PLI) die in de periode 2009-2013 significante toe- of afname vertoonden. De overige dataseries van metaalconcentraties zijn opgenomen in Bijlage 6.

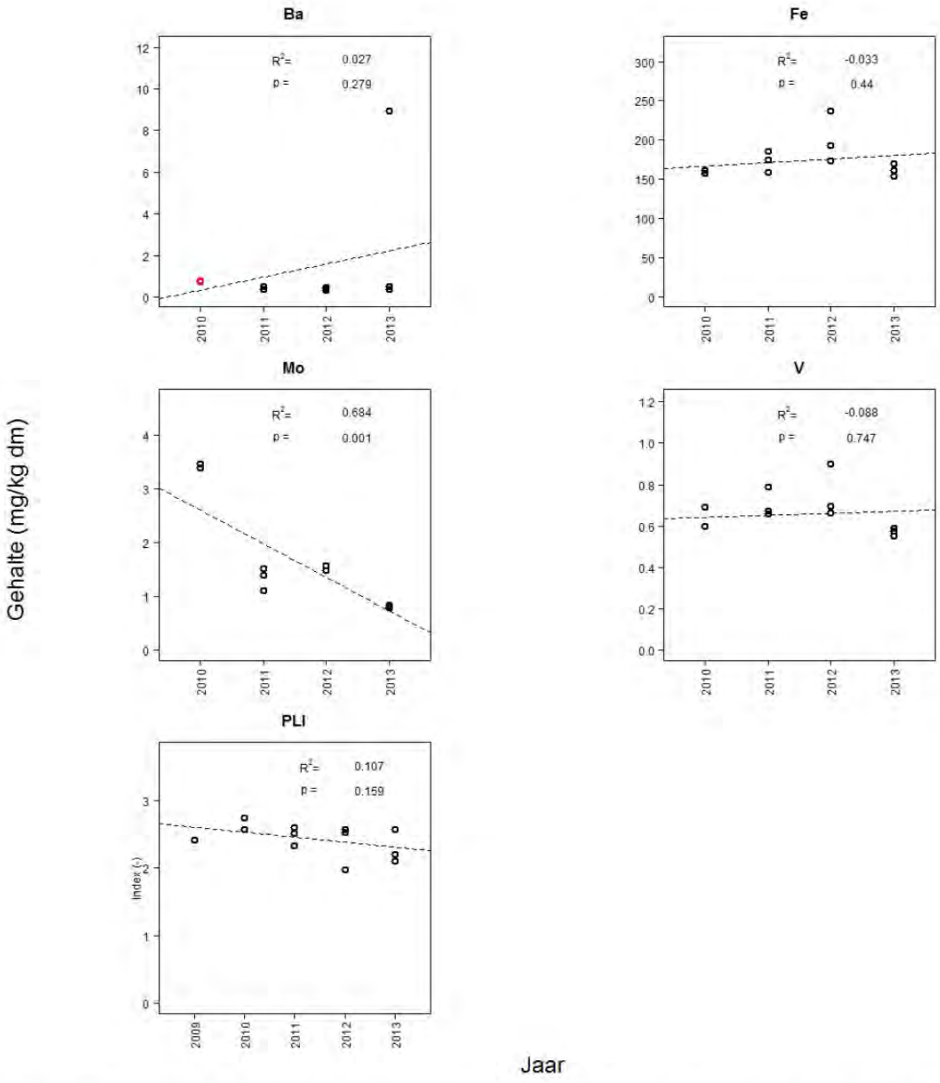
In mosselen is alleen voor cadmium (Cd) een significant toenemende trend gevonden (Figuur 18). Deze trend wordt veroorzaakt door een laag gehalte gemeten in 2010 onder de detectielimiet, zie figuur 1B in Bijlage B. Zonder dat punt onder de detectielimiet is er geen significant lineaire trend ($p=0.232$). Echter, ook als de cadmium concentratie in 2010 nul was zou de positieve trend significant blijven. Voor molybdeen (Mo) in mosselen is in de tijdserie tot en met 2012 een significante toename vastgesteld ($p=0.012$; Glorius e.a., 2013). In 2013 lijkt deze trend gekeerd en zijn de gemeten waarden vergelijkbaar met die van 2010 (t-test tussen 2010 en 2013: $p=0.334$, Figuur 18).

In Japanse oester neemt de molybdeenconcentratie significant af (Figuur 19). Hier geldt dat dit m.n. veroorzaakt wordt door verschil in concentratie van de eerste twee metingen (2009 en 2010) met metingen uitgevoerd in 2011 t/m 2013. Een significant negatief lineaire trend in bariumconcentratie tot 2012 (Glorius et al. 2013) is niet langer significant met inbegrip van 2013 ($p= 0.279$,Figuur 19). 2013 laat voor barium een hoge waarde zien, maar ook zonder deze uitbijter blijft de trend niet significant ($p=0.397$). IJzer- en vanadiumconcentratie namen tot en met 2012 significant toe (Glorius et al. 2013). Met toevoeging van de meting van 2013 zijn ook deze beide significant positief lineaire trends verdwenen (Figuur 19).

Voor beide schelpdiersoorten geldt dat de PLI geen significante toe- of afname laat zien (Figuur 18 en Figuur 19).



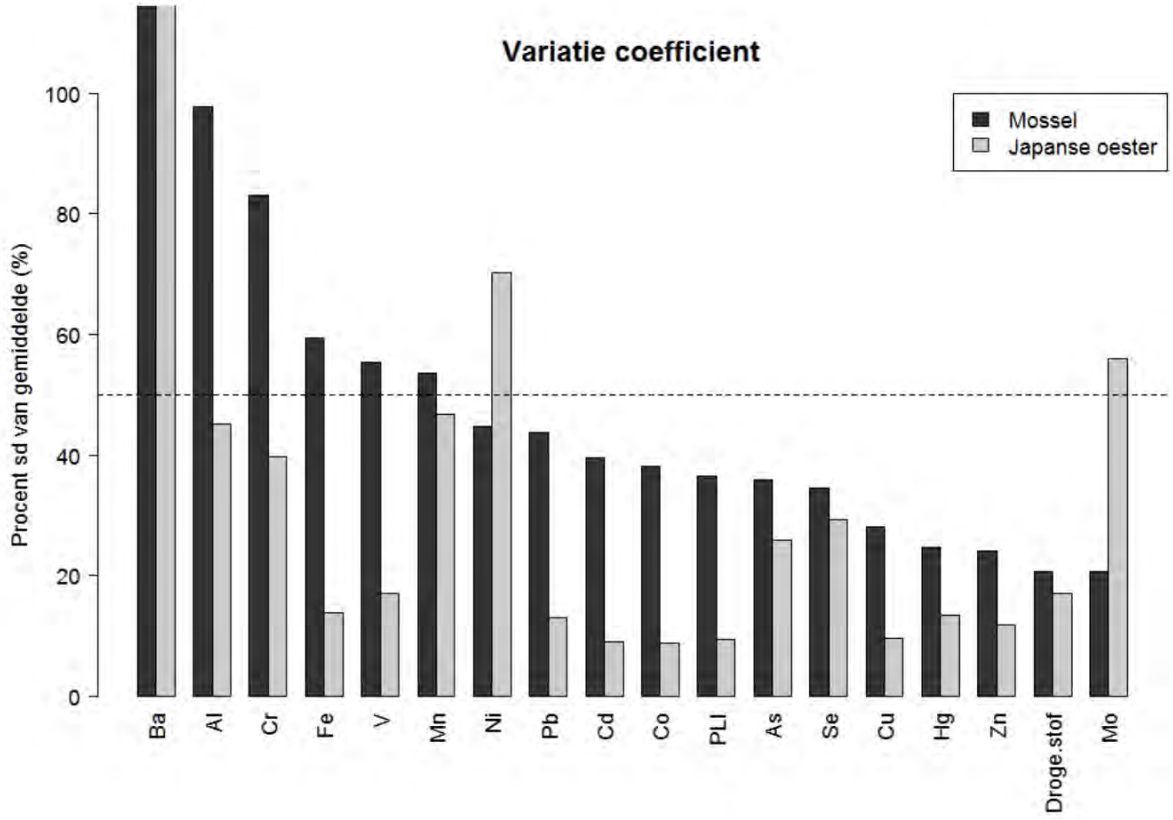
*Figuur 18. Trend in metaalconcentratie (Cadmium, Barium en Pollution Load Index (PLI)) gemeten in **mosselen** (mg/kg droge stof). Rode datapunten betreffen waarden < detectielimiet. Met de stippellijn wordt de lineaire trendlijn weergegeven. Significantie van de lijn aangegeven in R2 en p-waarde. Variatie metaalconcentratie*



*Figuur 19. Trend in metaalconcentratie (Cadmium, Barium en Pollution Load Index (PLI)) gemeten in **oesters**(mg/kg droge stof). Rode datapunten betreffen waarden < detectielimiet. Met de stippellijn wordt de lineaire trendlijn weergegeven. Significantie van de lijn aangegeven in R2 en p-waarde. Variatie metaalconcentratie*

De variatie in metaalconcentratie over de jaren is in mosselen voor de meeste metalen (m.u.v. Molybdeen en Nikkel) groter dan in oesters (Figuur 20). De grotere variatie in metaalconcentraties in mosselen kan veroorzaakt worden doordat er meer variatie tussen individuele mosselen zit in de opname van metalen (door bv. variatie in filtratie), of de verwerkingssnelheid van metalen.

Veel van de metalen komen in mosselen en oesters in min of meer gelijke gemiddelde concentratie voor. Koper- en zinkconcentraties zijn daarentegen hoger in oesters dan in mosselen, zonder een aanwijsbare trend in de tijd. Dit verschil wijst op een specifieke opname en verwerking (opslag dan wel uitscheiding) van deze twee metalen door oesters.



Figuur 20. Procentueel aandeel van de standaarddeviatie op de gemiddelde metaalconcentratie, droge stof en Pollution Load Index. Met de horizontale stippellijn wordt de (arbitraire) grens van een sd van 50% van het gemiddelde weergegeven. Procent sd van gemiddelde waarde van barium (Ba) is voor mosselen 165% en voor Japanse oesters 204%, hetgeen veroorzaakt wordt door 1 monsterpunt in beide soorten uit 2013. Zonder die punten is het procent sd van gemiddelde waarde van barium 73 en 32% respectievelijk voor mosselen en Japanse oesters.

3.3.2 Droge stof

Het gehalte droge stof ligt in mosselen hoger (gem. 15.35 %, sd = 3.18) dan in de Japanse oester (gem. 10.41 %, sd = 1.77). Het gehalte droge stof, een indicatie voor de grootte van individuen, is niet toe- of afgenomen over de tijd (2009-2013) in beide soorten. Hierdoor is aan te nemen dat de trends in metaalconcentraties over de tijd niet veroorzaakt worden door een verschil in individuele grootte over de tijd.

3.3.3 Vergelijking met consumptienormen

Door het vergelijken gehalten aan zware metalen in de organismen met bestaande normen voor biota kan verder ingeschat worden of een metaal effect kan geven. Normen voor metalen in biota zijn echter vrijwel niet beschikbaar.

De Kaderrichtlijn Water (KRW) heeft voor drie prioritaire stoffen een MilieuKwaliteitsNorm (MKN) voor biota afgeleid: (methyl)kwik, hexachloorbenzeen en hexachloorbutadieen (EC, 2008). De MKN voor (methyl)kwik is vastgesteld op 0,02 mg/kg natgewicht (Tabel 5). In ongewervelde dieren is grofweg 50% van het gemeten kwik aanwezig in de vorm van (methyl)kwik. Het natgewicht gehalte aan kwik in organismen is om te rekenen aan de hand van het drooggewicht gehalte en het droge stof percentage. Als het berekende natgewicht gehalte vervolgens wordt gehalveerd kan toetsing aan de MKN-norm plaatsvinden.

OSPAR heeft voor de Quality Status Report van 2010 (QSR2010) drie zware metalen in schelpdieren (mosselen en oesters) geevalueerd: kwik, lood en cadmium (Tabel 5)(OSPAR, 2009). In afwezigheid van een aanbevolen Environmental Assessment Concentration (EAC) voor metalen in biota is er voor QRS2010 gewerkt met bestaande normen voor schelpdieren voor humane consumptie (EC No 1881/2006). Deze worden standaard weergegeven op basis van natgewicht. OSPAR heeft t.b.v. het Quality status report van 2010 een afgeleide humane consumptie norm berekend op basis van doorgewicht i.p.v. natgewicht. Deze norm hanteren wij in dit rapport. OSPAR heeft daarvoor een standaardomrekening gemaakt van natgewicht naar drooggewicht door het vermenigvuldigen van de natgewichtnorm met het getal vijf, waardoor normen op basis van drooggewicht zijn uitgedrukt (Tabel 5).

De gehalten aan kwik in mosselen en oesters van de T4 monitoring in 2013 (Tabel 6 en Tabel 7) liggen onder -MKN-norm voor (methyl)kwik die onder KRW gehanteerd wordt. Gehalten aan kwik in mosselen en oesters bedragen respectievelijk 0,024-0,026 mg/kg natgewicht en 0,021-0,025 mg/kg natgewicht. 50% hiervan (zie twee alinea's hierboven) is respectievelijk 0,012-0,013 mg/kg natgewicht en 0,011-0,013 mg/kg natgewicht. Dit is lager dan de MKN norm van 0.02 mg/kg natgewicht. Vergelijking van gehalten in mosselen en oesters van de T4 monitoring in 2013 uit de Oosterschelde (Tabel 6 en Tabel 7) met normen voor zware metalen laat tevens zien dat alle gehalten onder de norm voor humane consumptie liggen. Voor de andere zware metalen zijn geen normen beschikbaar in dieren waardoor geen vergelijking met normen kan plaatsvinden.

Tabel 5. Milieu- en consumptienormen voor schelpdieren.

Metaal	Norm	Specificatie	Soort norm	Referentie
(Methyl)Kwik	0.02 mg/kg natgewicht	Biota	KRW	EC (2008)
Kwik	2.5 mg/kg drooggewicht	Mosselen en oesters	OSPAR/humane consumptie	OSPAR (2009)
Lood	7.5 mg/kg drooggewicht	Mosselen en oesters	OSPAR/humane consumptie	OSPAR (2009)
Cadmium	5.0 mg/kg drooggewicht	Mosselen en oesters	OSPAR/humane consumptie	OSPAR (2009)

Tabel 6. Gehalten aan metalen (mg/kg drooggewicht) in mossel (Mytilus edulis) uit de Oosterschelde.

Locatie	**Metaal**	**Gehalte** (mg/kg d.s.)	**Periode**	**Referentie**
Wemeldinge	cadmium	0.4 – 1.4	1996 - 2002	Mubiana e.a. (2005)
Roompot tot Krabbendijke	cadmium	1 - 2	2002	Mubiana & Blust (2006)
Burghsluis tot Yerseke	cadmium	0.28-0.47	2009	Poelman e.a. (2010)
Burghsluis tot Yerseke	cadmium	0.24-0.26	2010	Poelman e.a. (2011)
Schelphoek tot Zeelandbrug	cadmium	0.22 – 0.38	T0 Cluster 1 (2009)	vdHeuvel-Greve e.a. (2011)
Zeelandbrug-pijler	cadmium	<0.042-0.36	T1 Cluster 1 (2010)	vdHeuvel-Greve e.a. (2011)
Burghsluis-west	cadmium	0.3 - 0.4	T0 Cluster 2 (2010)	vdHeuvel-Greve e.a. (2011)
Zeelandbrug-pijler	cadmium	0.51 - 0.59	T2 Cluster 1 (2011)	vdHeuvel-Greve e.a. (2012)
Zeelandbrug-pijler	cadmium	0.32 - 0.38	T3 Cluster 1 (2012)	vdHeuvel-Greve e.a. (2013)
Zeelandbrug-pijler	cadmium	0.57 – 0.64	T4 Cluster 1 (2013)	Dit rapport
Wemeldinge	chroom	0.8 – 5.3	1996 - 2002	Mubiana e.a. (2005)
Roompot tot Krabbendijke	chroom	1.5 – 2.0	2002	Mubiana & Blust (2006)
Burghsluis tot Yerseke	chroom	1.0 - 2.0	2009	Poelman e.a. (2010)
Burghsluis tot Yerseke	chroom	0.9 - 1.9	2010	Poelman e.a. (2011)
Schelphoek tot Zeelandbrug	chroom	0.8 – 1.9	T0 Cluster 1 (2009)	vdHeuvel-Greve (2009)
Zeelandbrug-pijler	chroom	<0.21 – 2.4	T1 Cluster 1 (2010)	vdHeuvel-Greve e.a. (2011)
Burghsluis-west	chroom	0.80 – 0.97	T0 Cluster 2 (2010)	vdHeuvel-Greve e.a. (2011)
Zeelandbrug-pijler	chroom	1.6 – 2.9	T2 Cluster 1 (2011)	vdHeuvel-Greve e.a. (2012)
Zeelandbrug-pijler	chroom	0.4 - 0.9	T3 Cluster 1 (2012)	vdHeuvel-Greve e.a. (2013)
Zeelandbrug-pijler	chroom	0.40 – 0.51	T4 Cluster 1 (2013)	Dit rapport
Wemeldinge	ijzer	54 - 413	1996 - 2002	Mubiana e.a. (2005)
Roompot tot Krabbendijke	ijzer	100 - 200	2002	Mubiana & Blust (2006)
Schelphoek tot Zeelandbrug	ijzer	90 - 154	T0 Cluster 1 (2009)	vdHeuvel-Greve (2009)
Zeelandbrug-pijler	ijzer	151 - 244	T1 Cluster 1 (2010)	vdHeuvel-Greve e.a. (2011)
Burghsluis-west	ijzer	157 - 173	T0 Cluster 2 (2010)	vdHeuvel-Greve e.a. (2011)
Zeelandbrug-pijler	ijzer	355 - 381	T2 Cluster 1 (2011)	vdHeuvel-Greve e.a. (2012)
Zeelandbrug-pijler	ijzer	90 - 105	T3 Cluster 1 (2012)	vdHeuvel-Greve e.a. (2013)
Zeelandbrug-pijler	ijzer	116.1- 134.9	T4 Cluster 1 (2013)	Dit rapport
Wemeldinge	mangaan	9.2 - 39	1996 - 2002	Mubiana e.a. (2005)
Roompot tot Krabbendijke	mangaan	10 - 20	2002	Mubiana & Blust (2006)
Schelphoek tot Zeelandbrug	mangaan	8 - 12	T0 Cluster 1 (2009)	vdHeuvel-Greve (2009)

Zeelandbrug-pijler	mangaan	10 - 18	T1 Cluster 1 (2010)	vdHeuvel-Greve e.a. (2011)
Burghsluis-west	mangaan	<2.5 - <2.7	T0 Cluster 2 (2010)	vdHeuvel-Greve e.a. (2011)
Zeelandbrug-pijler	mangaan	31 - 37	T2 Cluster 1 (2011)	vdHeuvel-Greve e.a. (2012)
Zeelandbrug-pijler	mangaan	11 - 13	T3 Cluster 1 (2012)	vdHeuvel-Greve e.a. (2013)
Zeelandbrug-pijler	mangaan	14.05- 22.26	T4 Cluster 1 (2013)	Dit rapport
Schelphoek tot Zeelandbrug	kwik	0.14 – 0.15	T0 Cluster 1 (2009)	vdHeuvel-Greve (2009)
Zeelandbrug-pijler	kwik	0.11 – 0.17	T1 Cluster 1 (2010)	vdHeuvel-Greve e.a. (2011)
Zeelandbrug-pijler	kwik	0.19 – 0.21	T2 Cluster 1 (2011)	vdHeuvel-Greve e.a. (2012)
Zeelandbrug-pijler	kwik	0.11 - 0.12	T3 Cluster 1 (2012)	vdHeuvel-Greve e.a. (2013)
Zeelandbrug-pijler	kwik	0.16 – 0.18	T4 Cluster 1 (2013)	Dit rapport
Schelphoek tot Zeelandbrug	lood	0.87 – 1.3	T0 Cluster 1 (2009)	vdHeuvel-Greve (2009)
Zeelandbrug-pijler	lood	0.09 – 1.3	T1 Cluster 1 (2010)	vdHeuvel-Greve e.a. (2011)
Zeelandbrug-pijler	lood	1.8 – 1.9	T2 Cluster 1 (2011)	vdHeuvel-Greve e.a. (2012)
Zeelandbrug-pijler	lood	0.8 - 0.9	T3 Cluster 1 (2012)	vdHeuvel-Greve e.a. (2013)
Zeelandbrug-pijler	lood	1.16- -1.31	T4 Cluster 1 (2013)	Dit rapport

Tabel 7. Gehalten aan metalen (mg/kg drooggewicht) in oesters (Crassostrea gigas) uit de Oosterschelde.

Locatie	**Metaal**	**Gehalte** (mg/kg d.s.)	**Periode**	**Referentie**
Schelphoek tot Zeelandbrug	cadmium	0.84 – 1.3	T0 Cluster 1 (2009)	vdHeuvel-Greve (2009)
Zeelandbrug-pijler	cadmium	0.90 – 1.0	T1 Cluster 1 (2010)	vdHeuvel-Greve e.a. (2011)
Zeelandbrug-pijler	cadmium	0.90 – 0.97	T2 Cluster 1 (2011)	vdHeuvel-Greve e.a. (2012)
Zeelandbrug-pijler	cadmium	1.0 - 1.1	T3 Cluster 1 (2012)	vdHeuvel-Greve e.a. (2013)
Zeelandbrug-pijler	cadmium	0.95 - 1.02	T4 Cluster 1 (2013)	Dit rapport
Schelphoek tot Zeelandbrug	chroom	0.21 – 0.49	T0 Cluster 1 (2009)	vdHeuvel-Greve (2009)
Zeelandbrug-pijler	chroom	<0.61-<0.64	T1 Cluster 1 (2010)	vdHeuvel-Greve e.a. (2011)
Zeelandbrug-pijler	chroom	<0.37-<0.53	T2 Cluster 1 (2011)	vdHeuvel-Greve e.a. (2012)
Zeelandbrug-pijler	chroom	0.28 - 0.64	T3 Cluster 1 (2012)	vdHeuvel-Greve e.a. (2013)
Zeelandbrug-pijler	chroom	0.16 - 0.46	T4 Cluster 1 (2013)	Dit rapport
Schelphoek tot Zeelandbrug	ijzer	162 - 207	T0 Cluster 1 (2009)	vdHeuvel-Greve (2009)
Zeelandbrug-pijler	ijzer	158 - 161	T1 Cluster 1 (2010)	vdHeuvel-Greve e.a. (2011)
Zeelandbrug-pijler	ijzer	174 - 185	T2 Cluster 1 (2011)	vdHeuvel-Greve e.a. (2012)
Zeelandbrug-pijler	ijzer	173 - 237	T3 Cluster 1 (2012)	vdHeuvel-Greve e.a. (2013)
Zeelandbrug-pijler	ijzer	154.1– 169.4	T4 Cluster 1 (2013)	Dit rapport
Schelphoek tot Zeelandbrug	mangaan	45 - 59	T0 Cluster 1 (2009)	vdHeuvel-Greve (2009)
Zeelandbrug-pijler	mangaan	7.7 - 10	T1 Cluster 1 (2010)	vdHeuvel-Greve e.a. (2011)
Zeelandbrug-pijler	mangaan	38 - 52	T2 Cluster 1 (2011)	vdHeuvel-Greve e.a. (2012)
Zeelandbrug-pijler	mangaan	22 - 32	T3 Cluster 1 (2012)	vdHeuvel-Greve e.a. (2013)
Zeelandbrug-pijler	mangaan	32.0 - 62.5	T4 Cluster 1 (2013)	Dit rapport
Schelphoek tot Zeelandbrug	kwik	0.20 – 0.30	T0 Cluster 1 (2009)	vdHeuvel-Greve (2009)
Zeelandbrug-pijler	kwik	0.22 – 0.29	T1 Cluster 1 (2010)	vdHeuvel-Greve e.a. (2011)
Zeelandbrug-pijler	kwik	0.19 – 0.23	T2 Cluster 1 (2011)	vdHeuvel-Greve e.a. (2012)
Zeelandbrug-pijler	kwik	0.19 - 0.22	T3 Cluster 1 (2012)	vdHeuvel-Greve e.a. (2013)
Zeelandbrug-pijler	kwik	0.19 – 0.21	T4 Cluster 1 (2013)	Dit rapport
Schelphoek tot Zeelandbrug	lood	0.69 – 0.87	T0 Cluster 1 (2009)	vdHeuvel-Greve (2009)
Zeelandbrug-pijler	lood	0.65 – 0.67	T1 Cluster 1 (2010)	vdHeuvel-Greve e.a. (2011)
Zeelandbrug-pijler	lood	0.50 – 0.60	T2 Cluster 1 (2011)	vdHeuvel-Greve e.a. (2012)
Zeelandbrug-pijler	lood	0.49 – 0.67	T3 Cluster 1 (2012)	vdHeuvel-Greve e.a. (2013)
Zeelandbrug-pijler	lood	0.48 – 0.53	T4 Cluster 1 (2013)	Dit rapport

Tabel 8. Gehalten aan aluminium (Al), barium (Ba), cadmium (Cd), kobalt (Co), chroom (Cr), koper (Cu) en ijzer (Fe) in water van de Oosterschelde in µg/l (op basis van RWS-data uit 2010, 2011 en 2012).Oranje gearceerde vakken betreffen een meer dan een factor 2 hoger gehalte dan het hoogste gemeten gehalte op de referentielocatie Wissenkerke.

Locatie	Meetdatum	Afstand boven bodem	Al	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Fe
Schelphoek - west	01-06-2010	14,57	2,61	12,1	0,08	0,10	0,03	0,72	0,86
	01-06-2010	1,07	2,32	12,5	0,08	0,09	0,05	0,81	1,18
	01-06-2010	2,19	2,35	11,7	0,08	0,09	0,04	0,70	0,99
Schelphoek - west	19-09-2011	1,00		14,2	<0,1	0,390	2,6	1,48	1,200
	19-09-2011	1,99	-	13,4	<0,1	0,249	1,72	1,25	0,676
	19-09-2011	7,22	-	12,4	<0,1	0,146	<1	1,04	0,273
Schelphoek – west (ZLXX_OEVERBES_SCHELPHD+500)	06-09-2012	HD	-	10,4	<0,1	0,1	<1	<1	0,147
	06-09-2012	1MBODM	-	10,7	<0,1	0,1	<1	<1	0,138
	06-09-2012	2MBODM	-	10,7	<0,1	0,1	<1	<1	0,140
Schelphoek – dijkrest oost	01-06-2010	18,52	2,66	12,3	0,08	0,10	0,05	0,76	1,13
	01-06-2010	1,06	2,60	12,2	0,08	0,09	0,08	0,79	1,07
	01-06-2010	2,18	3,73	12,1	0,09	0,10	0,12	0,82	1,48
Schelphoek – dijkrest oost	29-06-2010	17,82	-	14,6	0,08	-	-	-	-
	29-06-2010	1,15	2,38	14,4	0,08	0,10	0,02	0,78	0,33
	29-06-2010	2,08	2,31	14,3	0,08	0,10	0,09	0,96	0,18
Schelphoek - oost	29-06-2010	16,79	-	14,5	0,08	-	-	-	-
	29-06-2010	1,02	-	14,7	0,08	-	-	-	-
	29-06-2010	2,00	2,57	14,4	0,08	0,10	0,12	0,76	1,13
Schelphoek - oost	19-09-2011	1,00	-	12,8	<0,1	0,189	1,04	1,07	0,416
	19-09-2011	2,01	-	13,2	<0,1	0,149	<1	<1	0,271
	19-09-2011	4,42	-	12,3	<0,1	0,134	<1	1,05	0,228
Schelphoek – oost (ZLXX_OEVERBES_SCHELPHD-500)	06-09-2012	HD	-	10,7	<0,1	0,125	<1	<1	0,294
	06-09-2012	1MBODM	-	10,4	<0,1	0,110	<1	<1	0,134
	06-09-2012	2MBODM	-	10,7	<0,1	0,106	<1	<1	0,148
Referentielocatie Wissenkerke	01-06-2010	16,96	3,97	12,3	0,06	0,09	0,14	0,92	1,47
	29-06-2010	26,52	2,74	14,1	0,08	0,08	0,04	0,78	-0,43
Referentielocatie Wissenkerke	19-09-2011	26,47	-	12,2	<0,1	0,139	<1	1,04	0,263
Referentielocatie Wissenkerke	06-09-2012	-	-	12,5	<0,1	0,09	<1	1,18	0,114

Locatie	Meetdatum	Afstand boven bodem	Mn	Mo	Sb	Sn	V	Zn
Schelphoek - west	01-06-2010	14,57	5,07	9,69	0,18	0,07	1,23	0,16
	01-06-2010	1,07	3,98	9,76	0,16	0,07	1,22	0,22
	01-06-2010	2,19	4,45	9,30	0,17	0,07	1,14	0,07
Schelphoek - west	19-09-2011	1,00	30,80	12,0	0,237	0,164	4,89	5,71
	19-09-2011	1,99	16,90	11,9	0,226	0,102	3,41	3,77
	19-09-2011	7,22	10,60	11,7	0,221	<0,1	2,50	2,16
Schelphoek – west (ZLXX_OEVERBES_SCHELPHD+500)	06-09-2012	HD	11,7	10,5	0,245	0,482	2,38	1,67
	06-09-2012	1MBODM	11,5	10,4	0,235	0,456	2,34	1,28
	06-09-2012	2MBODM	11,4	10,4	0,242	0,404	2,48	1,37
Schelphoek – dijkrest oost	01-06-2010	18,52	5,33	9,68	0,18	0,07	1,21	0,29
	01-06-2010	1,06	3,56	10,0	0,16	0,08	1,20	0,14
	01-06-2010	2,18	4,47	9,88	0,17	0,09	1,24	0,00
Schelphoek – dijkrest oost	29-06-2010	17,82	-	10,0	-	0,06	-	-
	29-06-2010	1,15	3,97	9,91	0,18	0,06	1,50	0,10
	29-06-2010	2,08	5,59	9,98	0,19	0,06	1,52	0,76
Schelphoek - oost	29-06-2010	16,79	-	9,78	-	0,06	-	-
	29-06-2010	1,02	-	10,2	-	0,07	-	-
	29-06-2010	2,00	3,26	10,2	0,18	0,06	1,50	0,09
Schelphoek - oost	19-09-2011	1,00	14,00	12,0	0,238	<0,1	3,01	3,04
	19-09-2011	2,01	10,40	12,0	0,233	<0,1	2,56	2,48
	19-09-2011	4,42	9,43	11,9	0,211	<0,1	2,41	2,17
Schelphoek – oost (ZLXX_OEVERBES_SCHELPHD-500)	06-09-2012	HD	16,0	10,4	0,222	0,496	2,51	2,66
	06-09-2012	1MBODM	11,2	11,0	0,226	0,439	2,32	1,46
	06-09-2012	2MBODM	11,5	10,7	0,236	0,446	2,34	1,61
Referentielocatie Wissenkerke	01-06-2010	16,96	3,42	9,57	0,16	0,12	1,28	0,27
	29-06-2010	26,52	0,95	9,60	0,18	0,06	1,38	0,37
Referentielocatie Wissenkerke	19-09-2011	26,47	9,61	12,0	0,227	<0,1	2,50	2,38
Referentielocatie Wissenkerke	06-09-2012	-	7,70	10,7	0,217	0,315	2,13	1,61

4. Conclusies en discussie

In deze sectie wordt per paragraaf een kennisvraag behandeld.

4.1 Hardsubstraat gemeenschappen

Kennisvraag hard substraat gemeenschappen:

1. *a. Zijn op de Cluster 1 locaties drieënhalf tot vier jaar na het aanbrengen van de vooroeververdediging flora en fauna gevestigd op het nieuwe hard substraat en hoe zijn de aangetroffen soorten te vergelijken met de T0, T1, T2, T3 en referentielocaties?*
   b. Is er verschil in gemeenschappen op breukstenen en staalslakken in het sublittoraal?
   c. Welke hard substraat gemeenschappen komen voor bij Cluster 2.2 Zierikzee in de T0-situatie?

4.1.1 Eulittoraal (getijdezone)

In het eulittoraal is een geografische verdeling herkenbaar van gemeenschappen op de westelijke locaties met de gezaagde zee-eik en op de oostelijke locaties blaaswier met oesters en zeepokken. Op de locatie Zeelandbrug was de zonering van de oostelijke gemeenschappen in 2009 aanwezig.

De hard substraat gemeenschappen op het talud bij de Zeelandbrug zijn niet direct door de versterking van de vooroever beïnvloed. Jaarlijkse verschillen in bedekkingen van fauna-groepen en bruin- en groenwieren kwamen verschilde niet van de referentie locaties. In 2013 bleek dit ook het geval.

Op de kreukelberm bij de Zeelandbrug is in 2013 een zonering van blaaswier en gezaagde zee-eik aangetroffen. De bedekking van de gezaagde zee-eik is verder toegenomen ten opzichte van 2012 en 2011. Dit geeft aan dat de gemeenschap nog steeds in ontwikkeling is. Deze gemeenschap van wieren die in 2013 zijn aangetroffen is anders dan de gemeenschap van oesters in zeepokken die in 2009 voor de versterking van de vooroever zijn aangetroffen.

Op de ongestoorde locatie Zierikzee zijn de hard substraat gemeenschappen in 2013 passend binnen de geografische verdeling van gemeenschappen van klein darmwier, gemengde Fucus en blaaswier.

4.1.2 Sublittoraal (beneden de laagwaterlijn)

Infralittoraal

In 2013 verschillen de hard substraat gemeenschappen bij de Zeelandbrug van de **T0-situatie** in 2009. Op het nieuwe substraat is een begroeiing ontstaan van zeepokken (op het breuksteen) en roodwieren met andere soorten dan in 2009. In 2011, 2012 en 2013 worden dezelfde gemeenschappen aangetroffen met roodwieren en het voorkomen van een afwijkende gemeenschap van wakame en kokerbouwende organismen op één station. Er hebben zich in 2013 nog geen Japanse oesters gevestigd.

In het sublitoraal zijn (indien mogelijk) zowel de hard substraat gemeenschappen op de staalslakken en het breuksteen bemonsterd. Uit de similariteit-analyse komt duidelijk naar voren dat het type substraat (breuksteen of staalslakken) veel minder bepalend is voor het voorkomen van soorten dan de locatie en het stadium van ontwikkeling van de pioniersgemeenschap in de tijd.
Op de locatie Zierikzee werd in **2013 (T0)** in het infralittoraal de gemeenschap gevonden die ook op de referentie locaties in het tussenliggende gebied voorkwam met Japanse Oester en roodwieren.

Circalittoraal

In 2013 is bij de Zeelandbrug een pionier gemeenschap aanwezig (zowel op de staalslakken als het breuksteen) die duidelijk afwijkt van de **T-0 situatie** in 2009, met kokerbouwende organismen en de kolonievormende zakpijpen en een mosdier soort. Ten opzichte van 2011 en 2012 zijn verschuivingen

opgetreden in dominantie van soorten. Ook werd in 2013 voor het eerst de meerjarige soorten Japanse oester en mossel aangetroffen.

Analysen op gemeenschapsniveau in 2009-2013 bij de Zeelandbrug tonen aan dat voor de ontwikkelingen van de gemeenschappen op de nieuwe substraten de factor tijd belangrijker is dan de materiaalkeuze van breuksteen of staalslakken. Doordat de pioniersgemeenschap uit 2011 in 2012 en in 2013 is blijven bestaan, op zowel breuksteen als staalslakken, kan nog geen uitspraak worden gedaan over eventuele positieve of negatieve effecten door het gebruik van staalslakken op de lange termijn.

De ongestoorde locatie Zierikzee wordt in **2013 (T0)** gedomineerd door de Japanse oester, kokerbouwende organismen, kolonievormende zakpijpen, en hydroïdpoliepen. Deze gemeenschap is ook gevonden op de referentie locaties in het tussenliggende gebied.

4.2 Infauna

Kennisvraag infauna:

2. *a. Hebben op de Cluster 1 locaties infauna soorten zich gevestigd in nieuw gevormde zandplekken (sediment) op het nieuwe hard substraat drieënhalf tot vier jaar na het aanbrengen van de vooroeververdediging en hoe zijn de aangetroffen soorten te vergelijken met de T0, T1, T2, T3 en referentielocaties?*
   b. Welke infauna gemeenschappen komen voor bij Cluster 2.2 Zierikzee in de T0-situatie?

In **2009 (T0)** laten de ongestoorde locaties aan de kust van Schouwen-Duiveland in 2010 en 2011 laten een gevarieerd patroon zien in zowel soortenrijkdom als dichtheden op verschillende locaties en diepten. Ook werden drie algemene gemeenschappen gevonden met een ruimtelijke verspreiding (C-gemeenschappen: C1 en C2 en A-gemeenschap: A1). De soortenrijke gemeenschap (C1) werd vooral aangetroffen op de diepere stations op de meer oostelijk gelegen locaties. Deze gemeenschap komt voor in bodems met een relatief hoog gehalte aan droge stof en een relatief laag gehalte aan organische stof.

Na de versterking van de vooroever in de winter 2009/voorjaar 2010 op de locaties Schelphoek, Lokkersnol en Zeelandbrug was er in de zomer van **2010 (T1)** alleen bij Schelphoek-oost en Zeelandbrug-oost op 15 meter diepte voldoende sediment aanwezig om infauna te bemonsteren. Dit sediment was zeer fijn van samenstelling en er kwamen afwijkende samenstellingen van infauna soorten voor. Op het station op 15 meter diepte op de Zeelandbrug-oost was het aantal soorten en hun dichtheden relatief hoog, zelfs hoger dan die op dit station tijdens de T0-situatie. Mogelijk zijn hier een aantal soorten door horizontale sedimenttransporten van de nabij gelegen oude, niet bestorte bodem, aangevoerd. Veel van de dominante soorten binnen de gemeenschappen ontbraken echter nog op dit station.

In **2011 (T2)** is er op de westelijke locatie Schelphoek op de diepere stations opnieuw gemeenschap C2 gevonden en op de minder diepe stations gemeenschap A1. Meer naar het oosten bij Lokkersnol werd gemeenschap A1 aangetroffen in het nieuw gevormde sediment. Op de locatie Zeelandbrug op het diepe deel van de bestorting opnieuw de soortenrijke gemeenschap C1 aanwezig die ook op de oude bodem is aangetroffen. Hoger op het talud werden de gemeenschappen A1 en C2 gevonden. Alleen tussen de breukstenen op de stations op 3.5 meter werden soortenarme varianten gevonden.

Na 2011 is alleen de ontwikkeling op de locatie Zeelandbrug verder onderzocht. In **2012 en 2013** (**T3 en T4)** lijkt het herstel van soortenrijkdom en dichtheden van infauna zich hier met enige fluctuatie door te zetten. Over de verschillende diepten ligt de gemiddelde soortenrijkdom op 15 meter hoger als op 3 en 7 meter. Zowel de soortenrijkdom als de dichtheid per locatie is bij de Zeelandbrug over het algemeen hoger als bij de referentielocaties Zuidbout en Westbout. Zowel deze referentielocaties als de oude bodem laten een jaarlijkse fluctuatie zien in zowel soortenrijkdom als de totale dichtheid. Een

mogelijk meer intensief gebruik van de naastgelegen mosselpercelen bij Westbout en Zuidbout kan echter leiden tot een afname in de diversiteit van het macrofauna op deze referentie locaties.
Twee jaar na de bestorting lijkt vanuit grotere diepten een herstel van het infauna op te treden. Op het talud op minder grote diepten, in sedimenten met een verhoogd slib en organisch gehalte ontwikkelt zich een soortenarme gemeenschap, en tussen het breuksteen op minder grote diepten, vaak in slibrijke sedimenten, komen ook soortenarme varianten voorkomen. De ontwikkeling volgt het patroon van de ruimtelijke spreiding van de gemeenschappen, zoals die tijdens de T0-situatie aanwezig was. Drie en vier jaar na de bestorting is dit patroon nog duidelijker.

Op de ongestoorde locatie Zierikzee **(T0-meting)** werd in de infralittorale zone gemeenschap A1 gevonden, op 7.5 meter diepte waren geen soorten aanwezig, en op 15 meter werd gemeenschap J gevonden. De dichtheid van de soorten was echter lager dan in gemeenschap J op de oostelijke referentie locatie. Op het station op 7.5 meter diepte bestond het sediment voor 77% uit fracties ≤90 µm

Uit deze studie komt naar voren dat er veel variatie is tussen locaties en tijdstippen. Hierdoor is het lastig om een eenduidige conclusie te trekken. De resultaten van deze studie wijzen op herstel van de infaunapopulatie twee jaar na de ingreep. De tijdserie is echter nog te kort om significante verschillen tussen verschillende jaren aan te tonen. Infaunasoorten lijken te profiteren van nieuw gevorm habitat in de kuilen van de bestorting met staalslakken waar sediment neerslaat. Mogelijk zorgt een heterogeen patroon van zacht en hard habitat ook voor meer diversiteit in soorten ten opzichte van de T0-situatie omdat zowel in- als epifauna soorten lijken te profiteren van het nieuwe habitat. Het hogere percentage droge stof op 15 meter diepte duidt mogelijk op meer horizontaal transport van zand en mogelijk ook meer sedimentatie ten opzichte van 3 en 7 meter.

4.2 Zware metalen

Kennisvraag zware metalen:

3. *Wat zijn de gehalten aan zware metalen in schelpdieren die op de pijler van de Zeelandbrug voorkomen, drieënhalf tot vier jaar na het aanbrengen van de vooroeververdediging op de Cluster 1 locaties en hoe zijn deze gehalten vergeleken met de T0, T1, T2, T3 en referentielocaties?*

Voor de meeste metalen is geen significant verschil aangetoond in verandering van metaalconcentratie. Dit heeft voornamelijk te maken met de grote variatie tussen jaren, metingen onder de detectielimiet, verschillen tussen replica's en beperkt aantal meetjaren. Daarnaast kunnen er mogelijk statistisch significante trends worden weergegeven op deze korte termijn (4-5 jaar), terwijl deze in een langere datareeks (>10 jaar) mogelijk in de natuurlijke variatie wegvallen. Dit maakt de interpretatie van gehalten aan zware metalen in biota in het veld lastig.

In zowel oesters als mosselen is er een toenemende trend in molybdeen gehalten aangetroffen, gevolgd door een afname. De afname van molybdeen geldt voor zowel oesters als mosselen maar lijkt voor de individuele soorten op een ander tijdstip te zijn ingezet. In mosselen heeft de toename geduurd tot 2012 en nam de concentratie af in 2013, terwijl in oesters de concentratie al af nam vanaf 2010. Mogelijk heeft dit verschil te maken met verschillen in de biologie van de twee soorten, bv. de verwerkingssnelheid van dit metaal. In oester zijn ook de concentraties van ijzer en vanadium na een toename tot en met 2012 in 2013 lager. Dit is echter nog geen significante trend.

Ook in de Pollution Load Index is het verschil in trends en afbuiging van de toename en tussen beide soorten zichtbaar; de maximale waarde van de sterk variërende PLI voor mosselen is tot dusverre

waargenomen in 2011, terwijl voor oesters de maximale waarde is waargenomen 2010. Analyses op de tijdseries voor PLI in zowel oesters als mosselen laten echter geen significante trend zien.

De variatie in metaalconcentratie is tussen jaren over het algemeen groter dan in replica's binnen jaren. Dat geeft vertrouwen in de validiteit van de metingen en geeft aan dat de variatie die gemeten wordt geen ruis is, maar mogelijk bepaald wordt door concentraties in de omgeving van deze schelpdieren en de biologische variatie. Daarnaast is de variatie in metaalconcentratie in mosselen voor de meeste metalen groter dan in oesters. De grotere variatie in metaalconcentraties in mosselen kan veroorzaakt worden doordat er meer variatie in mosselen zit in de opname van metalen (door bv. variatie in filtratie), of de verwerkingssnelheid van metalen. Veel van de metalen komen in mosselen en oesters in min of meer gelijke gemiddelde concentratie voor. Koper- en zinkconcentraties zijn daarentegen hoger in oesters dan in mosselen, zonder een aanwijsbare trend in de tijd. Dit verschil wijst op een specifieke opname en verwerking (opslag dan wel uitscheiding) van deze twee metalen door oesters.

Beschikbare normen in biota (KRW en consumptienormen) worden niet overschreden in mosselen en oesters bij Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug. Gehalten aan cadmium, chroom, ijzer, mangaan, kwik en lood in mosselen uit deze monitoring zijn vergelijkbaar met gerapporteerde gehalten aan deze zware metalen in mosselen uit de Oosterschelde zoals in voorgaande jaren gerapporteerd.

4.3 Aanbevelingen

Het onderzoek van 2013 betrof een T4-meting die de opeenvolgende resultaten geeft in aanvulling op de T1, T2 en T3 metingen.

- Wij bevelen aan de jaarlijkse monitoring op verschillende stortlocaties te vervolgen zodat de effecten in de tijd van storten ten opzichte van natuurlijke variatie in ruimte en tijd beter begrepen kan worden. De reden ligt in het feit dat zowel de zacht- als hard substraat gemeenschappen bij de Zeelandbrug zijn vier jaar na bestorten nog steeds in ontwikkeling. Natuurlijke dynamiek in diversiteit en dichtheden van soorten speelt een grote rol op zowel referentie locaties als gestorte locaties. Ook kent de Oosterschelde verschillende epifauna gemeenschappen waar onderscheid gemaakt kan worden tussen gemeenschappen die typerend zijn voor de monding, middendeel en de Kom. Ook infauna gemeenschappen kunnen per locatie verschillen. Resultaten van de Zeelandbrug zijn daardoor niet per definitie representatief voor ontwikkeling van gemeenschappen op andere stortlocaties in de Oosterschelde.
- Het onderzoek naar hard substraat gemeenschappen was gericht op sessiele bodemsoorten (vastzittend op de bodem). Het in kaart brengen van vagiele bodemsoorten (kruipend of lopend over de bodem) zoals b.v. kreeften, krabben, garnalen en bodemvissen zal een completer beeld geven van het herstel van bodem habitat omdat een ander deel van het ecosysteem (de soorten die ervan afhankelijk zijn) in kaart worden gebracht. Voor het vangen van verschillende typen vagiele soorten is het gebruik van verschillende tuigen van belang (verschil in maaswijdte van de fuiken).
- Een studie naar gevolgen (positief of negatief) van uitlogende stoffen op biota kan bestaan uit een langduriger studie waarbij in gesloten experimentele ecosystemen (mesocosms) de invloed van de staalslakken op de levensgemeenschap en de chemie kan worden vastgesteld, ten opzichte van een controle zonder staalslakken. In het veld is het lastig om eventuele effecten van uitloging van metalen uit staalslakken op biota vast te stellen Het kan jaren duren voordat effecten zich kunnen manifesteren (mede door de natuurlijke dynamiek). Met behulp van experimentele ecosystemen wordt natuurlijke variatie zeer klein gemaakt, en eventuele effecten worden zodoende zichtbaarder. Het voordeel van een mesocosm experiment boven een laboratorium 'single species test' is dat complexe interacties tussen soorten onderling in een mesocosm wel een rol spelen. Dit is bijvoorbeeld van belang voor bioaccumulatie onderzoek als

sprake is van opname via de voedselketen of bij het zichtbaar maken van indirecte ecologische effecten van een verstoring. Bovendien zal een stof zich in een complexe mesocosmsituatie meer natuurgetrouw gedragen dan in een bekerglas in een laboratorium.

5. Kwaliteitsborging

IMARES beschikt over een ISO 9001:2008 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem (certificaatnummer: 124296-2012-AQ-NLD-RvA). Dit certificaat is geldig tot 15 december 2015. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV Certification B.V. Daarnaast beschikt het chemisch laboratorium van de afdeling Vis over een NEN-EN-ISO/IEC 17025:2005 accreditatie voor testlaboratoria met nummer L097. Deze accreditatie is geldig tot 1 april 2017 en is voor het eerst verleend op 27 maart 1997; deze accreditatie is verleend door de Raad voor Accreditatie.

Referenties

De Kluiver, M.J., Dubbeldam, M.C. en van Broekhoven, B.J.L. (in preparation) (2014). Levensgemeenschappen op de harde substraten in het eulittoraal en op de vooroever aan de zuidkust van Schouwen-Duiveland T4-inventarisatie Zuidhoek/De Val; T0-inventarisatie Zierikzee, 2013. Stichting Zeeschelp. P 112.

EC (2008). Richtlijn 2008/105/EG van het Europees parlement en de Raad van 16 december 2008 inzake milieukwaliteitsnormen op het gebied van het waterbeleid tot wijziging en vervolgens intrekking van de Richtlijnen 82/176/EEG, 83/513/EEG, 84/156/EEG, 84/491/EEG en 86/280/EEG van de Raad, en tot wijziging van Richtlijn 2000/60/EG.

Glorius, S.T., M.J. van den Heuvel-Greve en E.M. Foekema (2013). Variatie gehalte zware metalen op locatie Zeelandbrug en toxiciteit molybdeen – data rapport. IMARES Rapport C105/13.

Heuvel-Greve, M.J. van den (2010). T0 monitoring vooroeververdediging Oosterschelde; cluster 1 - 2009. IMARES Wageningen UR, rapport C137/09.

Heuvel-Greve, M. van den, A. van den Brink, S. Glorius, C. Schipper, M. de Kluijver, M. Dubbeldam (2011). Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde 2010: T1 Cluster 1/T0 Cluster 2. IMARES Wageningen UR, rapport C029/11.

Heuvel-Greve, M. van den, A. van den Brink, S. Glorius, C. Schipper, A. Gittenberger, M.J. de Kluijver, M. Dubbeldam (2012). Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde en Westerschelde 2011: T2 Cluster 2. IMARES Wageningen UR, rapport C081/12.

Heuvel-Greve, M. van den, A. van den Brink, S. Glorius, M.J. de Kluijver, M. Dubbeldam (2013). Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde en Westerschelde 2012: T3 Cluster 1. IMARES Wageningen UR, rapport C102/13.

Kaandorp, J.A., 1986. Rocky substrate communities of the infralittoral fringe of the Boulonnais coast, NW France: a quantitative survey. Mar. Biol., 92: 255-265.

Kovach, W.L., 1999. MVSP - A Multi Variate Statistical Package for Windows, version 3.1. Kovach Computing Services, Pentraeth, Wales, UK.

OSPAR (2009). Background document on CEMP Assessment Criteria for QSR 2010.

R Development Core Team (2012). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL http://www.R-project.org/.

Schellekens, T., Glorius, S., Van den Heuvel-Greve, M. (2014) Variatie en trends van de gehaltes zware metalen op locatie Zeelandbrug. Data rapport 2013. IMARES Wageningen UR. Rapport: C055/014

Tangelder, M., Brummelhuis, E.B.M. de Kluijver M. & Van den Heuvel-Greve, M.J (2014). Data rapport: Het effect van vooroeververdediging op bodemorganismen in de Oosterschelde: 2013. IMARES rapport.

Tomlinson, D. L., Wilson, J. G., Harris, C. R., en Jeffrey, D. W. (1980). Problems in the assessment of heavy-metal levels in estuaries and the formation of a pollution index, Helgoland Marine Research (33), pp 566 – 575.

Verantwoording

Rapportnummer : C102.14
Projectnummer : 4303101404

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en het betreffende afdelingshoofd van IMARES.

Akkoord: [redacted] Maritiem

Handtekening:

Datum: 9 j

Akkoord: [redacted]

Handtekening:

Datum: 9 juli 2014

Bijlage 1. Hard substraat: soortensamenstelling eulittorale gemeenschappen

Soortensamenstelling van de eulittorale gemeenschappen op Schouwen-Duiveland (2009-2013). Onderstreepte waarden geven per soort een voorkomen van minimaal 90% van de totale kwantiteit binnen de gemeenschappen aan. Afkortingen: An - anemoon, Bi - tweekleppige, Br - bryozoo, BW -bruinwier, Cr - kreeftachtige, Ech - stekelhuidige, Ga - slak, GW - groenwier, Hy - hydroïd, In - insect, Li- korstmos, Po - polychaet, RW - roodwier, Sp - spons en Tu - zakpijp.

		1-Id-Bl--hd-Bl--id-Bl-	1-cir	1-L sa	2a2-c/	2a3-c/	tbt-F-rvb2-F-rvd1-F-rvd2-F-rv	2F-c/c	a-F vf	3-Bl-	3-cir	3-hd-Asle-F su	4-cir	5-piu-cpx/	5-mf-pi	5-pio	5-pio-15-pio-25-pio-35-pio-55-pio-6-hd-F	p-id-F	7-id-Fu	8-Myt	8-Pat	9-Ent	9-wier	9-Pat	9-Xan
Xanthoria spec.	Li	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17,8
Patella vulgata	Ga	-	0,0	-	0,1	-	0,4	1,9	1,1	1,2	1,0	2,4	-	0,3	0,5	0,4	-	0,0	0,1	0,0	0,6	-	0,2	-	-	0,3	-	0,6	0,2	-	0,5	0,3	0,3	-	0,5	-
Ulva spec.	GW	0,0	0,0	-	0,0	-	0,1	0,1	0,8	0,9	10,0	4,6	-	1,8	0,8	2,4	7,5	14,2	0,9	1,3	1,0	9,1	0,3	8,1	5,0	-	31,7	-	0,4	0,3	-	8,8	-	-	6,0	-	-
Mastocarpus stellatus	RW	-	-	-	-	-	0,6	0,1	0,5	0,6	6,5	3,0	-	0,5	1,9	1,0	10,0	-	0,0	0,0	0,2	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,6	-	-	4,0	-	-
Enteromorpha spec.	GW	0,3	0,1	-	0,8	-	0,0	1,8	3,8	3,2	-	0,3	0,1	5,8	2,6	4,6	2,5	0,4	10,1	21,1	11,1	37,3	16,6	31,9	9,0	-	9,6	1,1	11,7	-	1,3	10,5	-	37,3	-	-	-
Bildingia minima	GW	22,6	20,9	1,0	0,0	-	-	-	-	0,0	-	-	-	0,0	0,2	-	-	-	0,1	0,5	1,1	-	-	-	-	-	-	0,4	2,2	-	-	-	-	0,2	-	-	-
Porphyra spec.	RW	0,5	1,4	-	0,0	-	0,0	0,0	0,0	0,1	-	-	-	0,2	0,2	0,2	-	0,0	0,1	0,2	0,1	-	1,5	8,8	-	3,3	-	0,1	0,6	0,1	-	0,3	-	-	-	-	-
Littorina saxatilis	Ga	0,3	0,2	-	0,3	0,5	0,2	0,1	0,2	0,2	-	-	0,2	0,0	0,0	-	-	-	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,0	-	0,1	-	0,3	0,2	0,0	-	0,1	0,3	0,1	-	-	-
Fucus spiralis	BW	-	21,9	-	0,2	-	-	-	1,3	0,4	-	-	-	3,0	0,1	-	-	-	21,0	1,0	11,3	-	0,0	-	-	-	-	72,1	30,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Anurida maritima	In	0,0	0,1	-	0,1	-	0,0	0,1	0,2	0,1	-	0,0	-	0,0	0,1	-	-	-	0,0	0,1	0,2	-	-	-	-	-	-	0,3	0,1	-	-	-	0,3	0,0	-	-	-
Fucus vesiculosus	BW	3,0	11,0	-	0,3	-	48,4	0,0	12,3	21,1	13,5	0,3	-	37,0	40,8	6,5	2,5	12,4	36,5	43,0	23,6	13,2	0,4	7,4	-	3,8	-	3,5	2,5	31,0	0,5	3,5	1,3	-	-	-	-
Actinia equina	An	0,0	0,1	-	0,1	-	0,0	0,1	0,3	0,1	-	-	0,1	0,1	0,2	0,1	-	-	0,0	0,0	0,3	-	-	-	-	-	-	0,4	0,1	0,0	-	-	0,5	0,0	-	-	-
Feldmanophycus okamurae	RW	-	0,6	-	0,0	-	0,1	0,2	0,0	4,9	-	1,5	-	0,4	0,3	0,0	1,5	0,0	0,2	0,3	12,1	-	-	0,0	-	-	-	1,5	0,0	0,1	1,0	-	-	0,0	-	-	-
Ulothrix spec.	GW	-	-	0,2	-	-	-	0,0	0,0	0,2	-	0,0	-	0,0	-	-	-	-	0,0	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cirripedia	Cr	0,7	3,4	-	2,9	-	41,7	33,0	16,0	28,2	35,0	31,6	15,6	28,4	40,7	34,0	1,5	9,9	15,4	14,4	6,9	0,6	16,3	12,9	0,3	18,6	7,0	13,4	7,2	6,6	3,3	20,2	20,3	1,0	-	-	-
Littorina littorea	Ga	-	0,0	-	0,0	-	0,6	1,0	0,9	0,7	1,3	0,5	0,8	0,3	0,3	0,1	0,8	0,0	0,1	0,1	0,1	-	0,6	0,1	0,3	0,6	-	0,1	0,0	-	1,0	0,1	-	-	-	-	-
Mytilus edulis	Bi	-	0,1	-	0,0	-	1,4	0,4	0,4	0,2	15,5	0,2	-	0,5	0,1	0,2	-	0,0	0,1	0,2	0,4	0,0	-	-	-	-	-	0,2	0,1	0,0	14,3	-	-	-	-	-	-
Crassostrea gigas	Bi	-	0,0	-	0,0	-	2,4	2,8	4,7	3,0	10,0	14,0	0,1	4,0	3,3	6,7	12,5	2,0	0,5	1,1	0,8	-	-	0,1	0,5	0,1	-	0,1	0,1	-	0,1	2,2	-	-	-	-	-
Littorina obtusata	Ga	-	0,0	-	-	-	0,2	0,0	0,1	0,2	0,3	0,1	-	0,4	0,3	0,3	-	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	-	-	-	0,1	-	0,3	0,0	-	-	0,1	-	-	-	-	-
Gelidium pusillum	RW	-	0,1	-	-	-	0,0	0,0	9,0	0,1	-	0,9	-	0,2	0,4	0,0	-	-	0,0	-	0,6	-	-	-	-	-	-	1,5	0,6	-	0,4	0,1	-	-	-	-	-
Nucella lapillus	Ga	-	-	-	-	-	0,0	-	0,0	0,0	-	0,0	-	0,0	0,0	0,1	-	-	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-
Bryopsis hypnoides	GW	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	0,0	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-
Chondrus crispus	RW	-	-	-	-	-	-	0,2	0,0	0,0	2,3	2,4	-	0,2	0,0	0,7	-	0,0	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,3	2,9	-	-	0,5	-	-
Lanice conchilega	Po	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,4	-	-	-	-	-	-
Dynamena pumila	Hy	-	-	-	-	-	0,0	-	0,0	0,0	0,3	0,0	-	0,1	0,0	0,8	-	0,0	-	-	0,0	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-
Ceramium deslongchampsii	RW	-	-	-	-	-	0,0	-	0,0	0,0	0,3	-	-	0,0	-	0,1	-	0,0	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	1,3	0,3	-	-	-	-	-
Ceramium rubrum	RW	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,3	0,1	-	0,1	0,0	0,6	-	0,6	0,0	0,0	-	0,0	-	0,1	-	-	0,5	-	-	-	0,3	5,3	-	-	-	-	-
Sagartia troglodytes	An	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,0	0,5	-	-	0,0	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL-Phymatolithon lenormandii	RW	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	0,0	-	1,2	-	0,2	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-
Dictyota dichotoma	BW	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	0,2	-	0,0	0,0	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	0,8	-	-	-	-	-	-
Nitophyllum punctatum	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dumontia contorta	RW	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Scytosiphon lomentaria	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Griffithsia devoniensis	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dladumene luciae	An	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fucus serratus	BW	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,4	-	0,2	-	28,2	19,4	65,1	-	24,0	0,1	0,0	0,2	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	0,8	19,0	-	-	-	-	-
Electra pilosa	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,0	0,0	0,3	-	0,2	-	-	-	-	-	0,0	-	-	0,0	-	-	-	0,1	0,3	-	-	-	-	-	-
Ascophyllum nodosum	BW	-	-	-	-	-	0,0	-	0,3	0,1	-	-	-	0,3	10,0	-	-	0,0	0,9	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	60,0	-	-	-	-	-
Spirorbidae	Po	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,3	0,1	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-
Halichondria panicea	Sp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	-	0,3	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-
Didemnum vexillum	Tu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,1	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-
Ectocarpales	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,0	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-
Styela clava	Tu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,3	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-
Polysiphonia violacea	RW	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	0,6	-	0,0	-	0,0	-	0,7	-	-	-	-	-	0,0	-	-	19,8	-	-	-	1,3	0,2	-	-	-	-	-	-
Sycon ciliatum	Sp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-
Heterosiphonia japonica	RW	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	0,1	-	0,0	-	0,0	-	1,0	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-	1,9	-	-	-	-	-	-
Polysiphonia nigrescens	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,0	0,0	0,0	-	1,7	0,0	-	-	-	-	0,0	-	-	0,1	-	-	-	-	3,3	-	-	-	-	-	-
Polysiphonia nigra	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	0,4	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-
Cystoclonium purpureum	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,2	-	1,5	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-
Tricellaria inopinata	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-
Bowerbankia imbricata	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-
Sargassum muticum	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	0,0	-	0,0	-	1,2	-	0,0	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	2,8	-	-	-	-	-	-
Antithamnion plumula	RW	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	0,0	-	-	0,0	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-
Hypoglossum hypoglossoides	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Callithamnion tetragonum	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alcyonidium gelatinosum	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Crepidula fornicata	Ga	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	-	0,3	0,0	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Elachista spec.	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sphacelaria furcigera	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gracilaria spec.	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Flustrellidra hispida	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Callithamnion byssoides	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aplidium glabrum	Tu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dladumene cincta	An	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Obelia geniculata	Hy	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Metridium senile	An	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ascidiella aspersa	Tu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Diplosoma listerianum	Tu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Griffithsia flosculosa	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fucus juveniel	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,2	-	-	1,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cladophora albida	GW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,0	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,0	0,0	-	-	-	-	-	-
Chaetomorpha aerea	GW	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-
Obelia dichotoma	Hy	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-
Cladophora sericea	GW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-
Botryllus schlosseri	Tu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-
Sarsia tubulosa	Hy	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-
index		0,999	1,344	0,241	0,900	0,000	1,160	1,042	1,924	1,782	2,489	2,013	0,627	1,725	1,832	1,611	2,562	2,090	1,408	1,384	2,099	1,207	1,508	1,678	1,269	1,190	1,800	1,136	1,362	0,885	2,339	2,430	0,608	0,342	1,201	0,000	0,000
evenness		0,552	0,569	0,241	0,578	0,000	0,453	0,433	0,609	0,566	0,695	0,607	0,452	0,551	0,570	0,514	0,774	0,666	0,584	0,540	0,634	0,613	0,656	0,700	0,714	0,524	0,618	0,399	0,594	0,681	0,702	0,667	0,291	0,224	0,758	0,000	0,000
gem. aantal soorten		3,5	5,2	1,3	2,8	1,0	6,0	5,1	9,0	8,9	12,0	10,1	2,8	9,1	9,5	9,5	10,0	9,4	5,7	6,2	10,1	4,1	5,2	5,4	3,5	5,0	7,8	7,5	5,3	2,6	9,5	13,3	4,3	2,0	3,0	1,0	1,0
totaal aantal soorten		9	17	2	15	1	21	22	30	31	15	30	6	52	32	41	12	41	27	29	25	8	10	16	5	8	14	17	17	8	20	43	7	7	3	1	1
aantal kwadranten		38	70	3	150	10	92	73	143	137	2	21	6	427	61	56	2	62	280	169	67	17	21	60	2	8	23	20	36	16	4	13	3	22	1	1	65

Bijlage 2. Hard substraat: soortensamenstelling infralittorale gemeenschappen

Geordende tabel van de gemeenschappen in de infralittorale zone in 2009-2013. Vet gedrukte dichtheden geven een presentie van de soort in minimaal 66.7% van de stations binnen een gemeenschap aan en onderstreepte waarden geven per soort een voorkomen van minimaal 90% van de totale kwantiteit binnen de gemeenschappen aan. Afkortingen: An - anemoon, Bi - tweekleppige, Br - bryozoo, BW - bruinwier, Cr - kreeftachtige, En - entoproct, GW - groenwier, Hy - hydroïd, Po - polychaet, RW - roodwier, Sc - kwal, Sp - spons en Tu - zakpijp.

Gemeenschap		IIa	IIb1	IIa	IIb	IIc	IIe	I4
Crassostrea gigas	Bi	**37,3**	-	**66,7**	**61,1**	-	-	**59,7**
Ceramium rubrum	RW	**25,4**	**10,7**	**11,7**	3,1	**3,7**	1,8	0,6
Polysiphonia nigrescens	RW	**16,2**	**10,2**	**15,3**	2,0	1,5	**4,2**	0,2
Ulva spec.	GW	**5,0**	**13,3**	**3,7**	**3,1**	**3,9**	**4,3**	2,0
Chondrus crispus	RW	**3,5**	-	0,1	0,5	-	0,0	0,3
Electra pilosa	Br	**2,1**	0,4	**2,4**	**0,8**	**0,4**	**0,6**	0,2
Polysiphonia violacea	RW	**1,5**	**2,8**	**0,9**	**3,2**	0,4	1,2	**1,2**
Cystoclonium purpureum	RW	**0,4**	**0,6**	0,2	**3,1**	0,2	**1,3**	-
Cladophora sericea	GW	**0,3**	0,0	**0,3**	-	-	-	0,0
BL *Undaria pinnatifida*	BW	**3,1**	-	**3,4**	**6,8**	**9,2**	0,7	**8,7**
Polysiphonia nigra	RW	**1,3**	**1,2**	-	**0,4**	**0,2**	0,1	0,1
Phyllophora pseudoceranoides	RW	**0,5**	-	**0,2**	**0,1**	-	0,0	-
Ectocarpus spec.	BW	**0,4**	0,1	-	0,0	**0,5**	-	**0,8**
Fucus serratus	BW	**0,4**	-	**0,2**	**0,0**	-	-	-
Undaria pinnatifida	BW	**0,4**	-	-	**1,1**	**1,5**	0,2	**0,9**
Laminaria saccharina	BW	**0,3**	0,0	-	**0,2**	-	**0,0**	-
Ceramium diaslongchampsii	RW	**0,3**	**0,3**	**0,6**	**1,0**	-	0,2	**1,1**
Obelia dichotoma	Hy	**0,2**	**0,2**	-	**0,1**	-	0,0	**0,3**
Clytia hemisphaerica	Hy	**0,2**	**0,7**	**0,4**	**0,2**	**0,3**	**0,2**	0,2
Mytilus edulis	Bi	**0,2**	0,1	**0,1**	**1,3**	-	0,0	**0,1**
Bryopsis hypnoides	GW	**0,1**	-	**0,1**	0,0	-	-	**0,6**
Enteromorpha prolifera	GW	**0,1**	**0,4**	**0,2**	0,0	**0,2**	0,0	0,0
Scypha ciliata	Sp	**0,1**	-	-	0,0	-	**0,0**	**0,1**
Obelia geniculata	Hy	**0,1**	-	**0,1**	0,0	-	-	-
Halichondria panicea	Sp	**0,1**	-	**0,1**	**0,0**	-	-	0,0
Sphacelaria plumigera	BW	**0,1**	-	**0,2**	-	-	-	-
Cliona celata	Sp	**0,1**	-	**0,2**	0,0	-	**0,0**	-
Verruca stroemia	Cr	**0,1**	-	**0,2**	-	-	-	-
Hymeniacidon perlevis	Sp	**0,1**	-	-	**0,0**	-	-	**0,0**
Pedicellina cernua	En	**0,0**	-	-	0,0	-	**0,0**	**0,0**
Spirorbidae	Po	**0,0**	-	-	**0,0**	-	-	-
Sarsia tubulosa	Hy	**0,0**	-	-	**0,0**	-	**0,0**	**0,1**
zeepokken	Cr	1,1	**20,8**	0,4	**1,3**	0,2	3,9	**12,3**
Heterosiphonia japonica	RW	0,1	**9,8**	2,0	**16,2**	**17,3**	**23,6**	**8,3**
Enteromorpha linza	GW	0,1	**2,4**	-	0,0	**0,3**	0,0	0,0
Hypoglossum hypoglossoides	RW	0,7	**1,1**	**3,4**	**2,0**	**1,7**	**1,3**	**3,4**
Ciona intestinalis	Tu	0,0	**4,0**	0,2	**0,4**	0,2	**0,6**	0,2
BL *Sargassum muticum*	BW	0,9	**2,1**	0,2	**4,6**	**1,7**	**7,0**	**2,2**
Sargassum muticum	BW	0,4	**0,5**	**0,4**	**2,0**	**0,5**	**2,7**	**0,7**
Chondria dasyphylla	RW	-	**0,4**	-	**0,6**	-	**0,4**	-
Ascidiella aspersa	Tu	-	**0,3**	-	**0,2**	**0,4**	**0,5**	**0,2**
Lomentaria clavellosa	RW	-	**0,3**	-	**0,1**	-	**0,0**	0,0
Obelia bidentata	Hy	-	**0,3**	-	**0,0**	-	0,0	-
Sagartia troglodytes	An	0,0	**0,2**	**0,2**	0,0	-	**0,1**	**0,1**
Griffithsia devoniensis	RW	-	**0,2**	-	**0,2**	-	**0,4**	0,0
Bugula plumosa	Br	-	**0,1**	-	**0,1**	**0,2**	**0,2**	-
Gracilaria gracilis	RW	-	**0,0**	-	-	-	**0,0**	-
Eudendrium ramosum	Hy	-	**0,0**	-	**0,0**	-	**0,0**	-

Vervolg

Gemeenschap		I1a	I1b1	I2a	I2b	I2c	I3a	I4
Enteromorpha compressa	GW	0,2	0,1	-	-	-	-	-
Porphyra spec.	RW	0,3	-	-	-	-	-	-
Operculatella lacerata	Hy	0,0	-	-	-	-	-	-
Calycella syringa	Hy	0,0	-	-	-	-	-	-
Codium fragile	GW	0,0	-	-	-	-	-	-
Chaetomorpha melagonium	GW	0,0	-	-	-	-	-	-
Sagartia elegans	An	-	0,0	-	-	-	-	-
Dictyota dichotoma	BW	-	0,9	0,1	**12,3**	5,9	**4,0**	**10,8**
Didemnum vexillum	Tu	-	0,0	0,2	**2,0**	**1,3**	**1,8**	**6,2**
Botryllodes violacea	Tu	-	-	-	0,2	0,5	0,4	**4,4**
Antithamnion plumula	RW	0,1	0,1	**3,5**	**1,2**	**0,7**	0,5	**1,5**
Styela clava	Tu	-	-	0,2	0,4	**0,8**	0,3	**1,4**
Diplosoma listerianum	Tu	0,1	-	**0,3**	**1,9**	-	**0,9**	**0,4**
Griffithsia flosculosa	RW	-	0,0	-	0,4	**0,8**	0,0	0,6
Dasya baillouviana	RW	-	-	-	0,2	0,2	0,2	0,5
Aplidium glabrum	Tu	-	-	-	0,1	-	0,0	0,2
Metridium senile	An	-	-	2,2	0,0	-	0,0	0,2
Tricellaria inopinata	Br	-	-	-	0,4	-	0,5	0,1
Desmarestia viridis	BW	-	-	-	0,1	-	-	0,1
Mycale micracanthoxea	Sp	-	-	-	0,1	-	-	0,1
Diadumene cincta	An	-	-	0,1	0,1	-	-	0,1
Leucosolenia variabilis	Sp	-	-	0,1	0,1	-	0,0	0,1
Conopeum reticulum	Br	-	-	-	0,0	-	-	0,0
Bowerbankia spec.	Br	-	-	0,3	0,0	-	0,0	0,0
Molgula spec.	Tu	-	-	0,1	-	-	0,0	0,0
Lamice conchilega	Po	-	-	-	0,0	-	0,0	0,0
Grateloupia turuturu	RW	-	-	-	-	-	-	4,2
Botryllus schlosseri	Tu	-	-	-	-	-	-	0,1
Codiales (tijle fase)	GW	-	-	-	-	-	-	0,0
Sagartiogeton undatus	An	-	-	-	-	-	-	0,0
Diadumene lucize	An	-	-	-	-	-	-	0,0
Agardhiella subulata	RW	-	-	-	1,2	1,7	**4,9**	0,4
lokerbouwende organismen	Po/Cr	0,2	**0,3**	**0,7**	**1,1**	**16,9**	**1,4**	**0,4**
Nitophyllum punctatum	RW	-	-	-	1,1	0,7	**1,0**	-
Callithamnion tetragonum	RW	-	-	-	2,1	0,7	2,4	0,0
Halecium halecinum	Hy	-	-	-	0,4	-	0,1	-
Scrupocellaria scruposa	Br	-	-	0,1	0,0	0,1	0,1	-
Fenestrulina cf delicia	Br	-	-	-	0,0	-	0,0	-
Scruparia ambigua	Br	-	-	-	-	-	0,0	-
BL *Laminaria saccharina*	BW	-	-	0,9	-	-	-	-
Callopora cf dumerilii	Br	-	-	0,3	0,0	-	-	-
Rhodochorton purpureum	RW	-	-	-	0,2	-	-	-
Halichondria bowerbanki	Sp	-	-	-	0,1	-	-	-
Bicellariella ciliata	Br	-	-	-	0,0	-	-	-
Smittoidea cf prolifica	Br	-	-	-	0,0	-	-	-
Crypotsula pallasiana	Br	-	-	-	0,0	-	-	-
Ceramium cimbricum	RW	-	-	-	0,0	-	-	-
Barentsia gracilis	En	-	-	-	0,0	-	-	-
Chaetomorpha aerea	GW	-	-	-	0,0	-	-	-
Cladophora rupestris	GW	-	-	-	0,0	-	-	-
Cladostephus spongiosus	BW	-	-	-	0,0	-	-	-
Phymatolithon lenormandii	RW	-	-	-	0,0	-	-	-
Callithamnion byssoides	RW	-	-	-	-	0,1	-	-
Polysiphonia elongata	RW	-	-	-	-	0,2	-	-
index (base2)		2,575	2,931	2,487	2,747	3,238	2,939	2,749
evenness		0,601	0,696	0,504	0,581	0,695	0,663	0,590
gemiddeld aantal soorten		20,3	18,6	30,5	27,0	25,5	22,0	25,3
aantal soorten		48	38	43	81	35	60	61
aantal stations		8	8	2	32	2	15	17
% kaal		51,3	57,5	23,4	26,0	53,4	61,3	22,7

Bijlage 3. Hard substraat: soortensamenstelling circalittorale gemeenschappen

Geordende tabel van de gemeenschappen in de circalittorale zone in 2009-2013. Vet gedrukte dichtheden geven een presentie van de soort in minimaal 66.7% van de stations binnen een gemeenschap aan en onderstreepte waarden geven per soort een voorkomen van minimaal 90% van de totale kwantiteit binnen de gemeenschappen aan. Afkortingen: An - anemoon, Bi - tweekleppige, Br - bryozoo, BW - bruinwier, Cr - kreeftachtige, En - entoproct, GW - groenwier, Hy - hydroïd, Po - polychaet, RW - roodwier, Sc - kwal, Sp - spons en Tu - zakpijp.

Station		M1a	M1b	C1a	C1b	C1c	C1d	Z2b	Z2c	M2	M3	kol-2	kol-1	C4a	C4b	veen	kol-3
Scrupocellaria scruposa	Br	0,0	0,1	1,5	2,7	2,2	5,7	-	0,5	1,2	0,7	4,9	0,0	-	0,2	-	1,5
Obelia dichotoma	Hy	0,0	0,3	5,8	2,1	7,5	1,0	3,6	-	-	0,7	0,6	2,3	0,5	-	3,2	1,5
Sagartia troglodytes	An	0,2	0,1	0,3	0,0	0,1	0,0	0,0	-	-	-	0,2	0,2	-	-	0,1	1,2
Ascidiella aspersa	Tu	-	-	0,1	0,1	0,4	1,1	1,6	-	-	0,3	1,3	1,4	-	0,6	0,9	0,4
Antithamnion plumula	RW	-	0,0	-	0,1	-	-	0,2	-	-	-	0,0	0,0	0,7	0,3	-	0,1
kokerbouwende organismen	Po/Cr	0,1	0,4	16,6	5,7	1,1	5,0	0,5	0,5	41,7	0,4	25,9	0,3	1,0	0,6	27,7	2,2
Didemnum vexillum	Tu	0,1	0,2	7,7	6,4	8,2	3,9	13,7	0,5	0,3	0,5	4,7	0,6	3,3	4,7	16,5	0,5
Diplosoma listerianum	Tu	0,0	0,3	7,3	12,5	2,5	4,4	4,3	0,3	2,3	21,8	7,5	0,9	4,0	6,2	2,9	1,7
Botrylloides violacea	Tu	-	-	-	0,2	7,0	1,5	4,6	-	2,2	-	0,7	0,2	-	-	4,2	-
Bowerbankia spec.	Br	-	-	0,0	0,0	-	0,0	-	-	-	0,1	0,0	0,0	0,3	-	0,1	-
Polysiphonia violacea	RW	-	-	-	0,0	-	-	0,0	-	-	-	0,0	-	-	0,2	0,0	-
Aurelia aurita (strobilus)	Sc	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-
Crassostrea gigas	Bi	78,6	80,2	82,3	81,9	76,7	25,0	83,1	90,0	70,0	0,6	0,1	0,3	83,3	91,7	-	-
Metridium senile	An	20,7	16,7	1,8	1,1	0,3	0,1	2,2	5,3	0,7	-	0,2	0,1	4,0	0,2	-	0,2
Verruca stroemia	Cr	0,5	0,4	-	0,0	-	-	-	-	-	0,2	0,0	-	-	-	-	-
Electra pilosa	Br	0,4	0,5	3,9	0,1	0,3	0,4	0,0	-	0,2	-	0,5	0,9	-	-	-	0,2
Halichondria panicea	Sp	0,7	0,6	-	0,3	-	0,5	0,0	0,3	-	-	0,7	-	-	-	-	-
Cliona celata	Sp	0,2	0,1	0,1	0,0	0,5	1,0	0,1	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-
Callopora cf dumerilii	Br	0,1	0,3	-	0,0	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,2	-	-	-
Spirorbidae	Po	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-
Smittoidea cf prolifica	Br	0,0	0,0	-	-	-	0,0	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-
Calycella syringa	Hy	0,0	0,0	0,1	0,0	-	0,1	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-
Anguinella palmata	Br	0,0	-	0,0	0,0	-	0,1	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-
Conopeum reticulum	Br	0,1	0,4	0,1	0,0	-	0,2	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-
Diadumene cincta	An	-	0,9	4,3	2,1	-	1,7	2,1	0,2	-	-	0,0	0,0	-	-	-	-
Tubularia indivisa	Hy	0,0	0,2	3,3	0,1	-	0,9	-	-	-	-	0,1	0,2	-	-	-	-
Clytia hemisphaerica	Hy	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,0	-	0,2	0,1	0,1	0,9	-	0,2	-	-
Schizomavella linearis	Br	-	0,0	0,1	0,0	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Molgula spec.	Tu	-	0,0	0,2	0,0	-	0,1	0,0	-	-	-	0,0	0,0	-	-	-	-
Pomatoceros triqueter	Po	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,0	-	-	-	-	-
Alcyonidium mytili	Br	-	0,0	0,0	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ostrea edulis	Bi	0,1	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hypoglossum hypoglossoides	RW	-	-	-	0,1	-	-	0,1	-	-	-	0,0	0,1	-	1,0	-	-
Obelia bidentata	Hy	0,1	0,1	-	1,4	-	1,1	0,1	-	-	-	0,1	0,8	-	3,9	-	-
Polysiphonia nigrescens	RW	-	-	-	-	0,4	-	-	-	-	-	0,0	0,0	-	2,0	-	0,1
Halecium halecinum	Hy	-	-	0,1	4,3	0,9	0,1	0,4	-	-	0,5	3,0	0,5	-	1,7	-	-
Styela clava	Tu	0,0	0,1	0,5	1,2	1,0	6,5	1,7	0,3	-	1,1	0,6	0,0	-	1,0	0,1	-
Ceramium deslongchampsii	RW	-	-	-	0,0	0,4	-	0,1	-	-	-	0,0	0,0	-	0,4	-	-
Griffithsia devoniensis	RW	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	0,2	-	-
Aplidium glabrum	Tu	-	-	0,1	-	-	0,8	0,0	-	-	-	0,1	0,1	-	0,2	-	-
Bugula plumosa	Br	-	0,0	-	0,7	1,1	0,3	-	-	-	0,5	1,0	0,1	-	0,1	0,1	0,3
zeepokken	Cr	0,2	0,3	6,3	0,7	0,3	7,7	3,2	0,5	-	0,6	2,1	24,0	2,0	0,9	0,0	-
Mycale micracanthoxea	Sp	0,0	0,1	0,8	0,6	-	3,0	0,2	1,7	-	1,7	0,1	-	1,3	-	0,3	-
Eudendrium ramosum	Hy	0,0	0,0	1,1	9,9	1,7	1,6	0,3	-	2,5	0,2	2,3	1,0	1,3	-	-	-
Haliclona xena	Sp	-	-	-	0,0	-	-	0,3	-	-	-	0,1	-	1,0	-	0,0	-
Leucosolenia variabilis	Sp	0,1	0,1	0,6	0,3	-	0,3	0,1	0,2	-	0,4	0,2	0,0	0,2	-	-	-

Vervolg.

Station		M1a	M1b	C1a	C1b	C1c	C1d	Z2b	Z2c	M2	M3	kol-2	kol-1	C4a	C4b	veen	kol-3
Heterosiphonia japonica	RW	-	-	-	0,4	0,4	0,0	0,4	-	-	-	0,4	0,1	6,7	16,5	0,2	-
Callithamnion tetragonum	RW	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,7	0,4	-	-
Dictyota dichotoma	BW	-	0,0	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	0,3	-	-
Nitophyllum punctatum	RW	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,9	-	-
Callithamnion byssoides	RW	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-
BL *Undaria pinnatifida*	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,7	-	-	-
Codiales (ijle fase)	GW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,8	-	-	-
Undaria pinnatifida	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-
Ciona intestinalis	Tu	0,0	0,7	1,0	0,8	1,3	16,6	1,2	4,0	-	0,6	2,6	21,2	0,3	0,9	0,2	0,2
Bicellariella ciliata	Br	-	-	0,1	1,1	0,4	0,6	0,1	-	-	0,5	0,8	0,2	-	-	-	-
Tubularia larynx	Hy	-	-	0,4	0,2	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-
Sabella pavonina	Po	-	-	-	0,2	-	0,1	-	-	-	-	0,2	0,1	-	-	-	-
Lanice conchilega	Po	0,0	-	0,1	0,0	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	-	-	-	-
Pedicellina cernua	En	-	-	-	0,0	-	0,0	0,0	-	-	-	0,0	0,0	-	-	-	-
Scruparia ambigua	Br	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	0,0	0,0	-	-	-	-
Ceramium rubrum	RW	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	-	-	-	-
Sertularia cupressina	Hy	-	-	0,3	0,1	0,4	0,0	-	-	-	0,2	0,6	-	-	-	-	-
Tricellaria inopinata	Br	-	-	-	0,1	-	0,5	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-
Scypha ciliata	Sp	-	-	0,1	0,0	-	0,4	-	0,2	0,2	-	0,2	0,0	-	-	0,0	-
Haliclona oculata	Sp	-	-	0,1	0,6	0,1	0,3	0,1	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-
KL *Schizomavella linearis*	Br	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-
Polysiphonia nigra	RW	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-
Cystoclonium purpureum	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-
Bowerbankia citrina	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-
KL *Callopora cf dumerilii*	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-
Halichondria bowerbanki	Sp	-	0,1	2,9	0,5	-	0,5	0,1	-	3,7	1,5	0,1	-	-	-	-	-
KL *Electra pilosa*	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	-	0,0	-	-	-	-
KL *Conopeum reticulum*	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	0,0	-	-	-	-	-
KL *Fenestrulina cf delicia*	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,0	-	-	-	-	-
KL *Smittoidea cf prolifica*	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-
Sagartia elegans	An	0,0	-	0,5	0,2	-	0,0	-	-	2,7	0,1	-	0,1	-	-	-	-
Sagartogeton undatus	An	-	-	-	0,0	-	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-
Fenestrulina cf delicia	Br	0,0	-	-	0,1	-	-	0,0	0,2	-	-	0,0	-	-	-	-	-
Bougainvillia ramosa	Hy	-	-	0,2	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cryptosula pallasiana	Br	-	-	-	-	0,1	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sarsia tubulosa	Hy	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Griffithsia flosculosa	RW	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mytilus edulis	Bi	0,2	0,3	15,0	0,2	-	3,6	0,1	-	-	0,4	0,0	0,2	0,2	-	-	-
Hymeniacidon perlevis	Sp	-	-	-	0,0	0,3	0,9	0,1	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-
Prosuberites epiphytum	Sp	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Barentsia gracilis	En	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Halisarca dujardini	Sp	-	-	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-
Alcyonium digitatum	An	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Opercularella lacerata	Hy	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
index (base2)		0,955	1,099	2,558	2,242	2,002	3,299	1,770	0,989	1,792	3,076	2,602	1,934	1,979	1,800	1,733	2,790
eveness		0,307	0,275	0,577	0,516	0,453	0,690	0,441	0,247	0,459	0,703	0,596	0,494	0,444	0,424	0,556	0,841
gemiddeld aantal soorten		9,6	16,3	23,0	20,6	21,5	27,9	16,4	16,0	15,0	22,0	20,4	14,9	22,0	19,0	9,2	10,0
aantal stations		12	9	5	39	2	15	17	1	1	2	44	22	1	2	5	2
aantal soorten		33	37	42	60	27	50	43	16	15	28	64	41	22	27	18	13
% kaal		21,1	16,5	9,0	17,9	23,3	14,9	16,4	10,0	25,0	64,9	40,9	49,3	16,7	13,4	49,7	95,5

Bijlage 4. Infauna: soortensamenstelling infauna gemeenschappen

Tabel. Geordende tabel van de zachtsubstraat gemeenschappen in de Oosterschelde. Vet gedrukte dichtheden geven een presentie van de soort in 66.7% van de stations van een gemeenschap, onderstreepte waarden geven per soort een voorkomen van minimaal 90% van de totale kwantiteit binnen de onderzochte stations. Afkortingen: An - Anthozoa, Br - Bryozoa, Cr - Crustacea, Ech - Echinodermata, Mol - Mollusca, Ne - Nemertea, Ol - Oligochaeta, Ph - Phoronida, Pl - Plathyhelminthes, Po - Polychaeta, Pyc - Pycnogonidae, Sp - Porifera en Tu - Tunicaten.

		A1	A2	B	C1	C2	D	E	F	G	H	I	J	K	M	N	O	leeg
Nudibranchia	Mol	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**50,2**	-
Brachyura	Cr	2,6	-	-	-	3,3	-	**50,2**	-	-	-	-	-	-	-	**50,2**	-	-
Mytilus edulis	Mol	1,3	-	-	11,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**50,2**	-	-	-
Actiniaria	An	60,5	-	-	59,5	**127,2**	-	**200,9**	-	-	**125,6**	-	-	**351,6**	-	-	-	-
Malmgreniella (Harmothoe) lunulata	Po	-	-	-	9,3	10,0	**50,2**	-	-	-	-	-	-	**50,2**	-	-	-	-
Ascidiacea	Tu	3,9	-	-	6,6	-	-	-	-	-	25,1	-	-	**50,2**	-	-	-	-
Asterias rubens	Ech	-	-	-	5,3	-	-	-	-	-	25,1	-	-	**50,2**	-	-	-	-
Photis spec.	Cr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**50,2**	-	-	-	-
Nephtys hombergii	Po	59,2	-	**50,2**	76,7	73,7	-	-	-	-	-	21,5	**150,7**	-	-	-	-	-
Streblospio shrubsoli	Po	**161,0**	-	-	85,9	63,6	-	-	-	-	-	-	**50,2**	-	-	-	-	-
Ophiuroidea	Ech	-	-	-	14,5	6,7	-	-	-	-	25,1	-	25,1	-	-	-	-	-
Phoronida	Ph	30,9	-	-	23,8	3,3	-	-	-	-	-	-	25,1	-	-	-	-	-
Amphipoda	Cr	-	-	-	14,5	-	-	-	-	-	-	-	12,6	-	-	-	-	-
Ensis spec.	Mol	1,3	-	-	41,0	16,7	-	**50,2**	-	-	-	-	12,6	-	-	-	-	-
Eteone spec.	Po	5,2	-	-	59,5	30,1	-	-	-	-	-	-	12,6	-	-	-	-	-
Monocorophium insidiosum	Cr	3,9	-	-	14,5	6,7	-	-	-	-	-	-	12,6	-	-	-	-	-
Ruditapes philippinarum	Mol	1,3	-	-	7,9	10,0	-	-	-	-	-	-	12,6	-	-	-	-	-
Sycon ciliatum	Sp	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	25,1	-	12,6	-	-	-	-	-
Fabricia stellaris stellaris	Po	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50,2	-	-	-	-	-
Gammarus locusta	Cr	-	-	-	4,0	10,0	-	-	-	**50,2**	-	14,4	-	-	-	-	-	-
Ophiothrix fragilis	Ech	6,4	-	-	1,3	3,3	-	-	-	-	-	14,4	-	-	-	-	-	-
Cerastoderma edule	Mol	-	-	-	2,6	-	-	-	-	-	-	7,2	-	-	-	-	-	-
Platynereis dumerilli	Po	-	-	-	4,0	-	-	-	-	-	-	7,2	-	-	-	-	-	-
Nephtys caeca	Po	-	-	-	-	3,3	-	-	-	-	-	7,2	-	-	-	-	-	-
Crangon crangon	Cr	10,3	-	-	17,2	23,4	**50,2**	-	-	-	**75,3**	7,2	-	-	-	-	-	-
Carcinus maenas	Cr	-	-	-	4,0	-	**50,2**	-	-	-	25,1	-	-	-	-	-	-	-
Hydrozoa	Hy	-	-	-	4,0	-	-	-	-	-	25,1	-	-	-	-	-	-	-
Nemertea	Ne	56,7	-	-	18,5	6,7	-	-	-	-	25,1	-	-	-	-	-	-	-
Nephtys spec.	Po	18,0	-	-	6,6	36,8	-	**50,2**	25,1	-	25,1	-	-	-	-	-	-	-
Pseudopolydora pulchra	Po	10,3	-	-	72,7	16,7	-	-	-	-	25,1	-	-	-	-	-	-	-
Spiophanes bombyx	Po	2,6	-	-	38,3	127,2	-	-	-	-	25,1	-	-	-	-	-	-	-
Tornus subcarinatus	Mol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25,1	-	-	-	-	-	-	-
Gattyana cirrosa	Po	5,2	-	-	42,3	-	-	-	-	**50,2**	-	-	-	-	-	-	-	-
Arenicola spec.	Po	-	-	-	-	-	-	-	-	**50,2**	-	-	-	-	-	-	-	-
Heteromastus filiformis	Po	157,1	**75,3**	**50,2**	**606,7**	**334,8**	-	**100,5**	100,5	-	**75,3**	-	-	-	-	-	-	-
Aoridae	Cr	15,5	-	**50,2**	27,8	-	-	-	25,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Corophium spec.	Cr	21,9	-	-	33,0	30,1	-	-	25,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nereis diversicolor	Po	-	-	-	4,0	-	-	**50,2**	25,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pholoe inornata	Po	-	-	-	37,0	-	-	-	25,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Streblospio spec.	Po	-	-	-	1,3	-	-	-	25,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Corophiidae	Cr	-	-	-	-	-	-	-	25,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Scoloplos armiger	Po	225,4	-	-	**1628,4**	**1218,8**	-	**1054,8**	-	**50,2**	-	7,2	-	-	-	-	-	-
Phyllodoce mucosa	Po	3,9	-	-	**138,8**	13,4	-	**351,6**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cheirocratus sundevallii	Cr	-	-	-	108,4	3,3	-	**150,7**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lanice conchilega	Po	5,2	-	-	434,9	144,0	-	**150,7**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Eumida spec.	Po	-	-	-	29,1	16,7	-	**100,5**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ampharete acutifrons	Po	2,6	-	-	95,2	-	-	**100,5**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Crepidula fornicata	Mol	1,3	-	-	113,7	3,3	**50,2**	**100,5**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Notomastus latericeus	Po	10,3	-	-	**196,9**	26,8	-	**50,2**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Decapoda	Cr	-	-	-	27,8	-	-	**301,4**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ophiura spec.	Ech	-	-	-	4,0	-	-	**100,5**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bodotria pulchella	Cr	-	-	-	1,3	-	-	**50,2**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Autolytus spec.	Po	1,3	-	-	-	-	-	**50,2**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Syllis gracillis	Po	-	-	-	-	-	-	**50,2**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aphelochaeta marioni	Po	**604,0**	25,1	-	**1817,4**	**793,6**	**2260,2**	-	**200,9**	-	75,3	28,7	12,6	-	-	-	-	-
Oligochaeta	Ol	**2067,0**	75,3	**1255,7**	**1582,1**	**596,0**	**301,4**	-	-	**50,2**	**150,7**	78,9	-	-	-	-	-	-
Capitella capitata	Po	179,0	**401,8**	-	227,3	3,3	**200,9**	-	25,1	-	-	**78,9**	-	-	-	-	-	-
Cossura longocirrata	Po	121,1	-	**150,7**	107,1	50,2	**150,7**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Macoma balthica	Mol	5,2	-	-	41,0	13,4	**150,7**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Caprellidae	Cr	5,2	-	-	**466,6**	10,0	**100,5**	-	25,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bryozoa	Br	1,3	-	-	6,6	-	**50,2**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Flabelligera affinis	Po	-	-	-	19,8	-	**50,2**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polydora cornuta	Po	2,6	-	-	44,9	-	**50,2**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Veneridae	Mol	5,2	-	-	80,6	3,3	**50,2**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Abra prismatica	Mol	-	-	-	-	-	**50,2**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Porifera	Sp	1,3	-	-	4,0	-	**50,2**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Abra alba	Mol	177,7	-	-	**326,5**	**1895,2**	**50,2**	**50,2**	**50,2**	-	-	35,9	-	-	-	-	-	-
Aora typica	Cr	11,6	-	-	93,8	26,8	-	-	-	-	-	7,2	-	-	-	-	-	-
Bivalvia	Mol	10,3	-	-	4,0	23,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Corophium sextonae	Cr	33,5	-	-	89,9	60,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nereis spec.	Po	5,2	-	-	1,3	6,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Exogone naidina	Po	5,2	-	-	9,3	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Melita spec.	Cr	2,6	-	-	-	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ophiura albida	Ech	1,3	-	-	7,9	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Abra nitida	Mol	2,6	-	-	14,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bodotria scorpioides	Cr	2,6	-	-	14,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Echinocadium cordatum	Ech	3,9	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Glycera spec.	Po	5,2	-	-	74,0	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hesionidae	Po	3,9	-	-	5,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Melita obtusata	Cr	3,9	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polynoidae	Po	5,2	-	-	2,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stenothoidae	Cr	1,3	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Venerupis corrugata	Mol	3,9	-	-	39,7	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Owenia fusiformis	Po	5,2	-	**100,5**	27,8	56,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Phyllodoce spec.	Po	11,6	-	**50,2**	33,0	33,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bathyporeia spec.	Cr	2,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gammaridae	Cr	2,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gammarus spec.	Cr	2,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gastropoda	Mol	2,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Neoamphitrite spec.	Po	2,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tellimya ferruginosa	Mol	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tellina fabula	Mol	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tellina tenuis	Mol	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pectinaria koreni	Po	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lumbrineridae	Po	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Spionidae	Po	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Vervolg.

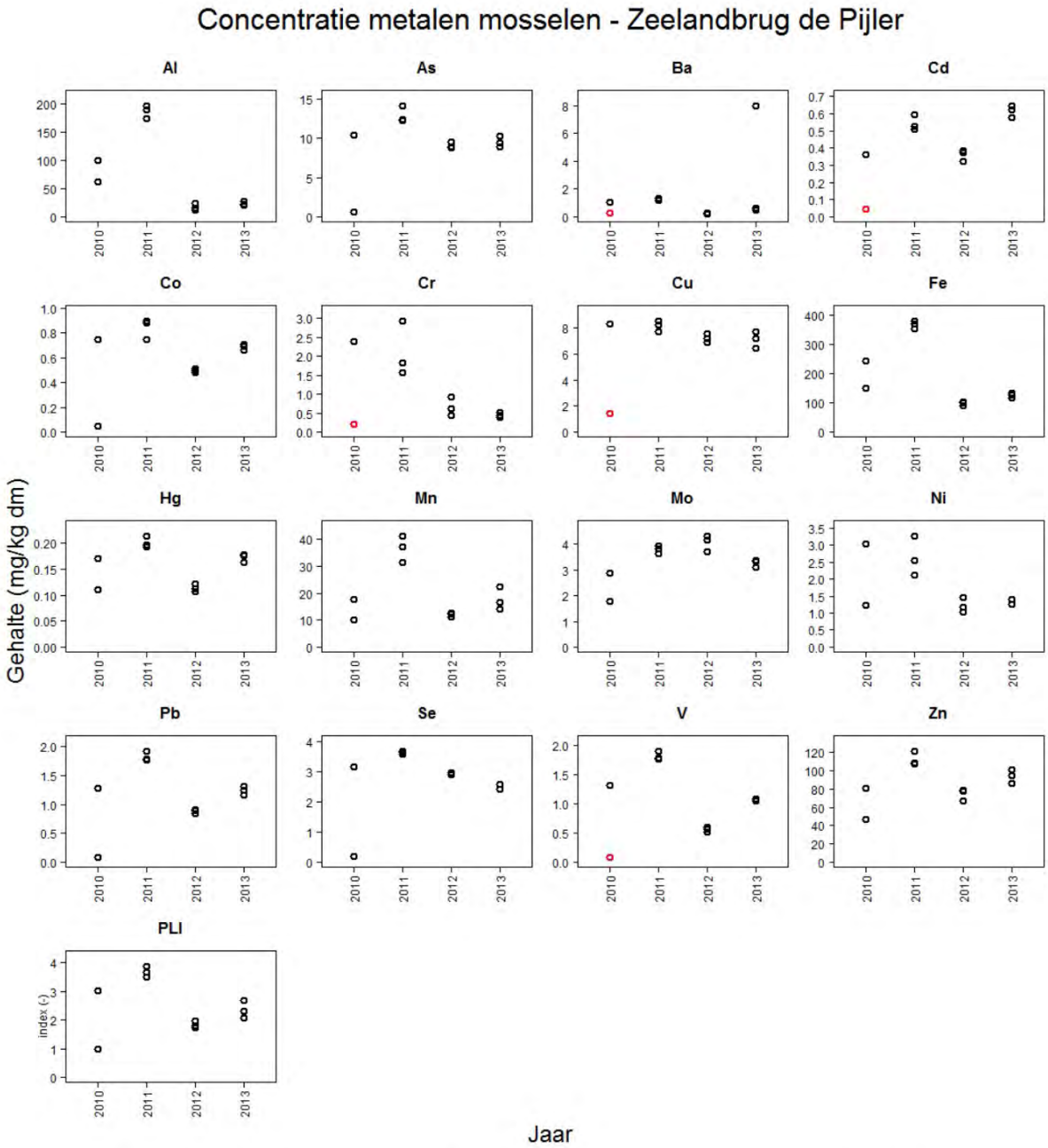
		A1	A2	B	C1	C2	D	E	F	G	H	I	J	K	M	N	O	leeg
Pygospio elegans	Po	1,3	-	**50,2**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pholoe baltica	Po	-	-	-	17,2	113,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Microdeutopus anomalus	Cr	5,2	-	-	101,8	40,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sthenelais boa	Po	6,4	-	-	51,5	33,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nereis longissima	Po	2,6	-	-	38,3	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Microdeutopus spec.	Cr	1,3	-	-	31,7	10,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Neoamphitrite figulus	Po	1,3	-	-	33,0	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sabella spec.	Po	-	-	-	9,3	16,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mya arenaria	Mol	1,3	-	-	7,9	13,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Perioculodes longimanus	Cr	1,3	-	-	7,9	10,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polychaeta	Po	1,3	-	-	5,3	10,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kefersteinia cirrata	Po	-	-	-	13,2	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jassa spec.	Cr	-	-	-	2,6	13,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Crassicorophium bonellii	Cr	1,3	-	-	7,9	6,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nassarius spec.	Mol	-	-	-	5,3	10,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Idotea spec.	Cr	1,3	-	-	10,6	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Anoplodactylus petiolatus	Pyc	-	-	-	7,9	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Petricola pholadiformis	Mol	-	-	-	7,9	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Phyllodoce groenlandica	Po	-	-	-	4,0	6,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nereis virens	Po	-	-	-	1,3	6,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Spisula subtruncata	Mol	-	-	-	1,3	6,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bodotriidae	Cr	-	-	-	1,3	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Eteone longa	Po	-	-	-	1,3	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polycirrus spec.	Po	2,6	-	-	103,1	6,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pholoe minuta	Po	1,3	-	-	51,5	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ampelisca brevicornis	Cr	-	-	-	38,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Harmothoe impar	Po	-	-	-	33,0	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ostracoda	Cr	1,3	-	-	23,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Glycera tridactyla	Po	-	-	-	22,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cheirocratus spec.	Cr	-	-	-	15,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Microphthalmus aberrans	Cr	-	-	-	11,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Eumida sanguinea	Po	-	-	-	9,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aonides oxycephala	Po	-	-	-	7,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Eteone flava/longa	Po	-	-	-	6,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Eteoninae	Po	-	-	-	6,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GAMMARIDEA	Cr	-	-	-	6,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lepidonotus squamatus	Po	-	-	-	6,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Syllidia armata	Po	-	-	-	6,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Achelia echinata	Pyc	-	-	-	5,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nephtys cirrosa	Po	-	-	-	5,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nicolea zostericola	Po	-	-	-	5,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Balanus crenatus	Cr	-	-	-	5,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ensis directus	Mol	-	-	-	5,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nereis succinea	Po	-	-	-	4,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kurtiella bidentata	Mol	-	-	-	4,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pholoe spec.	Po	-	-	-	4,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Amphilochus neapolitanus	Cr	-	-	-	2,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lepidonotus spec.	Po	-	-	-	2,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nymphon spec.	Pyc	-	-	-	2,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Platyhelminthes	Pl	-	-	-	2,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Proceraea cornuta	Po	-	-	-	2,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ammothea hilgendorfi	Pyc	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aphroditidae	Po	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Arenicola marina	Po	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Atylidae	Cr	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Atylus swammerdami	Cr	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Autolytus edwardsi	Po	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Autylus profiler	Po	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ciona intestinalis	Tu	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Crangon spec.	Cr	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Epitonium clathrus	Mol	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Eulalia viridis	Po	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Harmothoe spec.	Po	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Harmothoe imbricata	Po	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hippolyte	Cr	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hippolyte varians	Cr	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jassa marmorata	Cr	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Liocarcinus holsatus	Cr	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Liocarcinus navigator	Cr	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Macropodia rostrata	Cr	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Magelona spec.	Po	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polydora ciliata	Po	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sabillida	Po	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Scolelepis fuliginosa	Po	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Spio martinensis	Po	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stenothoe marina	Cr	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stenothoe monoculoides	Cr	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tanaidacea	Cr	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Terebellidae	Po	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nassarius reticulatus	Mol	-	-	-	-	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polydora spec.	Po	-	-	-	-	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Spio spec.	Po	-	-	-	-	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
n/m2		4222,9	577,6	1757,9	10090,2	6308,5	3716,8	3164,3	577,6	251,1	778,5	315,7	389,3	552,5	50,2	50,2	50,2	0,0
Index (log base 2)		2,314	1,149	1,619	3,355	2,742	2,396	3,518	2,342	2,322	2,929	1,393	1,511	1,673	0,000	0,000	0,000	****
Evenness		0,677	0,725	0,540	0,716	0,691	0,586	0,814	0,842	1,000	0,945	0,617	0,837	0,720	0,000	0,000	0,000	****
Gemiddeld aantal soorten		10,8	3,0	8,0	26,8	17,1	17,0	20,0	7,0	5,0	10,0	3,7	4,0	5,0	1,0	1,0	1,0	0,0
totaal aantal soorten		82	4	8	152	75	17	20	12	5	16	13	12	5	1	1	1	1
n stations		39	2	1	38	15	1	1	2	1	2	7	4	1	1	1	1	1

Bijlage 5. Gemiddelde metaal gehalten in schelpdieren in 2013.

Tabel 8. Gemiddelde metaalconcentratie (gem), spreiding (variantie en standaard deviatie) en testresultaten voor lineaire trends (R^2 en p-waarde (richting)) in mosselen en Japanse oesters bemonsterd op Zeelandbrug in 2013. De vetgedrukte waarden geven significante ($p<0.05$) waarden aan. Voor de in rood afgedrukte waarden lag een of twee metingen onder de detectielimiet (uitgezonderd Cr: 5 van de 11 metingen in oesters onder de detectielimiet). In die gevallen is de concentratie gelijk aan de detectiegrens gebruikt in de berekening van het gemiddelde, standaarddeviatie en trend.

	mosselen					Japanse oester				
	gem	var	sd	R^2	p	gem	var	sd	R^2	p
Al	76.87	5644.93	75.13	0.362	0.05	24.26	120.24	10.97	0.037	0.548
As	9.65	11.96	3.46	0.025	0.640	17.01	19.43	4.41	0.007	0.794
Ba	1.35	5.02	2.24	0.103	0.336	1.20	5.98	2.45	0.116	0.279
Cd	0.45	0.03	0.18	**0.366**	**0.049 (+)**	0.97	0.01	0.09	0.002	0.905
Co	0.62	0.06	0.24	0.027	0.629	0.28	0.00	0.03	0.135	0.239
Cr	1.11	0.85	0.92	0.307	0.077	0.43	0.03	0.17	0.102	0.311
Cu	7.03	3.87	1.97	0.061	0.464	111.48	113.35	10.65	0.001	0.980
Fe	197.69	13798.61	117.47	0.305	0.078	173.14	564.85	23.77	0.061	0.440
Hg	0.16	0.00	0.04	0.001	0.934	0.22	0.00	0.03	0.296	0.068
Mn	20.57	121.49	11.02	0.060	0.469	34.10	254.55	15.95	0.094	0.333
Mo	3.46	0.51	0.71	0.133	0.271	1.73	0.93	0.97	**0.713**	**0.0005 (-)**
Ni	1.80	0.65	0.81	0.351	0.054	0.64	0.20	0.45	0.198	0.147
Pb	1.20	0.28	0.53	0.002	0.874	0.57	0.01	0.08	0.304	0.063
Se	2.78	0.92	0.96	0.011	0.756	3.21	0.89	0.94	0.235	0.110
V	1.07	0.35	0.59	0.013	0.738	0.66	0.01	0.11	0.011	0.747
Zn	87.98	446.05	21.12	0.033	0.591	2203.40	67026.38	258.89	0.003	0.866
Dr. stof	15.35	10.12	3.18	0.076	0.413	10.41	3.14	1.77	0.254	0.095
PLI	2.51	0.84	0.92	0.038	0.567	2.43	0.05	0.23	0.188	0.159

Bijlage 6. Dataserie in metaalconcentratie.



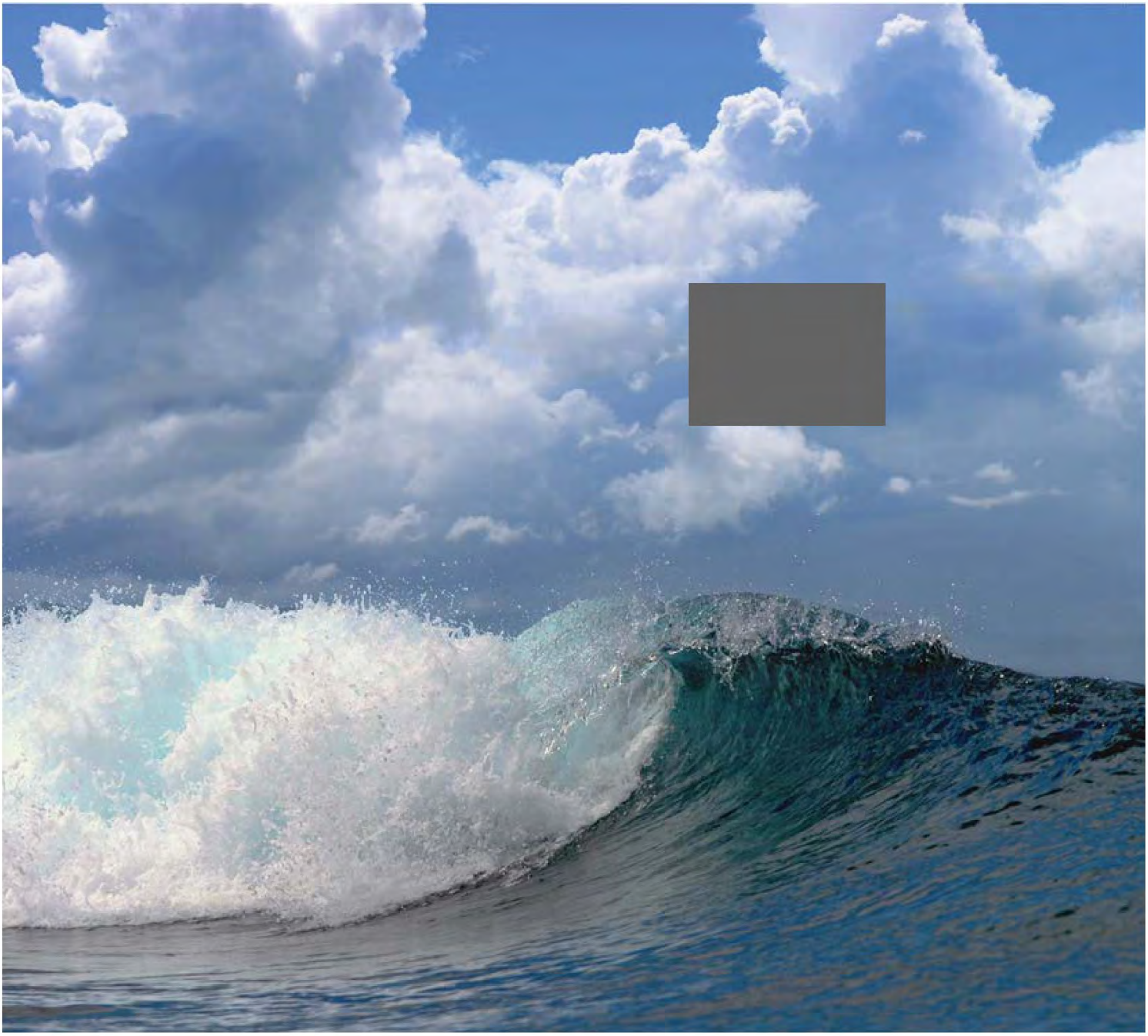
Dataserie in metaalconcentratie (mg.kg droge stof) gemeten in mosselen. Rode datapunten betreffen waarden < detectielimiet.

Bijlage 7. Ruwe data zware metalen T0 Zierikzee

Ruwe data van de T0 (2013) bemonstering bij Zierikzee voor *Ciona intestinalis* (doorzichtige zakpijp), *Styela clava* (japanse zakpijp), *Ascidiella spec., Crassostrea gigas* (japanse oester) en *Fucus vesiculosus* (blaaswier). De waarden zijn weergegeven in mg/kg en mg/kg/ds.

		Ciona intestinalis			***Styela clava***			***Ascidiella spec***			***Crassostrea Japanse oester***			***Fucus vesiculosus***	
		A	**B**	**C**	**A**	**B**	**C**	**A**	**B**	**C**	**A**	**B**	**C**	**A**	**B**
Al	(mg/kg)	247	249	240	157	145	151	195	182	173	0.92	0.99	0.53	3	4
As	(mg/kg)	0.9	1.4	1.0	0.9	1.8	4.5	1.6	1.7	1.5	1.7	1.4	1.7	5	5
Cu	(mg/kg)	0.62	0.60	0.62	0.59	0.59	0.63	0.51	0.53	0.46	5.5	6.7	6.1	3	3
Fe	(mg/kg)	348	336	337	241	215	224	327	284	266	17.5	18.0	19.6	0	0
Mn	(mg/kg)	44	36	35	70	68	82	63	59	49	5.9	3.9	6.3	0	0
Zn	(mg/kg)	6.9	6.6	6.5	4.7	5.1	4.9	7.4	6.9	6.0	152	164	185	0	0
Ba	(µg/kg)	1068	2177	1450	1361	3271	11206	1221	1398	1428	27	23	23	0	0
Cd	(µg/kg)	12	10	10	5.6	5.2	5.8	11	10.0	9.4	79	80	81	12	15
Co	(µg/kg)	216	203	214	384	382	490	260	272	237	25	26	28	0	0
Cr	(µg/kg)	719	718	725	623	652	670	719	683	661	17	20	18	15	15
Hg	(µg/kg)	7.0	6.6	6.4	5.8	5.6	6.6	7.2	7.5	6.5	19	22	18	0	0
Mo	(µg/kg)	86	85	80	133	134	145	211	205	276	86	94	99	1	1
Ni	(µg/kg)	395	382	387	796	768	901	434	434	386	52	44	52	0	0
Pb	(µg/kg)	605	581	591	564	495	604	637	613	528	67	73	63	< 0.02	< 0.02
Se	(µg/kg)	177	171	179	334	353	376	280	318	261	327	282	376	0	0
Sb	(µg/kg)	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 0.02	< 0.02
Sn	(µg/kg)	37	37	37	23	21	25	35	35	29	< 20	< 20	< 20	0	0
V	(µg/kg)	8330	7653	7989	765	1493	811	10986	10829	11203	40	48	44	13	12
Droge stof	(% m/m)	6.1	6.1	6.0	9.3	9.3	10.0	7.1	7.1	6.8	10.4	11.5	11.0	0	0
Al	(mg/kg ds)	4056	4053	3992	1694	1555	1512	2755	2580	2541	9	9	5	12	18
As	(mg/kg ds)	15.5	22.7	16.7	9.3	19.6	44.7	21.9	23.7	22.5	16.5	12.2	15.2	18	19
Cu	(mg/kg ds)	10.3	9.8	10.4	6.4	6.3	6.3	7.2	7.4	6.7	53.3	58.7	55.5	11	11
Fe	(mg/kg ds)	5712	5479	5605	2599	2305	2247	4605	4020	3902	169	157	178	0	0

Mn	(mg/kg ds)	723	580	589	760	728	823	894	832	711	57	34	57	1	1
Zn	(mg/kg ds)	113	107	109	50	55	49	104	98	89	1465	1433	1686	0	0
Ba	(µg/kg ds)	17537	35505	24121	14709	35036	112413	17198	19769	20928	261	202	206	2	2
Cd	(µg/kg ds)	191	162	165	60	55	58	150	141	138	765	695	734	49	62
Co	(µg/kg ds)	3551	3306	3568	4152	4089	4912	3663	3853	3469	246	225	254	0	0
Cr	(µg/kg ds)	11814	11707	12065	6733	6984	6722	10136	9665	9684	162	175	164	61	64
Hg	(µg/kg ds)	115	107	107	62	60	66	102	105	95	186	189	167	1	1
Mo	(µg/kg ds)	1411	1382	1328	1440	1435	1458	2977	2896	4038	832	821	898	3	4
Ni	(µg/kg ds)	6492	6232	6442	8599	8229	9041	6114	6136	5660	502	386	472	0	0
Pb	(µg/kg ds)	9942	9466	9838	6097	5307	6056	8980	8669	7729	651	635	571	< 0.08	< 0.08
Se	(µg/kg ds)	2901	2790	2984	3612	3783	3776	3946	4504	3827	3158	2458	3422	0	0
Sb	(µg/kg ds)	< 75	< 75	< 75	< 75	< 75	< 75	< 75	< 75	< 75	< 75	< 75	< 75	< 0.08	< 0.08
Sn	(µg/kg ds)	601	602	613	252	226	246	496	489	429	< 150	< 150	< 150	0	0
V	(µg/kg ds)	136819	124785	132927	8269	15995	8140	154788	153145	164137	383	423	399	50	52



Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde 2015

Locaties: Zeelandbrug en Lokkersnol

Auteur: [redacted], [redacted] & [redacted]
[1]Stichting Zeeschelp

Wageningen Marine
Research Rapport:
C098/16

WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde 2015

Locaties: Zeelandbrug en Lokkersnol

Auteur(s): [redacted], [redacted] & [redacted][1]

[1] Stichting Zeeschelp

Publicatiedatum: 11 oktober 2016

Wageningen Marine Research
Yerseke, oktober 2016

Wageningen Marine Research rapport
C098/16



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

stichting Zeeschelp

Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde Wageningen Marine Research (University & Research centre), rapport C098/16.

Keywords: vooroeververdediging, epifauna, infauna, staalslakken, breukstenen, zware metalen.

Opdrachtgever: RWS WVL/ RWS Zee en Delta
Poelendaelesingel 18
4335 JA Middelburg

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van Rijkswaterstaat

Wageningen Marine Research is ISO 9001:2008 gecertificeerd.

© 2016 Wageningen Marine Research Wageningen UR

Wageningen Marine Research, onderdeel van Stichting Wageningen Research
KvK nr. 09098104,
IMARES BTW nr. NL 8113.83.696.B16.
Code BIC/SWIFT address: RABONL2U
IBAN code: NL 73 RABO 0373599285

De Directie van Wageningen Marine Research is niet aansprakelijk voor gevolgschade, noch voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Wageningen Marine Research opdrachtgever vrijwaart Wageningen Marine Research van aanspraken van derden in verband met deze toepassing.
Dit rapport is vervaardigd op verzoek van de opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag weergegeven en/of gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier gebruikt worden zonder schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

A_4_3_1 V24

Inhoud

Samenvatting **5**

1 Inleiding **7**

1.1 Vooroever bestortingen in de Ooster- en Westerschelde 7
1.2 Gevolgen voor het onderwaterleven 9
1.3 Doel van dit onderzoek 10
1.4 Monitoring in de afgelopen jaren in de Ooster- en Westerschelde 11
1.5 Resultaten uit andere onderzoeken 14
1.6 Leeswijzer 14

2 Methoden **15**

2.1 Onderzoekslocaties 15
2.2 Werkverdeling 17
2.3 Inventarisatie van flora en fauna op hard substraat 17
2.4 Inventarisatie van fauna in zacht substraat (sediment) 19
2.5 Sedimentbelasting en sediment dikte 20
2.6 Determinatie van zware metalen in biota 21

3 Resultaten **25**

3.1 Ontwikkeling van hard substraat gemeenschappen 25
Eulittoraal (getijden zone): talud en kreukelberm 25
Sublittoraal 31
3.2 Ontwikkeling van infauna gemeenschappen 36
Lokkersnol 41
Zeelandbrug T5 41
Sedimentkarakteristieken 42
3.3 Sedimentbelasting en sedimentdikte 44
Sedimentbelasting 44
3.4 Inventarisatie van zware metalen in schelpdieren 47
Uniformiteit van gehalten aan metalen in oesters en mosselen 47
Trends aan metaalgehalten in biota in de tijd 47
Vergelijking metaalgehalten op stortlocatie en referentielocatie 48

4 Discussie **50**

4.1 Hard substraat gemeenschappen 50
Eulittoraal 50
Infralittoraal 50
Circalittoraal 51
Ontwikkeling Japanse Oester 51
4.2 Infauna gemeenschappen 51
Ontwikkeling infauna gemeenschappen 2009-2015 51
Sedimentsamenstelling en infauna 52
Invloed van de harde ondergrond (staalslakken of breukstenen) 52
Referentielocaties 52
4.3 Sedimentbelasting en sedimentdikte 53
4.4 Zware metalen 53
Trends aan metaalgehalten in biota in de tijd 53
Vergelijking metaalgehalten op stortlocatie en referentielocatie 54

Vergelijking resultaten veldmonitoring en mesocosm experiment 55
Vergelijking met milieunormen 56

5 Conclusie en aanbevelingen 57

5.1 Hard substraat gemeenschappen 57
5.2 Zacht substraat gemeenschappen 57
5.3 Zware metalen 58
5.4 Aanbevelingen 59

6 Kwaliteitsborging 60

Referenties 61

Verantwoording 63

Bijlage 1. Hard substraat: soortensamenstelling eulittorale gemeenschappen in de Oosterschelde 65
Bijlage 2. Hard substraat: soortensamenstelling infralittorale gemeenschappen Oosterschelde 68
Bijlage 3. Hard substraat: soortensamenstelling circalittorale gemeenschappen Oosterschelde 70
Bijlage 4. Verdeling van de sublitorale levensgemeenschappen op hard substraat 72
Bijlage 5 Infauna: soortensamenstelling infauna gemeenschappen Oosterschelde 74
Bijlage 6 Ruwe data sedimentvallen en sediment dikte 78
Bijlage 7. Ruwe data zware metalen 82
Bijlage 8. Relevante figuren mesocosm experiment 2015 84

Samenvatting

Rijkswaterstaat bestort de vooroevers van de dijken in de Ooster- en Westerschelde om de bescherming tegen overstromingen te kunnen blijven waarborgen. Voor deze bestortingen wordt gebruik gemaakt van materialen als staalslakken, breukstenen en zeegrind. De bestorting van vooroevers in de Oosterschelde en Westerschelde gebeurt in drie fasen, zogenoemde 'Clusters': Cluster 1 locaties zijn eind 2009 / begin 2010 bestort, Cluster 2 locaties in 2011 (2.1) en eind 2014 (2.2), en Cluster 3 locaties worden naar verwachting in 2017/2018 bestort.

Om de gevolgen van het bestorten voor het plaatselijke onderwaterleven inzichtelijk te maken wordt in opdracht van Rijkswaterstaat monitoring uitgevoerd door WAGENINGEN MARINE RESEARCH. Hierbij wordt onderzoek gedaan naar hard substraat soorten (planten en dieren gevestigd op de harde oever: "epifauna"), zacht substraat soorten (dieren die in het sediment op de vooroever leven: "infauna") en mogelijke uitloging van zware metalen en ophoping in biota (planten en dieren) als gevolg van de vooroeverbestorting. Het monitoringsonderzoek in 2009-2011 was gericht op het monitoren van meerdere locaties in de Ooster- en Westerschelde. In 2012 en 2013 heeft de monitoring zich toegespitst op de vooroever bij locatie Zuidhoek-de Val ("Zeelandbrug") Oosterschelde. In 2014 is wederom een brede monitoring uitgevoerd in de Ooster- en Westerschelde om inzicht te krijgen in de gevolgen van bestorten vijf jaar na bestorten. In 2015 is de monitoring toegespitst op Cluster 1 locaties Zeelandbrug en locatie Cauwersinlaag ("Lokkersnol") in de Oosterschelde. Hieronder worden de belangrijkste bevindingen van zeven jaar monitoren samengevat.

Bij locatie Zeelandbrug is in de periode 2009-2015 ieder jaar monitoring uitgevoerd. Daarnaast is in 2009-2011 en in 2015 ook monitoring uitgevoerd bij locatie Lokkersnol (alleen infauna in 2015). Deze locaties zijn bestort met staalslakken en breukstenen. Uit deze monitoring blijkt dat:

- **Hard substraat soorten** bij de Zeelandbrug direct worden beïnvloed doordat ze worden overstort en daardoor afsterven. Binnen een half jaar tot een jaar is sprake van ontwikkeling van eerste pioniersgemeenschappen op het hard substraat: hier vestigen zich onder andere roodwieren en groenwieren in de wierzone (infralittoraal) en zeepokken en zakpijpen in de zone vanaf 4 meter diepte (circalittoraal), zowel op breuksteen als op staalslak. In de jaren daarna ontwikkelden pioniergemeenschappen zich verder met toename in soorten en bedekkingen. Uit de monitoring in 2015 blijkt dat op locatie Zeelandbrug een nieuwe gemeenschap is aangetroffen die overeenkomt met gemeenschappen in de Kom van de Oosterschelde. Deze gemeenschap was ook aanwezig op de referentie locaties in het Hammen. De gemeenschappen op staalslakken en breuksteen verschillen niet van elkaar. Op de "kreukelberm" in de golfzone wijken gemeenschappen nog steeds af van de oorspronkelijke situatie. Redenen hiervoor kunnen zijn dat de wieren hier zich snel hebben kunnen ontwikkelen op de kale ondergrond en dat de Japanse oester hier (nog) niet tot ontwikkeling heeft kunnen komen. De gemeenschappen hebben zich dus nog niet volledig hersteld als dit vergeleken wordt met referentielocaties en de situatie voor bestorten. Hierbij lijkt zowel het effect van het bestorten van de vooroever als natuurlijke variatie van gemeenschappen in de Oosterschelde een rol te spelen en mogelijk speelt hierbij ook het oester herpus virus een rol.
- **Zacht substraat soorten** bij locaties Zeelandbrug en Lokkersnol worden direct beïnvloed doordat ze worden overstort en, als gevolg, afsterven. Binnen een half jaar tot een jaar zijn de eerste soorten bodemdieren aangetroffen in het zachte substraat daar waar een nieuwe sedimentlaag zich heeft gevormd op de nieuwe ondergrond. Na anderhalf tot twee jaar is op sommige plekken (vooral in de diepere zone) een eerste herstel opgetreden van bodemdiergemeenschappen, zowel in het sediment op staalslakken als op breuksteen. In de jaren daarna ontwikkelden infauna gemeenschappen zich verder op het nieuwe talud met een toename van soorten en dichtheden. In 2015 is op beide locaties een infauna gemeenschap gevonden die vergelijkbaar is met een gemeenschap die vóór de vooroeverbestortingen werd aangetroffen en typerend is voor dit deel van de Oosterschelde. De soortenrijkdom en dichtheden van infaunasoorten zijn gelijk of hoger dan in de situatie vóór bestorten. De sedimentatie en kolonisatie van bodemgemeenschappen blijkt niet afhankelijk te zijn van het gebruikte materiaal voor vooroeververdediging (staalslakken of breukstenen). Wel kunnen structuren die op vooroevers worden aangebracht (bijv. ecoriffen) de sedimentatie en dus kolonisatie beïnvloeden. Sedimentsamenstelling is een belangrijke factor voor

het voorkomen van infauna soorten. Uit de resultaten blijkt dat op de referentielocaties, Westbout en Zuidbout, de samenstelling van de infauna gemeenschappen van jaar tot jaar verschillen. Onafhankelijk van de uitvoering van vooroeverbestortingen kunnen veranderende sedimentatiepatronen zorgen voor verschuivingen in gemeenschappen en daarnaast kunnen biologische factoren (populatiedynamiek, effect van strenge/milde winters etc.) een rol spelen.

- **Jaarlijkse variatie in metaalgehalten** in mosselen *Mytilus edulis* en Japanse oesters *Crassostrea gigas* op de Zeelandbrug in de periode 2009 (voorafgaand aan de stort) tot en met 2015 (6 jaar na de stort van breukstenen en staalslakken) worden eerder verklaard door autonome ontwikkelingen dan door het storten van de vooroeververdediging. De invloed van de bestortingen met staalslakken en breukstenen op de gehalten aan zware metalen in lokaal levende mosselen en oesters wordt ingeschat als niet tot zeer gering, doordat:
    1. er geen duidelijke verschillen in metaalgehalten voor (T0) en na (T1) bestorting geconstateerd zijn;
    2. trends in metaalgehalten niet eenduidig zijn; trends kunnen stijgend zijn voor enkele metalen in mosselweefsel en afwezig dan wel dalend voor metalen in oesterweefsel;
    3. de in deze studie gemeten gehalten aan metalen in mosselen binnen of onder gerapporteerde waarden vallen die eerder gemeten zijn in mosselen in de Oosterschelde (Wemeldinge) in de periode 1996 – 2003.

  In 2014 en 2015 zijn er hogere molybdeen en mangaangehalten aangetroffen in oesters bemonsterd op de stortlocatie in vergelijking tot oesters bemonsterd op de referentielocatie. Dit heeft waarschijnlijk een andere oorzaak dan de vooroeverbestortingen, aangezien:
    1. voor molybdeen en mangaan geen langjarige stijgende trends worden waargenomen in de tijd;
    2. mangaangehalten vergelijkbaar zijn met eerder gemeten gehalten in mosselen bemonsterd bij Wemeldingen in de periode 1997-2003 (molybdeen werd in deze studie niet geanalyseerd);
    3. monitoringsresultaten niet consistent zijn met de resultaten van een in 2015 uitgevoerd gecontroleerd mesocosm experiment met verschillende materialen (zeegrind, breuksteen en staalslak). In het mesocosm experiment zijn geen verhoogde molybdeen en mangaan gehalten in biota aangetroffen na blootstelling aan staalslakken of breukstenen. Vanadium kwam in dit experiment naar voren als het metaal dat het sterkst uit staalslakken uitloogt en het best opgenomen wordt door biota en nikkel in het geval van breukstenen. Voor deze beide metalen (vanadium en nikkel) zijn geen verhoogde gehalten aangetroffen in biota op stortlocaties in het veld.

  Voor drie metalen zijn milieukwaliteitsnormen vastgesteld (OSPAR 2009). Er zijn geen overschrijdingen van deze normen geconstateerd.
  Op basis van het in 2015 uitgevoerde mesocosm experiment en de (veld)monitoring tot nu toe zijn er geen ecologische effecten van uitloging van zware metalen uit verdedigde vooroevers waargenomen.

1 Inleiding

Zowel in de Oosterschelde als in de Westerschelde zorgt de getijdestroming op een aantal locaties voor voortgaande erosie van de vooroever. Dit is het gedeelte van de waterkering dat onder water zit. Waar de erosie de stabiliteit van de vooroever en daarmee dus ook de stabiliteit van de dijk in gevaar brengt, moet dit worden tegengegaan door het verdedigen van deze vooroever. Rijkswaterstaat voert daarvoor bestortingen uit om de dijkstabiliteit en daarmee de bescherming tegen overstromingen te garanderen.

1.1 Vooroever bestortingen in de Ooster- en Westerschelde

Historisch werden voor bestortingen primaire (natuurlijke) bouwstoffen gebruikt, zoals natuur- en breuksteen, maar sinds enkele decennia worden ook secundaire bouwstoffen (reststromen uit de industrie), zoals fosfor- en staalslakken, toegepast. Het gebruik van LD-staalslakken (bijproduct bij de bereiding van staal volgens de methode Linz-Donawitz) wordt in de duurzaam bouwen (Dubo) maatregelen in de waterbouw van Rijkswaterstaat geprefereerd boven het gebruik van breuksteen. De milieuwinst van het gebruik van LD-staalslakken boven primaire bouwstoffen is dat op de plaatsen waar de primaire materialen gewonnen worden het landschap wordt gespaard, het gebruiksklaar maken van de slakken minder energie kost dan het winnen van de primaire grondstof en de transportafstanden korter zijn. Daarnaast bedragen de kosten van staalslakken slechts 40% van die van breuksteen. De toepassing van deze secundaire bouwstoffen past binnen het kader van de Waterwet en de Wet beheer Rijkswaterstaatwerken. Beide materialen zijn qua fysische eigenschappen goed geschikt voor vooroeververstersking en voldoen aan de kwaliteitseisen uit het Besluit bodemkwaliteit (2007).

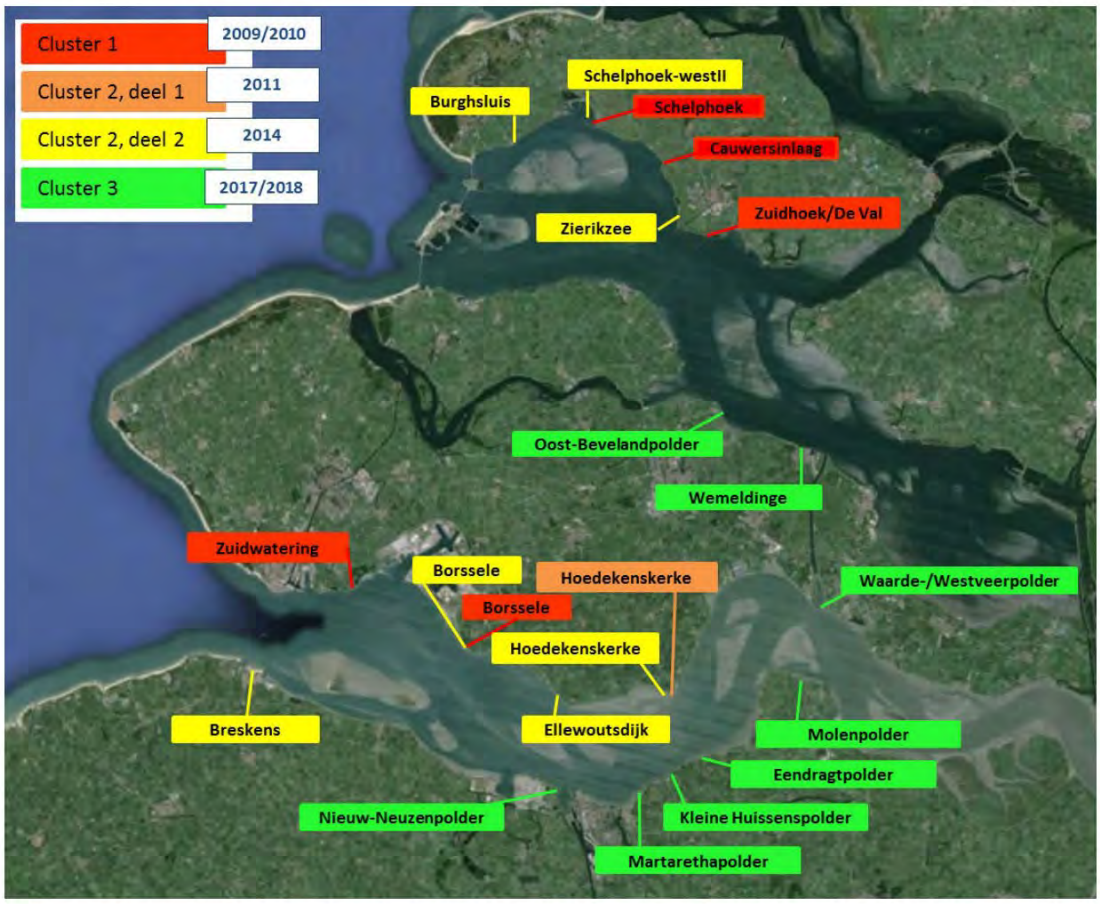
Zowel breuksteen als staalslakken (**Figuur 1**) en hebben een hoog soortelijk gewicht, waardoor ze in stroming en golfslag niet makkelijk wegspoelen. Breuksteen is een natuursteen, die uit steengroeven wordt gewonnen en varieert van samenstelling. De exacte samenstelling is afhankelijk van de steengroeve waar ze gewonnen zijn. Een staalslak is een steenachtig product, dat als restproduct overblijft bij de productie van staal. Ook de samenstelling van staalslakken verschilt afhankelijk van het productieproces. In 2014 is voor het eerst zeegrind toegepast op verschillende locaties in de Ooster- en Westerschelde. Zeegrind wordt gewonnen langs de Engelse kust en is relatief fijn ten opzichte van breuksteen en staalslakken.



***Figuur 1**. Links: breuksteen (bron: RWS Beeldbank), rechts: LD-staalslakken (bron: www.dehoop-bouwgrondstoffen.nl)*

De realisering van de vooroeververdedigingen wordt in fasen uitgevoerd, in zogenaamde clusters. Cluster 1 heeft betrekking op de locaties Schelphoek, Cauwersinlaag/Lokkersnol-oost en Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug in de Oosterschelde, en in de Westerschelde op de locaties Zuidwatering en Borssele

(**Figuur 2**). Dit werk is reeds gerealiseerd (**Tabel 1**). Cluster 2 heeft betrekking op de locaties Schelphoek (II), Burghsluis en Zierikzee in de Oosterschelde en de locaties Hoedekenskerke, Ellewoutsdijk, Borssele en Breskens in de Westerschelde en is gerealiseerd in 2011 (Hoedekenskerke) en 2014 (voor de overige locaties). Cluster 3 is momenteel in voorbereiding.



***Figuur 2**. Vooroeverbestortingen in het Nederlands Deltagebied, onderverdeeld in "clusters" 1,2 en 3.*

Tabel 1.
Overzicht van de perioden waarin vooroeververdedigingen hebben plaatsgevonden voor Cluster 1, 2 en 3 (zie Figuur 2) en gaan plaatsvinden in de Ooster- en Westerschelde.

	Locaties	Cluste	Toplaag bestorting		(geplande) periode aanleg vooroeververdediging
			Golfzone*	Stroomzone**	
Oosterschelde	Schelphoek (west/midden/oost)	1	Breuksteen	Staalslakken met een afdekking van een breuksteen op Schelphoek-midden	16/12/2009 – 29/03/2010
	Cauwersinlaag/ Lokkersnol-oost	1	Breuksteen	Staalslakken met daarop ecoriffen van breuksteen	01/12/2009 – 22/01/2010
	Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug (west/midden/oost)	1	Breuksteen	West: staalslakken met daarop een ecorif van breuksteen in verschillende vormen Midden: staalslakken met daarop breuksteen rondom de pijlers Oost: staalslakken met breuksteen in de golfzone	07/12/2009 – 23/02/2010
	Burghsluis	2.2	Breuksteen	Zeegrind	2014
	Schelphoek (Schelphoek-westII)	2.2	Breuksteen	Zeegrind met daarop ecoriffen van zandsteen en breuksteen	2014
	Zierikzee	2.2	Zeegrind	Zeegrind	2014
	Anna Frisopolder	3	onbekend	onbekend	Gepland 2017/2018
	Oost-Bevelandpolder	3	onbekend	onbekend	Gepland 2017/2018
	Wemeldinge (west/oost)	3	onbekend	onbekend	Gepland 2017/2018
Westerschelde	Zuidwatering/Ritthem (west/midden/oost)	1	Breuksteen	Staalslakken	11/08/2009 – 01/12/2009
	Borssele	1	Breuksteen	Staalslakken	27/07/2009 – 01/12/2009
	Hoedekenskerke (haven/zuid/noord)	2.1	Breuksteen	Staalslakken	2011
	Breskens	2.2	Breuksteen	Staalslakken	2014
	Borssele	2.2	Breuksteen	Staalslakken	2014
	Ellewoutsdijk	2.2	Breuksteen	Staalslakken	2014
	Hoedekenskerke	2.2	Breuksteen	Staalslakken	2014
	Nieuw-Neuzenpolder	3	onbekend	onbekend	Gepland 2017/2018
	Margarethapolder	3	onbekend	onbekend	Gepland 2017/2018
	Kleine Huissenspolder	3	onbekend	onbekend	Gepland 2017/2018
	Eendrachtpolder	3	onbekend	onbekend	Gepland 2017/2018
	Molenpolder	3	onbekend	onbekend	Gepland 2017/2018
	Waarde- en Westveerpolder	3	onbekend	onbekend	Gepland 2017/2018

*Golfzone: vanaf de laagwaterlijn tot ca. 5 meter onder NAP
**Stroomzone: beneden 5 meter NAP

1.2 Gevolgen voor het onderwaterleven

Door de "bestortingen" zal de aanwezige lokale flora en fauna (tijdelijk) verdwijnen. Organismen die op de oude stenen oever leven (hard substraat), maar ook de organismen die in de bodem (het zachte sediment) leven worden afgedekt ("infauna"). Nieuwe organismen zullen zich weer opnieuw vestigen op het harde substraat van de bestorting of in het sediment wat op de bestorting neerslaat. Door het gebruik van staalslakken en breukstenen in de vooroeververdediging kunnen zware metalen uitlogen in het water. Welke metalen uitlogen en in welke mate is afhankelijk van de chemische samenstelling en eigenschappen van de breukstenen en staalslakken en het omringende milieu (Intron, 2010a-f). Over uitloging van breukstenen en staalslakken en effecten op biota onder mariene omstandigheden is

tot dusverre weinig gepubliceerd. De data uit deze monitoring genereren hiervoor dus relevante informatie. Daarnaast is een mesocosmos studie uitgevoerd om de effecten van uitloging van zware metalen op biota te onderzoeken.
Sinds 2009 wordt in de Ooster- en Westerschelde monitoring uitgevoerd om een beter beeld te krijgen van de eco(toxico)logische effecten van de bestorting met staalslakken. In 2009 is daartoe, voorafgaand aan de werkzaamheden op deze locaties, een zogenaamd T0-onderzoek (T-nul) uitgevoerd, waarin zowel de soortendiversiteit van flora en fauna als de gehalten aan zware metalen in een aantal organismen op de te verdedigen vooroevers zijn bepaald. Na 2009 in de Oosterschelde en Westerschelde hebben een T1-monitoring (één jaar na aanleg van de vooroeververdediging van Cluster 1), T2-monitoring (twee jaar na aanleg), T3-monitoring (drie jaar na aanleg), T4-monitoring (vier jaar na aanleg) en T5-monitoring (vijf jaar na aanleg) plaatsgevonden (zie monitoringsrapportages Van den Heuvel-Greve et al., 2010; Van den Heuvel-Greve et al., 2011; Van den Heuvel-Greve et al., 2012, Van den Heuvel-Greve et al., 2013, Tangelder et al., 2014, Tangelder et al., 2015). Daarnaast is in 2010, 2011, 2013 en 2014 ook monitoring uitgevoerd op sommige Cluster 2 en Cluster 3 locaties.

1.3 Doel van dit onderzoek

Rijkswaterstaat heeft aan Wageningen Marine Research opdracht gegeven om in 2015 de T6-monitoring uit te voeren voor Cluster 1 locaties Zuidhoek-De Val ("Zeelandbrug") en Cauwersinlaag ("Lokkersnol") in de Oosterschelde. Het doel van deze monitoring is het bepalen van de samenstelling en biodiversiteit van de aanwezige levensgemeenschappen op harde en zachte substraten, en de bepaling van de gehalten aan zware metalen in mosselen en oesters. Voor locatie Lokkersnol is de monitoring alleen op levensgemeenschappen van zachte substraten gericht. De monitoring is uitgevoerd in samenwerking met Stichting Zeeschelp en TNO. De **kennisvragen** voor deze 2015 monitoring in de Oosterschelde zijn opgesplitst in drie delen:

<u>Hardsubstraat gemeenschappen:</u>

1. Hoe verloopt de ontwikkeling van flora en fauna gevestigd op het nieuwe hard substraat van staalslakken en breukstenen op locatie Zeelandbrug zes jaar na bestorten en hoe zijn de aangetroffen soorten te vergelijken met de T0, T1, T2, T3, T4 en T5 en referentielocaties?

<u>Zacht substraat gemeenschappen (infauna):</u>

2. Hoe verloopt de ontwikkeling van infauna gemeenschappen in het afgezette sediment op de aangelegde vooroevers van staalslakken en breuksteen bij locatie Zeelandbrug en Lokkersnol zes jaar na bestorten en hoe zijn de aangetroffen soorten te vergelijken met de T0, T1, T2, T3, T4 en T5 en referentielocaties?

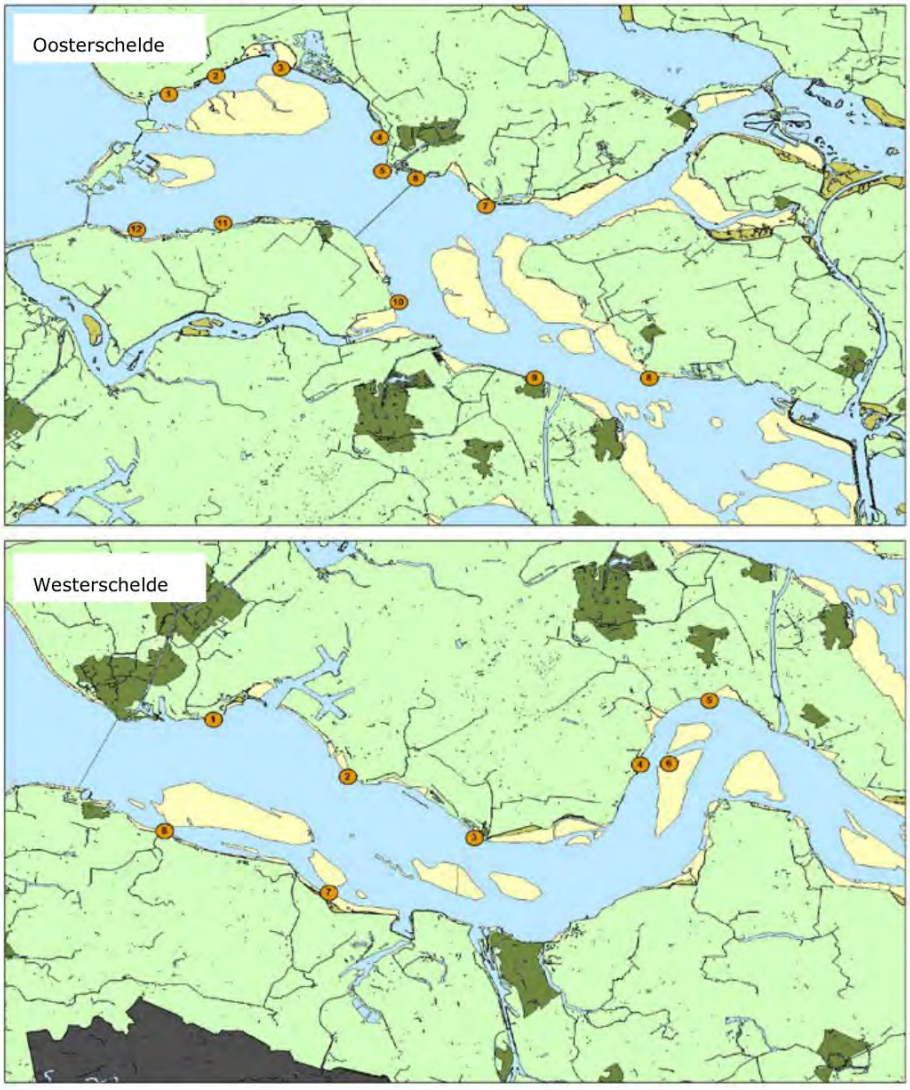
<u>Uitloging zware metalen:</u>

3. Wat zijn de langjarige trends in gehalten aan zware metalen in schelpdieren die voorkomen op de vooroeververdediging van Zeelandbrug (inclusief pijler van de brug) zes jaar na het aanbrengen van de vooroeververdediging en hoe zijn deze gehalten vergeleken met de T0, T1, T2, T3, T4 en T5 en referentielocaties? Is er een verschil in gehalten aan zware metalen in biota die bemonsterd zijn op de nieuwe vooroevers en de referentielocatie?

Dit rapport gaat voornamelijk in op de resultaten van de T6-monitoring in 2015 in vergelijking tot voorgaande monitoringsjaren. Het rapport is gebaseerd op drie onderliggende deel-rapportages, die meer details bevatten: inventarisatie hard substraat (De Kluijver et al., 2016), inventarisatie zacht substraat (Tangelder et al., 2016) en zware metalen in biota (Glorius en Van den Heuvel-Greve, 2016).

1.4 Monitoring in de afgelopen jaren in de Ooster- en Westerschelde

In de periode 2009-2015 heef Wageningen Marine Research i.s.m. Stichting Zeeschelp op 18 locaties in de Oosterschelde en 8 locaties in de Westerschelde levensgemeenschappen onderzocht (Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.). In deze jaren zijn niet alle locaties ieder jaar onderzocht. Fout! Verwijzingsbron niet gevonden. en **Tabel 3** geven een overzicht van welke monitoring is uitgevoerd op alle onderzochte locaties in 2009-2015. In dit onderzoek zijn ook de data van de voorgaande metingen (T0-T5) meegenomen van de locaties die in 2015 bemonsterd zijn. Vaak is per locatie op meerdere plekken langs het dijktraject gemonitord (aangegeven door bv. -west, -midden en -oost). Er zijn ook locaties die in voorgaande jaren zijn bemonsterd maar niet in 2015.



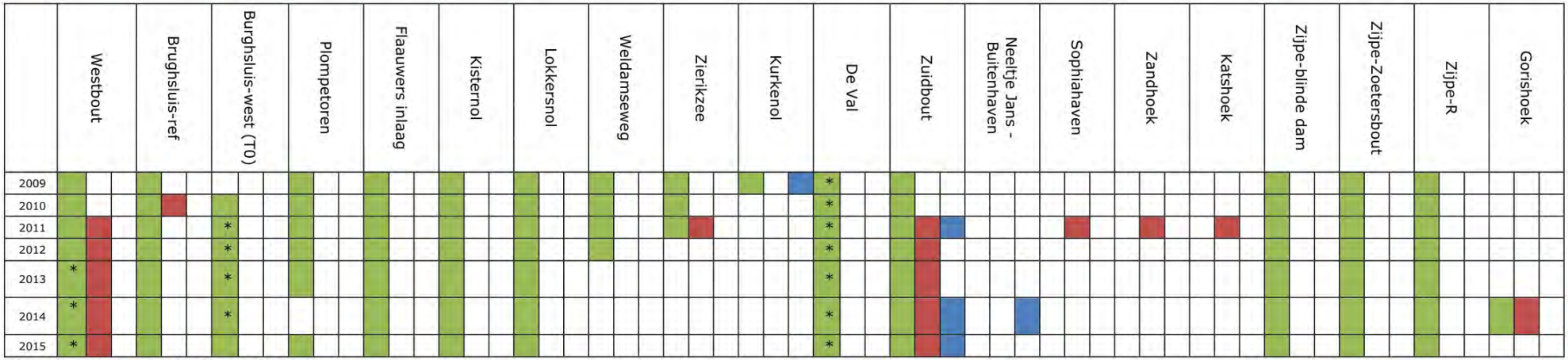
Figuur 3. *De onderzochte locaties in de Oosterschelde in periode 2009-2015 (bovenste paneel). 1-Westbout, 2-Burghsluis, 3-Schelphoek (westII, west, midden oost), 4-Lokkersnol/Cauwersinlaag (a en b), 5-Zierikzee, 6-Zeelandbrug (west, midden en oost), 7-Zuidbout, 8-Gorishoek, 9-Wemeldinge (west en oost), 10-Katshoek, 11-Zandhoek en 12-Sophiahaven. Locaties die in 2015 zijn bemonsterd, zijn onderstreept. Onderzochte locaties in de Westerschelde 2010-2014 (onderste paneel). 1-Ritthem (Referentie, west, midden en oost), 2-Borssele, 3-Ellewoutsdijk (west, midden en haven), 4-Hoedekenskerke (zuid, haven en noord), 5-Kapellebank, 6-Ossenisse, 7-Paulinapolder en 8-Slijkplaat.*

***Tabel 2**. Monitoringslocaties van de vooroeververdediging in 2009-2015 in de Oosterschelde (links) en de Westerschelde (rechts). De kleuren geven aan welke monitoring is verricht: hard substraat gemeenschappen (groen), infauna gemeenschappen (rood), en zware metalen (blauw). De T0 meting heeft plaatsgevonden in 2009, tenzij anders vermeldt.*

Locaties Oosterschelde	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Burghsluis-west (T0) (stortlocatie, cluster 2, 2014)		T0					
		T0					
		T0					
Schelphoek-west (stortlocatie, cluster 1, 2009/2010)	T0	T1	T2			T5	
	T0	T1	T2			T5	
	T0	T1	T2			T5	
Schelphoek-west II (stortlocatie, cluster 2, 2014)		T0				T0	
		T0				T0	
		T0					
Schelphoek-midden (stortlocatie, cluster 1, 2009/2010)		T1	T2			T5	
		T1	T2			T5	
			T2			T5	
Schelphoek-oost (stortlocatie, cluster 1, 2009/2010)	T0	T1	T2			T5	
	T0	T1	T2			T5	
	T0	T1	T2			T5	
Lokkersnol-Oost (a+b) (stortlocatie, cluster 1, 2009/2010)	T0	T1	T2				T6
	T0	T1	T2				T6
	T0	T1	T2				T6
Zeelandbrug-west (stortlocatie, cluster 1, 2009/2010)	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6
	T0	T1	T2			T5	T6
Zeelandbrug-midden (stortlocatie, cluster 1, 2009/2010)	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6
		T1	T2	T3	T4	T5	T6
		T1	T2			T5	T6
Zeelandbrug-oost (stortlocatie, cluster 1, 2009/2010)	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6
	T0	T1	T2			T5	T6
Zeelandbrug pijler (vlak boven stortlocatie, cluster 1, 2009/2010)	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Zierikzee (stortlocatie, cluster 2.2, 2014)					T0		
			ref		T0		
					T0		
Wemeldinge-west (stortlocatie, cluster 3, 2016)						T0	
						T0	
						T0	
Wemeldinge-oost (stortlocatie, cluster 3, 2016)						T0	
						T0	
						T0	

Locatie Westerschelde	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Ritthem-west (stortlocatie, cluster 1, 2009)	T0	T1	T2			T5	
		T1	T2			T5	
		T1	T2			T5	
Ritthem-midden (stortlocatie, cluster 1, 2009)	T0	T1	T2			T5	
		T1	T2			T5	
		T1	T2			T5	
Ritthem-oost (stortlocatie, cluster 1, 2009)	T0	T1	T2			T5	
		T1	T2			T5	
						T5	
Borssele (stortlocatie, cluster 1, 2009)		T0					
		T0					
		T0					
Ellewoutsdijk-west (stortlocatie, cluster 2.2, 2014)		T0					
		T0					
		T0					
Ellewoutsdijk-midden (stortlocatie, cluster 2.2, 2014)		T0					
		T0					
		T0					
Hoedekenskerke-zuid (stortlocatie, cluster 2.1, 2011)		T0					
		T0					
		T0					
Hoedekenskerke-hvn (stortlocatie, cluster 2.1, 2011)		T0				T3	
		T0				T3	
		T0				T3	
Hoedekenskerke-nrd (stortlocatie, cluster 2.1, 2011)		T0				T3	
		T0				T3	
		T0				T3	

***Tabel 3**. Referentielocaties in de Oosterschelde. De kleuren geven aan welke monitoring is verricht: **hard substraat gemeenschappen (groen)**, **infauna gemeenschappen (rood)**, en **zware metalen (blauw)**.*



* = alleen bemonstert in het eulittoraal

1.5 Resultaten uit andere onderzoeken

In dit rapport is ook een samenvatting opgenomen van de resultaten van het onderzoek naar sedimentatiepatronen dat is uitgevoerd in het kader van 'Notitie Kolonisatie van bodemgemeenschappen van zacht substraat in de Oosterschelde en Westerschelde na vooroeververdediging' (Van de Heuvel-Greve et al., 2016). Hiervoor zijn in 2015 sedimentatieprocessen op acht locaties onderzocht met gebruik van sedimentvallen. Deze processen zijn van belang voor het herstel van de zachte substraten op de stort locaties. De resultaten zijn opgenomen in Hoofdstuk 'Resultaten' paragraaf 3.3.

Daarnaast wordt op monitoringslocatie Schelphoek-westII geëxperimenteerd met verschillende typen vooroeververdediging (breuksteen en zandsteen). Dit onderzoek wordt uitgevoerd binnen het RAAKPRO-project Building for Nature (2013-2017) waarbij partijen (HZ University of Applied Sciences –Delta Academy (penvoerder) en o.a. Rijkswaterstaat, Projectbureau Zeeweringen en WAGENINGEN MARINE RESEARCH) samenwerken binnen een consortium (zie Univeristy of Applied Science, 2012). Binnen dit onderzoek wordt de rekolonisatie van de nieuwe vooroever voor epifauna en infauna onderzocht en de dikte van de sedimentlaag op de nieuwe bestorting. Vanwege de nauwe samenhang met dit onderzoek is door betrokken partijen afgesproken om ervoor te zorgen dat de monitoring vooroeververdediging (dit onderzoek) en het RAAKPRO-Building for Nature project elkaar zoveel mogelijk moeten versterken. Daarom zijn een deel van de resultaten van het RAAKPRO onderzoek in dit onderzoek meegenomen in de resultaten. Anderzijds worden de resultaten van dit onderzoek gebruikt om de ontwikkeling van organismen op de vooroever bij Schelphoek-westII te kunnen vergelijken met andere stort- en referentie locaties in de Oosterschelde. In Hoofdstuk 3 'Resultaten' zijn de uitkomsten van de epifauna en infauna monitoring voor locatie Schelphoek-westII opgenomen in paragraaf 3.1 en 3.2. Voor infauna zijn geen soorten bemonsterd, omdat er nog onvoldoende sediment aanwezig was. Ook zijn de resultaten van de sedimentdikte metingen opgenomen in paragraaf 3.3.

1.6 Leeswijzer

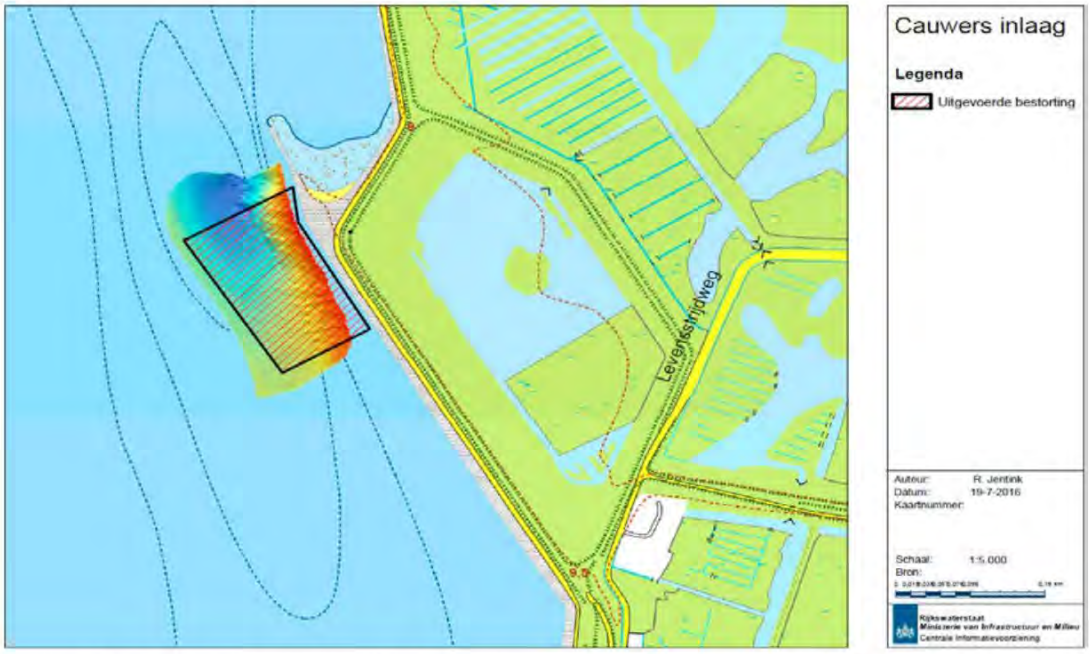
Dit rapport is opgebouwd volgens de gebruikelijke structuur van een onderzoeksrapport met methoden, resultaten, conclusie, discussie en aanbevelingen. In deze hoofdstukken wordt telkens een vierdeling gehanteerd waarbij hard substraat gemeenschappen, infauna gemeenschappen, sedimentatiepatronen en gehalten aan zware metalen in biota worden besproken.

2 Methoden

2.1 Onderzoekslocaties

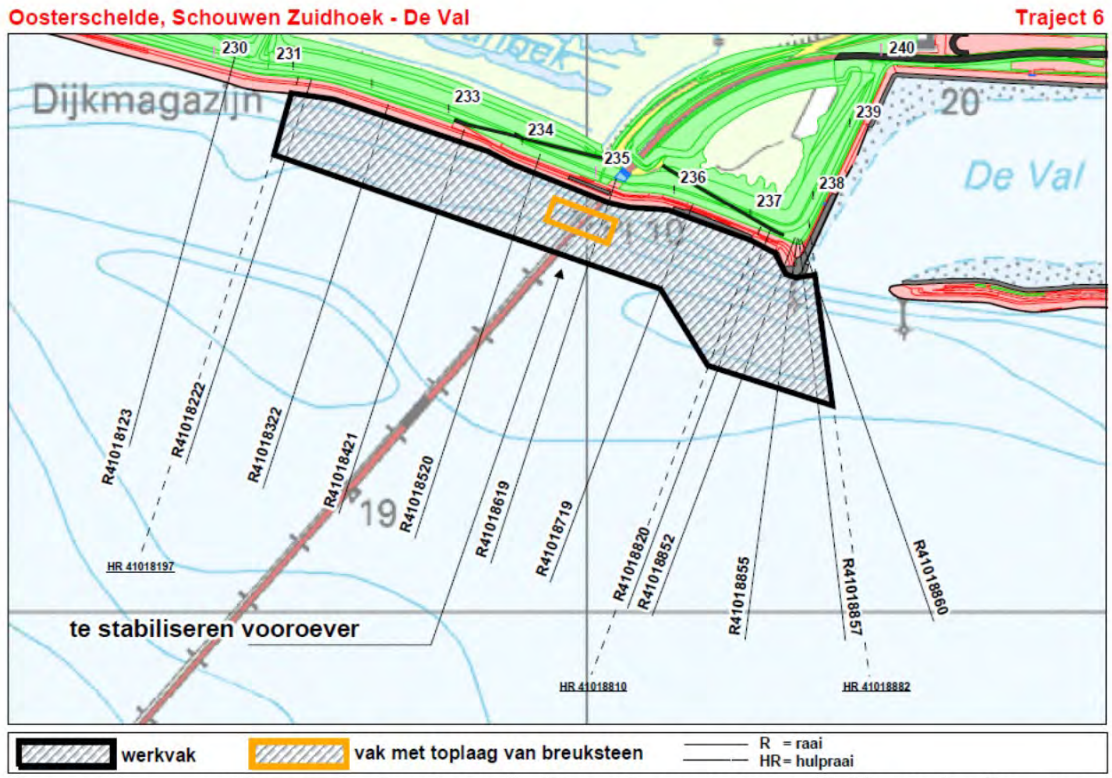
In Cluster 1 zijn op basis van urgentie de vooroevers op verschillende locaties in de Oosterschelde en de Westerschelde versterkt. Deze locaties zijn in de periode 2009-2014 gevolgd (Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.)**.** In 2015 spitst de monitoring zich toe op Cluster 1 locaties Lokkersnol (Cauwersinlaag/ Lokkersnol-oost) en Zeelandbrug (Zuidhoek-De Val), zie **Figuur 2** en **Tabel 1**, gelegen langs de Zuidkust van Schouwen-Duiveland.

Hier volgt een beschrijving van de vooroeverbestorting per gemonitorde locatie (zie ook **Tabel 1**).
Lokkersnol: eind 2009 / begin 2010 is de vooroever hier versterkt met staalslakken. In de golfzone en het eulittoraal zijn staalslakken afgedekt met breuksteen en is de kreukelberm (het horizontale gedeelte van het dijktalud)verlengd. Deze nieuw aangelegde kreukelberm loopt geleidelijk af naar de laagwaterlijn. Daarnaast is op de staalslakken een ecorif aangebracht met verschillende maten natuursteen met als doel om de habitatdiversiteit te verhogen. Dit ecorif is aangelegd in 2009 vanaf de knik in de dijk richting het oosten (**Figuur 4**).



Figuur 4 *Een overzicht van stortlocatie Lokkersnol-oost Cluster 1 in de Oosterschelde.*

Zeelandbrug: betreft een bestorting uitgevoerd eind 2009/ begin 2010 (monitoringslocatie Zeelandbrug west/midden/oost) met een bestorting van staalslakken (**Figuur 5**). In de golfzone zijn de staalslakken afgedekt met breuksteen en is de kreukelberm verlengd. In het sublittoraal zijn de staalslakken rondom de pijlers van de brug en ten westen daarvan afgedekt met breuksteen en daarop is een ecorif geplaatst.



Figuur 5 *Een overzicht van stortlocatie Zeelandbrug Cluster 1 Oosterschelde. Zeelandbrug-oost (ten oosten van de brug), Zeelandbrug-midden (onder de brug), Zeelandbrug west (ten westen van de brug ter plaatse van de ecoriffen).*

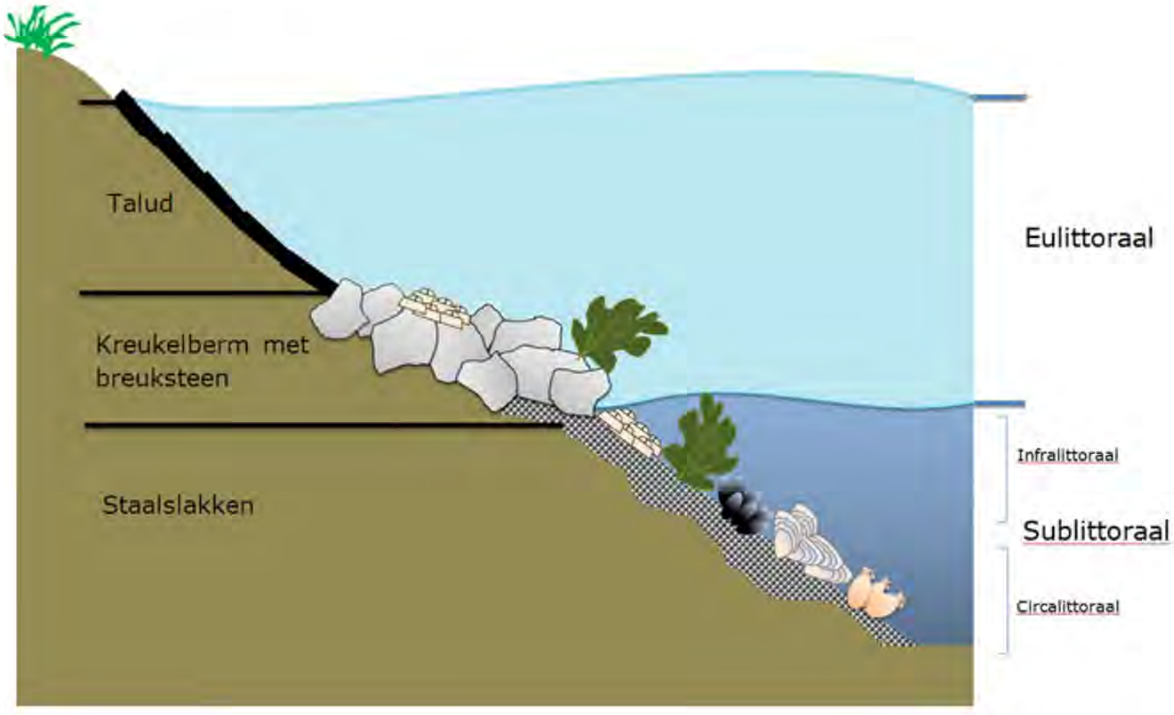
Om een vergelijking te kunnen maken zijn twee referentielocaties gemonitord. Locatie Westbout (nabij de monding van de Oosterschelde) en locatie Zuidbout (gelegen ten oosten van de Zeelandbrug) (Figuur 3)

2.2 Werkverdeling

Voor deze monitoring heeft Stichting Zeeschelp veldwerk opnames gedaan van flora en fauna op hard substraat, sediment bemonsterd t.b.v. infauna-analyses, en schelpdieren bemonsterd t.b.v. analyses van zware metalen. Daarnaast is onderzoek gedaan naar sedimentatie patronen. De verwerking van data en datarapportage voor flora en fauna van hard substraat is uitgevoerd door Stichting Zeeschelp (zie deelrapport De Kluijver et al., 2016). De determinatie, dataverwerking en datarapportage voor infauna is uitgevoerd door WAGENINGEN MARINE RESEARCH (zie deelrapport Tangelder et al., 2016). De analyse van zware metalen is uitgevoerd door TNO-Triskelion en datarapportage door WAGENINGEN MARINE RESEARCH (zie deelrapport Glorius en Van den Heuvel-Greve, 2016).

2.3 Inventarisatie van flora en fauna op hard substraat

De inventarisatie van de levensgemeenschappen op hard substraat is uitgevoerd in de periode juni-augustus in 2015. Daarbij is zowel de zone tussen de hoog- en laagwaterlijn (eulittoraal) als de zone beneden de laagwaterlijn onderzocht (sublittorale zone) (**Figuur 6**). In het sublittoraal (onder de laagwaterlijn) zijn opnamen gemaakt op 3 diepten: 1.5-4.0 meter onder NAP (de infralittorale zone), 4.1-10.0 meter en 10.1-18.5 meter onder NAP (de circalittorale zone). Per diepte zijn, waar mogelijk, zowel breuksteen als staalslakken gemonitord. In de infralittorale en ondiepe circalittorale zone zijn de staalslakken afgedekt met breuksteen en is een bemonstering van de staalslakken niet mogelijk. Het duikwerk is uitgevoerd volgens het Arbobesluit 'Arbeid onder overdruk' (1995), dat wettelijke eisen stelt aan de samenstelling en expertise van de duikploeg en de veiligheidsvoorzieningen bij het duikwerk. Voor meer informatie over bemonstering en analyse zie de Kluijver et al. (2016). Alleen locatie Zeelandbrug is bemonsterd, locatie Lokkersnol is niet onderzocht op levensgemeenschappen van hard substraat in 2015.



Figuur 6. *Dwarsdoorsnede van een dijk. Het eulittoraal is de getijdenzone boven de laagwaterlijn. Het sublittoraal is de zone onder de laagwaterlijn.*

Eulittoraal: bemonstering talud en kreukelberm
In het eulittoraal zijn opnamen gemaakt door een kwadrant van 50*50 cm over het substraat te plaatsen en daarbinnen de bedekkingspercentages van de aanwezige organismen te schatten. Aansluitend op elk kwadrant is een nieuw kwadrant bemonsterd totdat de laagwaterlijn is bereikt. Op

deze manier is de aaneensluitende bedekking van flora en fauna over de gehele getijdenzone gekwantificeerd.
Het eullittoraal bij de Zeelandbrug is onderzocht in 2015. In Tabel 4 staat een overzicht aangegeven van hoe het eulittoraal bij de Zeelandbrug in de afgelopen jaren is beïnvloed door zowel talud en kreukelberm vernieuwingen als uitvoering van vooroeverbestortingen waarbij de kreukelberm vaak is verlengd. Dit houd in dat het horizontale deel van het talud breder is gemaakt (**Figuur 6**). Ook staan de verschillende substraten hier aangegeven.

***Tabel 4**. Overzicht van ingrepen in het eulittoraal en de materialen die daarbij gebruikt zijn voor het talud en de kreukelberm bij de Zeelandbrug.*

Locatie	Ingrepen	Talud	Kreukelberm
Zeelandbrug-west	In 2009/2010 is de kreukelberm verlengd (VOV Cluster 1) In 2015 is het talud vernieuwd	Basalt	Oude berm met verlengde nieuwe berm van open breuksteen
Zeelandbrug-midden	In 2009/2010 is de kreukelberm verlengd (VOV Cluster 1) In 2015 is het talud vernieuwd	Basalt, overlaagd met gepenetreerd breuksteen	Oude berm met verlengde nieuwe berm van open breuksteen
Zeelandbrug-oost	In 2009/2010 is de kreukelberm verlengd (VOV Cluster 1) In 2015 is het talud vernieuwd	Basalt	Oude berm met verlengde nieuwe berm van open breuksteen

Daarnaast zijn in de jaren 2009-2015 referentielocaties gemonitord (onderstreepte locaties zijn ook in 2015 onderzocht): Westbout, Burghsluis-Referentie, Burghsluis-T0, Plompetoren, Schelphoek-Rw, Schelphoek-haven-PBZ, Schelphoek-haven-Ref, Schelphoek-westII, Schelphoek-west, Schelphoek-midden, Schelphoek-oost, Schelphoek-Referentie-oost, Flauwers inlaag, Lokkersnol, Zierikzee, Zeelandbrug-west, Zeelandbrug-midden, Zeelandbrug-oost en De Val (gegevens uit de jaarlijkse hard substraat monitoring door Stichting Zeeschelp). Veel van de referentie locaties zijn sinds 2009 gevolgd. Door het uitvoeren van dijkverstevigingen in het eulittoraal, waarbij de taluds zijn vernieuwd, zijn sommige locaties niet continue gevolgd. Niet alle referentielocaties zijn dus onbeïnvloed aangezien daar ook talud en kreukelberm vernieuwingen hebben plaatsgevonden. **Tabel 5** geeft een overzicht van de werkzaamheden die zijn uitgevoerd en van invloed zijn op de gemeenschappen in het eulittoraal.

***Tabel 5**. Veranderingen in het eulittoraal op de verschillende transecten ('VoV' zijn de clusters vooroeverversterking met beïnvloeding van het eulittoraal).*

nr	locatie	jaar	ingreep
1	Westbout	-	geen, talud kalksteen, open kreukelberm
2	Burghsluis-Referentie	2007	talud gepenetreerd, kreukelberm vernieuwd
3	Burghsluis-T0	2007	talud vernieuwd, kreukelberm verstoord
4	Plompetoren	2014	talud vernieuwd, kreukelberm verstoord
5	Schelphoek-Referentie-west	2010	talud vernieuwd, kreukelberm verstoord
6	Schelphoek-haven-PBZ	2010	talud en kreulberm vernieuwd, materiaal: koperhoudend Rodense
7	Schelphoek-haven-Referentie	2010	talud en kreulberm vernieuwd, materiaal: breuksteen
8	Schelphoek-westII	2008	talud vernieuwd, kreukelberm verstoord
		2014	kreukelberm verlengd (VoV 2)
9	Schelphoek-west	2008	talud vernieuwd, kreukelberm vernieuwd en gepenetreerd
		2009/10	kreukelberm verlengd met laag gelegen berm (VoV 1)
10	Schelphoek-midden	2008	talud vernieuwd, kreukelberm vernieuwd en gepenetreerd
		2009/10	kreukelberm laatste deel verhoogd (VoV 1)
11	Schelphoek-oost	2008	talud vernieuwd, kreukelberm vernieuwd en gepenetreerd
12	Schelphoek- Referentie-oost	2011	talud vernieuwd, kreukelberm verstoord
13	Flauwers	2011	talud vernieuwd, kreukelberm verstoord
14	Lokkersnol	2009/10	kreukelberm verlengd (VoV 1)
		2013	talud vernieuwd, kreukelberm verstoord
15	Zierikzee	2014	talud vernieuwd, kreukelberm verstoord
16	Zeelandbrug-west	2009/10	kreukelberm verlengd (VoV 1)
		2015	talud vernieuwd, kreukelberm verstoord
17	Zeelandbrug-midden	2009/10	kreukelberm verlengd (VoV 1)
		2015	talud vernieuwd, kreukelberm verstoord
18	Zeelandbrug-oost	2009/10	kreukelberm verlengd (VoV 1)
		2015	talud vernieuwd, kreukelberm verstoord
19	De Val	-	geen, talud basalt, open kreukelberm

Sublittoraal: bemonstering beneden laagwaterlijn

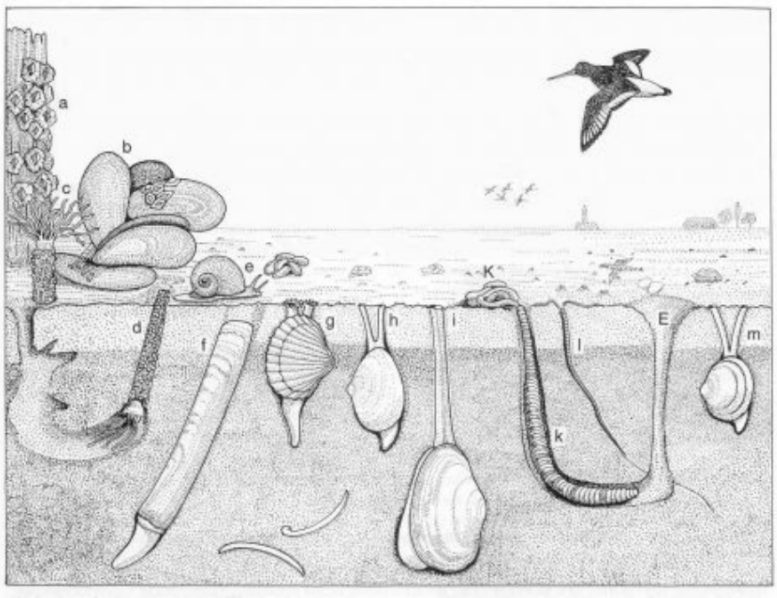
In de sublittorale zone is gewerkt met stations waar op verschillende diepten de sessiele (=vastzittende) organismen zijn gekwantificeerd. Per station zijn binnen 3 kwadranten (32 x 32 cm dus totaal 31 dm^2) de bedekkingspercentages van alle sessiele organismen in verticale projectie (bovenaanzicht) geschat. De organismen zijn voor zover als mogelijk onder water gedetermineerd en uit ieder kwadrant zijn monsters meegenomen voor verdere determinatie onder de microscoop. Per

diepte zijn waar mogelijk zowel breuksteen als staalslakken bemonsterd. Op de stations zijn ook bodem- en watermonsters genomen voor de bepaling van de fractieverdeling van de bodemsedimenten en de temperatuur, pH, saliniteit en zuurstofverzadiging van het water.
Het sublittoraal bij de Zeelandbrug (oost/midden/west) is onderzocht in 2015. Eind 2009 / begin 2010 is de vooroever versterkt waarbij staalslakken rondom de pijlers van de brug en ten westen daarvan afgedekt met breuksteen en daarop is een ecorif geplaatst (**Figuur 5** en **Tabel 1**).
Daarnaast zijn in de jaren 2009-2015 referentielocaties gemonitord langs de kust van Schouwen-Duiveland (de in 2015 onderzochte referentielocaties zijn hier onderstreept): Westbout, Burghsluis, Plompetoren, Schelphoek, Flaauwersinlaag, Kistersnol, Lokkersnol (ref), Weldamseweg, Zierikzee-havenhoofd, Kulkenol, Zeelandbrug-pijler, Zuidbout, Zijpe-Blinde dam en Zijpe-Zoetersbout.

Analyse van gemeenschappen
Om een uitspraak te kunnen doen of de levensgemeenschappen van de T0 verschillen met de T6-situatie is een clusteranalyse uitgevoerd met logaritmisch getransformeerde data (zie de Kluijver et al., 2016 voor meer achtergronden). Bij een clusteranalyse worden de stations gegroepeerd tot clusters van gemeenschappen. Op deze manier kan op gemeenschapsniveau inzicht verkregen worden in verandering van levensgemeenschappen en de ontwikkeling van biota op breuksteen en staalslakken. De analyse is uitgevoerd met het programma MVSP (Kovach, 1999) met de 'Bray-Curtis coëfficiënt' in combinatie met de 'average-linkage' methode. Voor de analyses zijn data gebruikt uit de periode 2005-2012, die afkomstig zijn van monitoringsactiviteiten van Stichting Zeeschelp. Vervolgens is een inverse analyse uitgevoerd zoals beschreven in Kaandorp (1986), dat een onderscheid mogelijk maakt tussen dominante en karakteristieke soorten. Soorten worden als dominant of karakteristiek beschouwd indien zij een bedekkingspercentage van ≥ 4% bereiken. Indien een soort minder dan 4% voorkomt, maar slechts in één gemeenschap voorkomt, is deze beperkt tot deze gemeenschap.

2.4 Inventarisatie van fauna in zacht substraat (sediment)

Infauna zijn dieren die leven in de zachte bodem (**Figuur 7**). De monitoring richt zicht op de aanwezige fauna in het sediment wat is neergeslagen op de nieuwe bestorting. De biota van de zachte substraten zijn bemonsterd met behulp van steekbuizen op dezelfde diepten als de stations van de harde substraten in de sublittorale zone. Voor de monitoring in 2015 zijn locaties Westbout en Zuidbout geselecteerd als referentielocaties. Voor meer achtergronden over de infauna analyse zie Tangelder et al., 2016.



Figuur 7. *Infauna zijn bodemdieren die leven in "zacht substraat" van bijvoorbeeld zand of slib (bron:www.senckenberg.de)*

Bemonstering en identificatie

Per diepte zijn 6 steekbuizen (6,5 cm doorsnede) genomen tot circa 30 cm in de bodem. Hiervoor moet voldoende sediment aanwezig zijn. De monsters zijn over 1 mm gezeefd en gefixeerd met borax gebufferde formaline (4%). Het uitzoeken van de monsters en determinatie van soorten heeft plaatsgevonden in het WAGENINGEN MARINE RESEARCH laboratorium in Yerseke. De organismen in de monsters zijn vervolgens geïdentificeerd, waar mogelijk tot op soort niveau, en geteld om de dichtheden te kunnen bepalen. Door de manier van bemonsteren kan het voorkomen dat fragmenten van een organisme aanwezig zijn in het monster. Tevens vindt de bemonstering plaats op het moment dat veel organismen in juveniele stadia aanwezig zijn. Hierdoor is het niet altijd mogelijk om de organismen tot soort niveau op naam te brengen en wordt er een hoger taxonomisch niveau gehanteerd.

Analyse van diversiteit, dichtheden en gemeenschappen

Voor infauna gemeenschappen zijn totale abundantie en diversiteit (soortenrijkdom en dichtheden) berekend. Daarnaast is een clusteranalyse uitgevoerd met de data van 2009-2015 (T0-T6) om te beoordelen of er veranderingen op gemeenschapsniveau zijn opgetreden. De analyse is uitgevoerd met logaritmisch getransformeerde data, met het programma MVSP (Kovach, 1999) met de 'Bray-Curtis' coëfficiënt in combinatie met de 'average-linkage' methode op dezelfde wijze als voor hard substraat soorten (zie vorige paragraaf).

Sedimentkarakteristieken

De sedimentkarakteristieken van de bovenste centimeter van de sedimentlaag zijn bepaald door monsters te zeven over 7 gekalibreerde zeven (2.8-0.053 mm). De karakteristieken zijn uitgedrukt als de procentuele bijdrage van de drooggewichten van de verschillende fracties. Omdat de verdeling van de fracties niet normaal bleek te zijn, is op basis van de dominante fracties een typologie voor de bodemsedimenten opgesteld (**Tabel 6**). Wanneer, door een recente verstoring, de sedimenten een tweetoppige verdeling vertonen (bv. grof en fijn), is dit sediment aangeduid als een verstoord (dis) grover type.

***Tabel 6**. Typologie voor de bodemsediment*

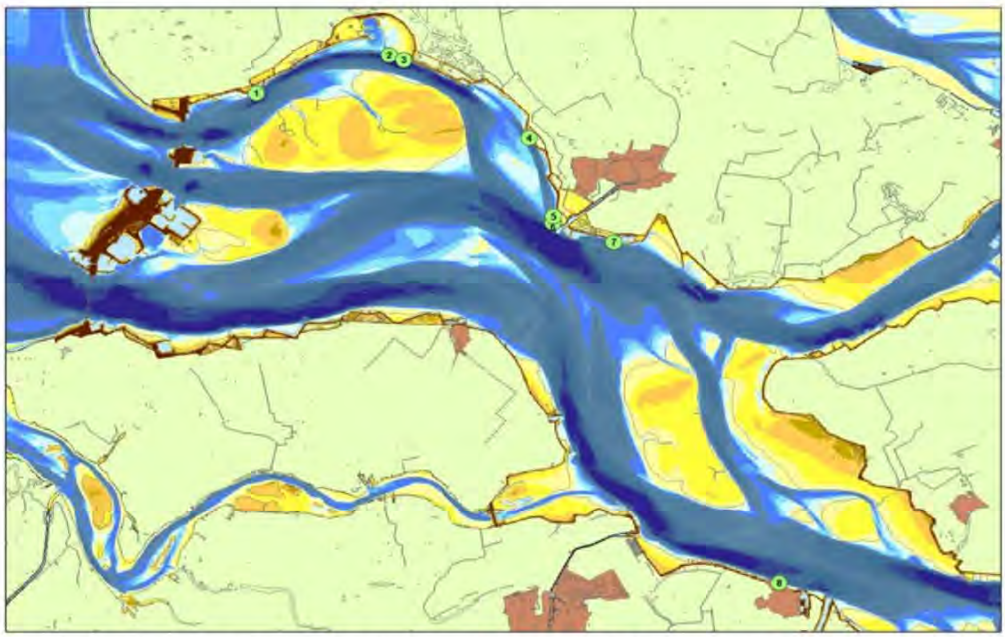
Type sediment:	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
dominante fractie in mm	>2.8	2.8-1.4	1.4-0.6	0.6-0.3	0.3-0.15	0.15-0.09	0.09-0.05	<0.05
Benaming	schelprest		zeer grof zand	grof zand	fijn zand	zeer fijn zand	ultra fijn zand	slib

In 2009 en 2010 zijn de sedimenten op de nabij gelegen stations voor de hardsubstraat bemonstering gebruikt, na 2010 zijn monsters op de exacte locatie genomen.

Naast de sedimentkarakteristieken zijn in 2011-2015 ook het percentages organische en droge stof bepaald. Deze percentages zijn bepaald in de bovenste zes cm van het bodemsediment, door de monsters te drogen bij 70ºC en vijf uur te verassen bij 525ºC. Ook is het zoutgehalte gemeten.

2.5 Sedimentbelasting en sediment dikte

Op acht locaties is de potentiële sedimentbelasting gemeten, dit houd in dat de netto sedimentatie in gram/m^2/dag is gemeten zonder dat resuspensie plaatsvindt (zie De Kluiver et al, 2012; de Kluijver et al, 2016). Zeven locaties zijn gelegen langs de zuidkust van Schouwen-Duiveland en één locatie bij Wemeldinge (**Figuur 8**). De potentiele sedimentbelasting is gemeten met behulp van sedimentvallen met een doorsnede van 11,7 cm en een lengte-diameter ratio van 5.1. Sedimentvallen hebben circa een maand lang op de bodem gestaan gedurende twee meet perioden in augustus/september 2015 en september/oktober 2015. De metingen zijn uitgevoerd op drie diepten: ca. 3.5, 7.5 en 15 meter diepte t.o.v. NAP. De inhoud van de sedimentvallen is op dezelfde manier geanalyseerd als de bodemsedimenten (zie vorige paragraaf).



***Figuur 8**. De locaties van de sedimentvallen: 1-Burghsluis-grindvak, 2-Schelphoek-west-ecorif op grindvak , 3-Schelphoek-oost, 4-Kistersnol, 5-Zierikzee-grindvak, 6-Zierikzee-oost, 7-Zeelandbrug-oost, 8-Wemeldinge-oost.*

De sedimentbelasting geeft informatie over de netto sedimentatie maar toont nog niet aan hoeveel sediment er daadwerkelijk blijft liggen. Daarom is bij locatie Schelphoek-westII tevens de dikte van de sedimentlaag gemeten. Metingen zijn uitgevoerd in vier raaien tussen 0 en 15 meter diepte. Voor meer informatie over methoden zie De Kluijver et al (2016).

2.6 Determinatie van zware metalen in biota

Bemonstering van biota

Tussen eind juli en begin oktober zijn in 2015 mosselen en oesters bemonsterd voor de analyse van zware metalen. Hiervoor zijn van iedere soort per monster meerdere individuen samengenomen en gehomogeniseerd tot een mengmonster. Op iedere locatie is op drie posities een monster verzameld die onafhankelijk van elkaar geanalyseerd zijn (triplo), zie voor details De Kluijver e.a. (2016, in prep). Voor de analyse van metalen is uitsluitend schelpdiervlees gebruikt. Na bemonstering zijn de monsters gekoeld getransporteerd naar een aquarium in het laboratorium. Vervolgens zijn de schelpdieren voor de duur van een nacht verwaterd om de pseudo faeces uit te spoelen. Verwatering vond plaats in een continue doorstroomd kunststofaquarium van ongeveer 500 liter, met gefilterd zeewater afkomstig uit de Oosterschelde (Jacobahaven). Dit jaar is voor het eerst ook biomassa en lengte bepaald van de bemonsterde mosselen en oesters. Schelpdierlengte is bepaald door de maximale schelplengte op te meten met een schuifmaat tot de dichtstbijzijnde millimeter. Het natgewicht van de schelpdieren is bepaald in grammen nauwkeurig voor zowel het hele schelpdier (inclusief schelp) als voor het weefsel apart. Vervolgens zijn de monsters opgeslagen bij -26 °C , in gewassen, zuur- en demi-gespoelde glazen flessen, afgedicht met Idpe-inlegstop en PP-schroefdeksels. De pincetten die gebruikt zijn tijdens deze handeling zijn van kunststof.

Analyse van zware metalen

De keuze van de te analyseren metalen is gebaseerd op de lijst van zware metalen die in het Besluit Bodemkwaliteit staan. Het betreft de volgende stoffen: As (arseen), Ba (barium), Cd (cadmium), Co (kobalt), Cr (chroom), Cu (koper), Hg (kwik), Mo (molybdeen), Ni (nikkel), Pb (lood), Sb (antimoon), Se (seleen), Sn (tin), V (vanadium) en Zn (zink). Additioneel op deze stoffenlijst zijn ook Al (aluminium), Fe (ijzer) en Mn (mangaan) geanalyseerd, omdat deze uit staalslakken kunnen logen (Jonkers 1987). Dezelfde set aan metalen is ook in voorgaande jaren geanalyseerd.

De metaalanalyses zijn uitgevoerd door TNO Triskelion te Zeist. Na homogenisatie is een deel van het monster in duplo ontsloten met salpeterzuur en waterstofperoxide, volgens TNO voorschrift LSP/072. In de verkregen oplossing is het gehalte bepaald m.b.v. ICP-MS, volgens TNO voorschrift LSP/055. De kwantificering vindt plaats aan de hand van externe kalibratiestandaarden en om te corrigeren voor fluctuaties in de apparatuur is gebruik gemaakt van een interne standaard (rhodium). Concentraties zijn teruggerekend naar eenheden per droogstofgewicht. Voor het bepalen van het droge stofgehalte is het gewogen monster gedroogd in een stoof (103 ± 3°C) tot constant gewicht en na afkoelen in een exsiccator terug gewogen.

De gegevens over metaalgehalten, droge stof, lengten en gewichten van de monsters zijn opgeslagen in een access database welke door WAGENINGEN MARINE RESEARCH beheerd wordt. Voor meer details over de bemonstering en analyse zie Glorius & Van den Heuvel-Greve (2016).

Berekening Pollution Load Index (PLI)

De Pollution Load Index (PLI) is berekend als maat voor de totale metaalvervuiling (Tomlinson et al. (1980)). De formule om de PLI te berekenen wordt hieronder weergegeven. In feite betreft de index het geometrisch gemiddelde van de concentraties van metalen.

$$PLI = \sqrt[n]{CF_1 \times CF_2 \times \ldots CF_n}$$

$$PLI = \sqrt[n]{CF_1 \times CF_2 \times \ldots CF_n}$$

n = aantal metalen opgenomen in de index
CF_1 = concentratie metaal nr. 1
CF_2 = concentratie metaal nr. 2
CF_n = concentratie metaal nr. n

De metalen Sb (antimoon) en Sn (tin) zijn in de PLI-berekening buitenbeschouwing gelaten omdat gehalten in verreweg de meeste gevallen onder de detectielimiet lagen. Voor de overige metalen zijn alle meetwaarden meegenomen, ook die onder de detectielimiet liggen, zodat de PLI-waarde altijd op eenzelfde aantal metalen is gebaseerd.

Data analyse zware metalen

Omdat er mogelijk een relatie bestaat tussen de leeftijd van schelpdieren en metaalaccumulatie zijn verschillen in monstergemiddelden van schelplengte en vleesversgewichten (als indicatie voor leeftijd) tussen monsterlocaties (en ondergrond) onderzocht met een one-way ANOVA toetst in combinatie met een Tukey posthoc test op een significantieniveau van 0.05.

De potentiële invloed van schelplengte op het metaalgehalten in mosselweefsel is onderzocht door middel van enkelvoudige lineaire regressie (kleinste kwadraten som), waarbij het verband tussen metaalgehalten als uitkomstvariabelen onderzocht is aan monstergemiddelde schelplengtes als verklarende variabelen. Hierbij is de niet verklaarde variatie beschouwd als normaal verdeeld rondom 0. Significantie van de regressieparameter is onderzocht door vergelijking met een gereduceerd model (zonder schelplengte) gebruik makend van een ANOVA toets (F-toets) op significantie niveau van 0.05.

De invloed van schelplengte op metaalgehalten in oesterweefsel is onderzocht met een 'random effect model' met schelplengte als vaste (fixed) verklarende effect en type ondergrond als stochastisch (random) effect. Op deze wijzen wordt gecorrigeerd voor het feit dat monster genomen op eenzelfde ondergrond meer op elkaar lijken (niet onafhankelijk zijn) van monsters genomen op een andere

ondergrond. Significantie is onderzocht door toetsing aan een gereduceerd model (ANOVA F-toets op significantieniveau 0.05).

Tijdstrends metalen in biota

Omdat er op voorhand geen voorspelling is gedaan hoe trends in de tijd zouden moeten verlopen is er op een exploratieve manier gekeken waarbij verschillende verbanden onderzocht zijn. Voor al de geanalyseerde metalen, droge stof en PLI-waarde is onderzocht of er sprake is van :

1. toe- dan wel afname over de tijd (jaren)
2. een plotselinge verhoging dan wel verlaging,
3. een verhoging dan wel verlaging in individuele jaren

1. Zowel een lineaire als exponentiele toe- dan wel afname in metaalgehalten over de tijd is onderzocht door zowel een lineair als log-lineair model op te stellen. Het model welke de data het beste beschrijft (AIC criteria) is als het juiste beschouwd.

$$y_i = \text{intercept} + \beta_1 \cdot \text{j}aar_\text{i} + \varepsilon_\text{i}$$

jaar	verklarende factor
$\varepsilon_i = N(0,\sigma^2)$	de door het model niet verklaarde variatie waarvan verondersteld is dat deze normaal verdeeld is rondom de waarde 0.
$i = 1,2,...$	de observaties (genomen monsters)

Om te onderzoeken of er sprake is van een significante trend is getoetst of de null hypothese (de geschatte parameterwaarde β = 0) al dan niet verworpen moet worden door vergelijking met een gereduceerd model (ANOVA F-toets met significantieniveau van 0.05).

2. Om vast te stellen of er plotselinge veranderingen opgetreden zijn in metaalgehalten is een 'changepoint' analyse uitgevoerd. In deze analyse wordt bekeken of en op welk moment in de tijd de statistische eigenschappen van een getallenreeks significant veranderd (nul hypothese = geen plotselinge verandering). In de analyses die hier uitgevoerd zijn is bekeken of en waar er een (enkele) sprong aanwezig is in gemiddelde metaalgehalten. Berekeningen zijn uitgevoerd in R (R Development Core Team (2014)) met functies beschikbaar binnen het pakket 'changepoint' (Killick e.a., 2014).

3. Als laatste zijn verschillen in metaalgehalten tussen de jaren getoetst met ANOVA in combinatie met een Tukey posthoc test.

Metaalgehalten zijn weergegeven in grafieken waaraan de uitkomsten van de bovenstaande analyses toegevoegd zijn. Metaalgehalten die onder de detectielimiet liggen zijn voorzien van een zwarte stip. Lineaire verbanden zijn, wanneer significant bevonden ($p<0.05$), met grijze stippellijnen weergegeven. De richtingscoëfficiënt, correlatiecoëfficiënt en p-waarde is in dat geval in de grafiek weergegeven. Als modelvalidatie zijn de *residuals* (de afwijkingen van de datapunten t.o.v. de door het model voorspelde waarden) bekeken om te zien of deze normaal verdeeld zijn en om vast te stellen of de variatie hetzelfde is voor de verschillende jaren. Plotselinge veranderingen in gemiddelde waarden zijn weergegeven met horizontale lijnen, en verschillen tussen jaren zijn weergeven met letters. Op basis van de grafieken is vastgesteld of aan de voorwaarden voor de statistische analyses (normale verdeling, gelijke variatie, invloed uitschieters etc.) voldaan wordt en dus of voorspelde verbanden betrouwbaar zijn.

Invloed van stortmateriaal op gehalten aan metalen in biota

De Japanse oester (*Crassostrea gigas*) is op verschillende typen ondergrond bemonsterd wat het mogelijk maakt om het potentiële effect op metaalaccumulatie te onderzoeken. De invloed van ondergrond type op metaalgehalten in oesterweefsel is onderzocht met een 'random effect model' met ondergrond als vaste (fixed) verklarende effect en ondergrond en jaar als stochastisch (random) effect. Op deze wijzen wordt gecorrigeerd voor het feit dat monster genomen in eenzelfde jaar meer

op elkaar lijken (niet onafhankelijk zijn) van monsters genomen in een ander jaar. Significantie is onderzocht door toetsing aan een gereduceerd model (ANOVA F-toets op significantieniveau 0.05).

3 Resultaten

3.1 Ontwikkeling van hard substraat gemeenschappen

Eulittoraal (getijden zone): talud en kreukelberm
De vooroeverbestorting is uitgevoerd onder water, echter heeft bestorting in de golfzone soms ook gevolgen voor de gemeenschappen van het eulittoraal. Bij de verdediging van de vooroever wordt ook een kreukelberm gestort die vanaf de onderste zone van het eulittoraal doorloopt naar het sublittoraal. De begroeiing in de eulittorale zone is naast de hoogte in het transect, afhankelijk van verschillende parameters, waarvan de dijkvorm, aard van de bekledingsmaterialen, expositie aan licht (ook temperatuur) en waterbeweging en type voorland de belangrijkste zijn. In **Tabel 4** in hoofdstuk 2 Methoden staat een overzicht van de ingrepen (talud en kreukelberm vernieuwingen) en aanwezige substraten. De analyse van de eulittorale gemeenschappen is uitgevoerd met de data van 2005 tot en met 2015 van transecten langs de Oosterschelde, Westerschelde en aan de Noordzeekust (deze zijn niet apart gerapporteerd).

Uit de gemeenschapsanalyse komen tien hoofdgroepen naar voren waar weer verschillende gemeenschappen onder vallen en tien losse gemeenschappen (**Tabel 7**). De losse gemeenschappen behoren hiërarchisch gezien dus niet tot één groep. De groepen die zijn aangetroffen omvatten stabiele eulittorale gemeenschappen, pioniersgemeenschappen, ontwikkelingsstadia vanuit de pioniersgemeenschappen en soortenarme varianten.

***Tabel 7**. Beschrijving van de eulittorale gemeenschappen in de Oosterschelde (OS), Westerschelde (WS) en aan de Noordzeekust (NZ) met het gemiddeld aantal soorten van de gemeenschap, dominante soorten wieren en fauna en de plaats in de zonering. De 'losse' gemeenschappen zijn gecodeerd met een 'nul' en de hoofdgemeenschappen zijn genummerd 1 t/m 10.*

code:	gem. srt:	dominante wieren:	dominante fauna:	plaats in zonering:
Cluster 0-soortenarme gemeenschappen hoog in de zonering				
0-Xan	1.1	korstmossen	geen	supralittoraal, OS en WS
0-Pat	1.0	geen	geen, schaalhoren op gepenetreerd basalt	supra/hoog eulittoraal, OS
0-Anu	1.4	geen	geen, springstaarten tussen korstmossen en plukjes *Gr*	supra/hoog eulittoraal, OS
0-Pel	1.0	groefwier	geen	hoog eulittoraal, OS
0-Fsp/Pel	1.6	kleine zee-eik en groefwier	geen	hoog eulittoraal, OS en NZ
0-Por	1.5	geen, *Prasiola stipata* met plukjes purperwier	geen	hoog eulittoraal, OS en WS
0-Ent	1.2	darmwier	geen	eulittoraal, verstoorde kreukelberm, OS, WS en NZ
Cluster 0-gemeenschappen nabij de laagwaterlijn				
0-sub-rw-	3.0	zeesla en kernwier	geen	laag eulittoraal, OS
0-sub-rw-	16.0	*Griffithsia devoniensis* , *Cystoclonium purpureum* , Hollands hoorntjeswier, donker buiswier, rood hoorntjes wier en lers mos	zeepokken	laag eulittoraal, NZ
0-sub-rw-	7.0	lers mos en zeesla	mosselen	laag eulittoraal, OS
Cluster 1-soortenarme gemeenschappen in het hoog eulittoraal				
1-hd-Blid	4.6	klein darmwier en de kleine zee-eik	geen	vooral hoog eulittoraal, OS, WS en NZ
1-ld-Blid	1.4	klein darmwier	geen	vooral hoog eulittoraal, OS, WS en NZ
1-ld-cir	2.4	geen	geen, zeepokken in lage bedekking	vooral hoog eulittoraal, OS, WS en NZ
1-ld-Ls	1.2	geen	geen, stompe alikruiken in spleten	hoog eulittoraal, OS en WS
Cluster 2-				
2-hd-Fsp	7.8	kleine zee-eik	zeepokken	hoog eulittoraal, OS, WS en NZ
2-ld-Fsp	6.1	kleine zee-eik	zeepokken	hoog eulittoraal, NZ
2-Myt	4.0	geen	mosselen en zeepokken	laag eulittoraal, OS
2-hd-c/c	6.4	geen	zeepokken en Japanse oester	laag eulittoraal, vooral OS
2-ld-c/c	4.7	geen	zeepokken en Japanse oester	laag eulittoraal, vooral WS
2-Fv-c/c	5.3	blaaswier	zeepokken en Japanse oester	laag en midden eulittoraal, OS en WS
2-Por-c	7.0	purperwier	zeepokken, Japanse oester en mosselen	laag eulittoraal, WS
2-rw-mF	11.2	*Gelidium pusillum* , blaaswier en kleine zee-eik	zeepokken en Japanse oester	laag en midden eulittoraal, vooral OS
2-hd-Fv-c	8.7	blaaswier	Japanse oester en zeepokken	laag en midden eulittoraal, OS
Cluster 3-blaaswier- en gezaagde zee-eik-gemeenschappen				
3-Fv/s-c	8.6	blaaswier, gezaagde zee-eik en darmwier	zeepokken en Japanse oester	eulittoraal, OS, WS en NZ
3-Asco-m	9.3	blaaswier, knotswier en gezaagde zee-eik	zeepokken en Japanse oester	laag eulittoraal, vooral OS en NZ, zeldzaam WS
3-Fv-rw	8.8	blaaswier, *Caulacanthus okamurae* en darmwier	zeepokken en Japanse oester	midden en laag eulittoraal, vooral OS, verder WS
3-hd-Fs/v	9.5	gezaagde zee-eik, blaaswier en darmwier	zeepokken	laag eulittoraal, NZ
3-Fs-c/c	9.2	gezaagde zee-eik en zeesla	zeepokken en Japanse oester	laag eulittoraal, OS, WS en NZ
3-Fs-cras	9.0	gezaagde zee-eik	Japanse oester	laag eulittoraal, WS
Cluster 4-verstoorde gemeenschappen met een hoge bedekking aan groenwieren				
4-Fsp/gw	4.9	kleine zee-eik en darmwier	zeepokken	vooral hoog eulittoraal, OS, WS en NZ
4-mF/blid	5.6	blaaswier, kleine zee-eik en klein darmwier	zeepokken	vooral hoog eulittoraal, OS, WS en NZ
4-mF/gw	6.7	blaaswier, kleine zee-eik en darmwier	zeepokken	hoog en midden eulittoraal, OS, WS en NZ
4-hd-Fv/g	5.8	blaaswier en darmwier	zeepokken	midden eulittoraal, OS, WS en NZ
4-ld-Fv/gv	3.3	blaaswier en darmwier	geen	midden eulittoraal, OS, WS en NZ
4-Fv/gw	4.9	blaaswier, darmwier en klein darmwier	geen	hoog en midden eulittoraal, OS en WS
4-gw/Fv	6.8	darmwier en blaaswier	zeepokken	hoog en midden eulittoraal, OS en WS
4-mF-rw	8.9	kleine zee-eik, darmwier, *Caulacanthus okamurae* , blaaswier en zeesla	zeepokken	hoog en midden eulittoraal, OS, WS en NZ
4-Fv-rw	7.5	blaaswier, *Caulacanthus okamurae* en *Gelidium pusillum*	geen	hoog en midden eulittoraal, OS en NZ
Cluster 5-pioniersgemeenschappen op nieuwe substraten en op verstoorde substraten				
5-pio-1	6.2	darmwier en blaaswier	zeepokken	laag eulittoraal, vooral OS
5-pio-2	3.6	purperwier	zeepokken	laag eulittoraal, WS
5-pio-3	3.7	darmwier en purperwier	zeepokken	eulittoraal, OS en WS
5-pio-4	5.1	zeesla, darmwier, purperwier en blaaswier	zeepokken	laag eulittoraal, OS en WS
5-pio-5	8.8	purperwier, zeesla en darmwier	zeepokken en Japanse oester	laag eulittoraal, WS
5-pio-6	4.5	zeesla en darmwier	zeepokken	laag eulittoraal, OS en WS
5-pio-7	7.0	darmwier, zeesla, Ectocarpales en blaaswier	geen	midden eulittoraal, OS
5-pio-8	3.5	darmwier en zeesla	Japanse oester	laag eulittoraal, OS en WS
5-pio-9	8.8	zeesla, darmwier en violet buiswier	zeepokken	laag eulittoraal, vooral OS, zeldzaam WS
Cluster 6-laag eulittorale gemeeenschappen met veel sublittorale soorten				
6-sub-1	15.1	gezaagde zee-eik, zeesla en kernwier	Japanse oester en zeepokken	laag eulittoraal, OS en NZ
6-sub-2	10.4	gezaagde zee-eik en zeesla	Japanse oester en zeepokken	laag eulittoraal OS, eenmaal NZ
6-sub-3	14.3	gezaagde zee-eik en zeesla	zeepokken en Japanse oester	laag eulittoraal OS, eenmaal WS
6-sub-4	9.5	gezaagde zee-eik, zeesla en blaaswier	zeepokken	laag eulittoraal OS, eenmaal WS
6-sub-5	12.0	gezaagde zee-eik en zeesla	zeepokken	laag eulittoraal, OS
6-sub-6	7.5	zeesla en rood hoorntjeswier	Japanse oester en zeepokken	laag eulittoraal, WS
6-sub-7	15.8	lers mos, *Caulacanthus okamurae* en zeesla	zeepokken en Japanse oester	laag eulittoraal, OS
Cluster 7-soortenrijke *Cladophora* -gemeenschap, maar in lage dichtheden				
7-Myt	11.3	*Cladophora albida*	geen, mosselen in lage dichtheden	midden en laag eulittoraal, OS
Cluster 8-knotswier-gemeenschappen				
8-hd-Asco	12.8	knotswier, blaaswier, gezaagde zee-eik en zeesla	Japanse oester	eulittoraal, OS en NZ
8-ld-Asco	5.4	knotswier en blaaswier	zeepokken	eulittoraal, OS en NZ
Cluster 9-soortenarme blaaswier gemeenschap met knotswier				
9-ld-As/Fv	2.8	blaaswier en knotswier	geen	eulittoraal, vooral WS, verder NZ en OS
Cluster 10-oestergemeenschap, soms met blaaswier				
10-Fv/Cra	5.3	blaaswier	Japanse oester	midden en laag eulittoraal, vooral OS, verder WS
Overig:				
kaal	0.0	geen	geen	hoog eulittoraal OS, laag eulittoraal WS, verder N

Figuur 10 en **Figuur 11** laten de resultaten zien van de inventarisatie hardsubstraat gemeenschappen in het eulittoraal in 2009 en 2015 voor locatie Zeelandbrug en referentielocaties. Verschillen in lengte van de transecten kan verklaard worden door verschillen in laagwaterstand (astronomisch getij en windopzet) en helling van het talud. Een beschrijving van de gemeenschappen

die in deze figuren benoemd staan is te vinden **Tabel 7** en in Bijlage 1. Voor een uitgebreide beschrijving van de resultaten zie De Kluijver et al. (2016).

Referentielocaties

Om inzicht te krijgen in natuurlijke variatie en ruimtelijke spreiding van hard substraat gemeenschappen is gekeken naar onverstoorde referentielocaties (bv. locaties Westbout en de Val). Daarnaast zijn ook locaties gevolgd waar het talud en de kreukelberm zijn vernieuwd (bv. Burghsluis). Uit de verdeling van de gemeenschappen in 2009 en in latere jaren blijkt dat de gemeenschappen een duidelijke geografische verspreiding vertonen. In het westelijke deel van de Oosterschelde is de soortenrijke gezaagde zee-eik/blaaswier-gemeenschap (3-Fv/s-c) het meest algemeen en komt deze zowel op het talud als op de kreukelberm voor. Nabij de laagwaterlijn wordt de gezaagde zee-eik meer dominant (gemeenschap 3-Fs-c/c), met plaatselijk clusters van het knotswier en gemengde *Fucus*-soorten (gemeenschap 3-Asco-mF). Op de oostelijke locaties is op het talud de zeepokken-gemeenschap (1-ld-cir) breder dan op de westelijke locaties en wordt deze gevolgd door de blaaswier/*Gelidium pusillum*-gemeenschap (2-rw-mF). Deze gemeenschap loopt door op de kreukelberm, maar hier is ook gemeenschap 2-hd-c/c aanwezig. Binnen deze gemeenschap zijn alleen zeepokken en de Japanse oester dominant.

De relatief onverstoorde locaties Westbout (onverstoord) en Plompetoren (talud vernieuwd in 2015) geven een beeld van de natuurlijke variatie. Daar waar gemeenschappen op het talud veel variatie vertoonden zette zich op de kreukelberm de blaaswier-gezaagde zee-eik gemeenschap voort. Op de westelijke locatie bij Schelphoek lijkt de gemeenschap op de kreukelberm zich in 4 tot 5 jaar te ontwikkelen tot de gemeenschap op de ongestoorde referentie locaties, maar het is mogelijk gemeenschappen zich nog verder ontwikkelen op de minder geëxponeerde locatie oost. In het oostelijke verspreidingsgebied van de gemeenschappen bleef op de ongestoorde referentie locatie De Val de zonering redelijk constant waarbij de dominante soorten binnen deze gemeenschap, zeepokken en de Japanse oester, meerjarig zijn. De successie van nieuwe substraten lijkt te worden bepaald door de snelheid van vestiging van de verschillende *Fucus*-soorten, met een snelle kolonisatie van de kleine zee-eik in een groot areaal, ook lager in het intergetijdengebied. Ook het blaaswier kan de nieuwe substraten snel koloniseren, vanaf de laagwaterlijn tot een de zone van de kleine zee-eik. De vestiging vanaf de laagwaterlijn van de gezaagde zee-eik en uitbreiding over de kreukelberm en het talud in de volgende jaren hersteld de zonering op de westelijke locaties.

Zeelandbrug

Door de vooroeververdediging zijn alleen de gemeenschappen op de kreukelberm direct beïnvloed en niet op het talud. Begin 2010 is de vooroever versterkt, waarbij de kreukelberm is verlengd met breuksteen. De kreukelberm werd gedomineerd door een bedekking van zeepokken met Japanse oester(2hd-c/c en 2rw-mF) die overeenkomt met gemeenschappen in het oostelijk deel van de Oosterschelde (**Figuur 10**). Alleen op het overlaagde talud van de locatie Zeelandbrug-midden kwam een andere zonering voor. Op het asfalt kwam het kruiproodwier in een hogere bedekking voor. Na de versterking van de vooroever kwamen in 2010 op alle locaties de pioniersgemeenschappen op de nieuwe substraten voor. De ontwikkeling van deze pioniersgemeenschap in de volgende jaren was echter compleet anders dan op grond van de west-oost verdeling van de zonering verwacht zou worden. De successie verliep via de verschillende *Fucus*-soorten. In 2012 had het knotswier zich op de kreukelberm kunnen vestigen, en deze soort nam in de erop volgende jaren sterk in bedekking toe. In 2015 was de gemeenschap op de kreukelberm nog steeds verschillend van de oorspronkelijke gemeenschap in 2009 (**Figuur 11**) met een variatie van verschillende gemeenschappen op de kreukelberm west/midden/oost.



Figuur 9. *Het eulittoraal bij de Zeelandbrug in 2015. Links: de kreukelberm bij locatie Zeelandbrug-west. Rechts: de kreukelberm bij locatie Zeelandbrug-oost. Op beide afbeeldingen is de gezaagde zee-eik (Fucus serratus) op de kreukelberm te zien.*



2009	Wb	Burgh-R	Burgh-T0	Pt	Sch-Rw	Sch-h-PBZ	Sch-h-R	Sch-wII	Sch-w	Sch-m	Sch-o	Sch-Ro	Fla	Lok	Zie	Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o	Val
1	4-ld-Fv/gw	-		1-ld-cir	0-Xan				-	-	-	0-Xan		0-Xan		-	1-ld-cir	1-ld-cir	0-Xan
2	3-Fv/s-c	-		1-ld-cir	0-Xan				-	-	-	0-Xan		0-Xan		1-ld-Ls	1-ld-cir	1-ld-cir	0-Xan
3	3-Fv/s-c	-		4-Fsp/gw	0-Xan				-	-	-	0-Xan		0-Xan		1-ld-cir	4-Fsp/gw	1-ld-cir	-
4	3-Fv/s-c	1-ld-cir		4-Fsp/gw	0-Xan				-	-	-	0-Xan		0-Xan		1-ld-cir	2-rw-mF	1-ld-cir	-
5	3-Fv/s-c	1-ld-cir		4-mF/Blid	0-Xan				-	-	-	0-Xan		0-Xan		1-ld-cir	2-rw-mF	1-ld-cir	-
6	3-Fv/s-c	5-pio-3		4-mF/Blid	0-Xan				1-ld-cir	1-ld-cir	1-ld-cir	0-Xan		0-Xan		1-ld-cir	2-rw-mF	4-gw/Fv	-
7	3-Fv/s-c	4-Fsp/gw		4-mF/Blid	0-Xan				1-ld-cir	1-ld-cir	1-ld-cir	0-Xan		-		4-gw/Fv	2-rw-mF	4-gw/Fv	1-ld-Ls
8	3-Fv/s-c	4-Fsp/gw		3-Asco-mF	1-ld-cir				9-ld-As/Fv	9-ld-As/Fv	1-ld-cir	-		-		4-gw/Fv	2-rw-mF	2-hd-c/c	1-ld-cir
9	3-Fv/s-c	4-mF/Blid		3-Fv/s-c	1-ld-cir				4-mF/Blid	4-mF/Blid	9-ld-As/Fv	1-ld-cir		-		4-gw/Fv	2-rw-mF	2-hd-c/c	1-ld-cir
10	3-Fv/s-c	4-mF/Blid		3-Fv/s-c	1-ld-cir				4-mF/Blid	4-mF/Blid	9-ld-As/Fv	1-ld-cir		0-Pat		2-rw-mF	2-rw-mF	2-hd-c/c	4-Fsp/gw
11	3-Fs-c/c	4-mF/Blid		3-Fv/s-c	2-ld-c/c				4-mF/Blid	4-mF/Blid	9-ld-As/Fv	1-ld-cir		1-ld-Ls		2-rw-mF	2-rw-mF	2-hd-c/c	4-Fsp/gw
12	3-Fv/s-c	4-mF/gw		3-Fv/s-c	4-gw/Fv				4-mF/Blid	4-mF/Blid	9-ld-As/Fv	9-ld-As/Fv		4-Fsp/gw		2-rw-mF	2-rw-mF	2-hd-c/c	4-Fsp/gw
13	3-Fv/s-c	4-mF/gw		3-Fv/s-c	4-mF/Blid				4-mF/Blid	4-mF/Blid	1-ld-cir	8-ld-Asco		4-Fsp/gw		2-hd-c/c	2-rw-mF	2-hd-c/c	4-Fsp/gw
14	3-Fv-rw	4-mF/gw		3-Fv/s-c	4-mF/Blid				4-mF/Blid	4-mF/Blid	9-ld-As/Fv	8-ld-Asco		2-hd-c/c		2-hd-c/c	2-hd-c/c	2-hd-c/c	2-rw-mF
15	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c		3-Asco-mF	4-mF/Blid				4-mF/Blid	9-ld-As/Fv	2-hd-Fsp	8-ld-Asco		4-Fsp/gw		2-hd-c/c	2-hd-c/c	2-hd-c/c	2-rw-mF
16	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c		3-Fv/s-c	4-mF/Blid				4-mF/Blid	5-pio-4	4-mF/Blid	3-Asco-mF		4-hd-Fv/gw		2-hd-c/c	2-hd-c/c	2-hd-c/c	2-hd-c/c
17	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c		3-Fv/s-c	4-gw/Fv				4-mF/Blid	4-hd-Fv/gw	4-mF/Blid	3-Asco-mF		2-Fv-c/c		2-hd-c/c	2-hd-c/c	2-hd-c/c	2-hd-c/c
18	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c		3-Fv/s-c	2-rw-mF				4-mF/Blid	4-ld-Fv/gw	4-mF/Blid	3-Asco-mF		3-Fv-rw		2-hd-c/c	2-rw-mF	2-hd-c/c	2-hd-c/c
19	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c		3-Fv/s-c	4-mF/Blid				4-mF/Blid	4-ld-Fv/gw	4-mF/gw	3-Asco-mF		2-hd-c/c		2-hd-c/c	2-rw-mF	2-hd-c/c	2-hd-c/c
20	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c			4-mF/Blid				4-mF/gw	4-ld-Fv/gw	4-ld-Fv/gw	3-Asco-mF		2-hd-c/c		2-hd-c/c	2-rw-mF	2-rw-mF	2-hd-c/c
21	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c			2-rw-mF				4-mF/Blid	4-ld-Fv/gw	4-ld-Fv/gw	3-Fv/s-c		2-hd-c/c		2-hd-c/c		2-rw-mF	2-hd-c/c
22	3-Fs-c/c	3-Fv/s-c			2-hd-c/c				4-mF/gw	4-ld-Fv/gw	4-mF/gw	3-Fv-rw		2-hd-c/c		2-hd-c/c			2-hd-c/c
23	3-Fs-c/c	3-Fv/s-c			2-rw-mF				4-hd-Fv/gw	4-mF/gw	4-mF/gw	3-Fv-rw		2-hd-c/c		2-hd-c/c			2-rw-mF
24	3-Fs-c/c	3-Fv/s-c			2-rw-mF				4-mF/gw	4-mF/gw	4-mF/gw	2-rw-mF		2-hd-c/c		2-hd-c/c			2-rw-mF
25		3-Fv/s-c			2-rw-mF				4-mF/gw	4-mF/gw	4-mF/gw	3-Fv-rw		2-hd-c/c					2-rw-mF
26		4-hd-Fv/gw			2-rw-mF				4-ld-Fv/gw	4-mF/gw	4-mF/gw	2-rw-mF		2-hd-c/c					2-rw-mF
27		4-hd-Fv/gw			2-rw-mF				4-mF/gw	4-ld-Fv/gw	4-mF/gw	2-rw-mF		2-hd-c/c					2-hd-c/c
28		3-Fv/s-c			2-rw-mF				4-mF/gw	4-mF/gw	4-mF/gw	2-rw-mF		2-hd-c/c					
29		3-Fv-rw			2-rw-mF					4-Fsp/gw	4-hd-Fv/gw	2-rw-mF		2-rw-mF					
30		3-Fv/s-c			2-rw-mF					4-mF/gw	4-ld-Fv/gw	2-rw-mF		2-rw-mF					
31		3-Fv/s-c			2-rw-mF					4-mF/gw	4-ld-Fv/gw	2-rw-mF		2-rw-mF					
32		3-Fv-rw			2-rw-mF					4-mF/gw	5-pio-9	2-rw-mF		2-rw-mF					
33		3-Fs-c/c								4-hd-Fv/gw		0-sub-rw-1		2-rw-mF					
34		3-Fs-c/c								5-pio-6		2-rw-mF							
35		3-Fv/s-c								5-pio-8									
36										5-pio-9									
37										5-pio-9									
38										5-pio-9									
39										5-pio-9									

***Figuur 10**. De eulittorale transecten en gemeenschappen in 2009 langs de kust van Schouwen-Duiveland van west (links) naar oost (rechts). De kleuren geven de verschillende gemeenschappen aan. Zie **Tabel 7** en bijlage 1 voor de verklaring van de codes en beschrijving van de gemeenschappen. Wb = Westbout, Burgh-R = Burghsluis-referentie, Burgh-T0 = Burghsluis-T0, Pt = Plompetoren, Sch-wII = Schelphoek-westII, Sch-w = Schelphoek-west, Sch-m = Schelphoek-midden, Sch-o = Schelphoek-oost, Sch-Re = Schelphoek=referentie, Lok = Lokkersnol, Zie= Zierikzee, Zeel-w = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-west, Zeel-m = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-midden, Zeel-o = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-oost. De nummers in de kantlijn geven het aantal bemonsterde kwadranten aan (50 x 50 cm). Het aantal bemonsterde kwadranten hangt af van de helling van het dijktalud, astronomisch getij en al dan niet windopzet.*

2015	Wb	Burgh-R	Burgh-T0	Pt	Sch-Rw	Sch-h-PBZ	Sch-h-R	Sch-wII	Sch-w	Sch-m	Sch-o	Sch-Ro	Fla	Lok	Zie	Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o	Val
1	4-Fsp/gw	1-ld-Ls	-	-		1-hd-Blid	1-hd-Blid		-	0-Xan	-					-	1-ld-cir	1-ld-cir	0-Xan
2	4-Fsp/gw	1-ld-Ls	-	1-ld-cir		4-mF/Blid	1-hd-Blid		-	-	-					-	1-ld-cir	1-hd-Blid	-
3	4-mF-rw	1-ld-cir	-	1-ld-cir		4-mF/Blid	4-mF/gw		-	-	0-Por					-	4-Fsp/gw	1-hd-Blid	-
4	3-Fv/s-c	1-ld-cir	-	4-Fsp/gw		4-mF/Blid	3-Fv/s-c		1-ld-cir	-	1-ld-cir					1-ld-cir	4-Fsp/gw	4-Fsp/gw	-
5	3-Fv/s-c	4-Fsp/gw	1-ld-cir	4-Fsp/gw		4-mF/gw	3-Fv/s-c		1-hd-Blid	1-ld-cir	1-hd-Blid					1-hd-Blid	4-mF-rw	4-Fsp/gw	-
6	3-Fv/s-c	4-Fsp/gw	4-Fsp/gw	4-Fsp/gw		4-mF/gw	3-Asco-mF		1-hd-Blid	1-hd-Blid	4-Fsp/gw					1-hd-Blid	4-mF-rw	4-Fsp/gw	-
7	3-Fv/s-c	4-mF-rw	1-hd-Blid	4-mF/Blid		3-Asco-mF	3-Asco-mF		1-hd-Blid	4-Fsp/gw	4-Fsp/gw					1-hd-Blid	4-mF-rw	4-Fsp/gw	1-ld-cir
8	3-Fv/s-c	4-mF-rw	4-mF-rw	4-mF-gw		3-Asco-mF	3-Asco-mF		4-mF/Blid	4-Fsp/gw	4-mF/Blid					1-hd-Blid	4-mF-rw	4-Fsp/gw	1-hd-Blid
9	3-Fv/s-c	4-mF-rw	4-Fsp/gw	4-Fsp/gw		3-Asco-mF	3-Asco-mF		3-Fv/s-c	4-mF/gw	3-Fv/s-c					4-Fsp/gw	4-mF-rw	4-mF-rw	1-hd-Blid
10	3-Fv/s-c	4-mF-rw	4-mF/Blid	4-Fsp/gw		4-hd-Fv/gw	3-Asco-mF		3-Fv/s-c	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c					4-Fsp/gw	4-mF-rw	4-mF-rw	1-hd-Blid
11	3-Fv/s-c	4-mF-rw	4-mF/Blid	4-mF-gw		3-Fv-rw	3-Asco-mF		3-Fv/s-c	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c					4-Fsp/gw	4-mF-rw	3-Fv/s-c	1-hd-Blid
12	3-Fv/s-c	4-mF-gw	2-Fv-c/c	4-ld-Fv/gw		3-Asco-mF	3-Asco-mF		3-Fv/s-c	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c					4-mF-gw	4-mF-rw	2-hd-Fsp	4-Fsp/gw
13	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c	2-Fv-c/c	5-pio-4		3-Asco-mF	3-Asco-mF		3-Fv/s-c	3-Asco-mF	3-Fv/s-c					4-Fsp/gw	4-mF-rw	2-hd-c/c	4-Fsp/gw
14	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c	2-Fv-c/c	5-pio-4		3-Asco-mF	3-Asco-mF		3-Fv/s-c	3-Asco-mF	3-Fv/s-c					3-Fv/s-c	2-hd-c/c	2-hd-c/c	4-Fsp/gw
15	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c	2-Fv-c/c	5-pio-3		2-Fv-c/c	3-Asco-mF		3-Fv/s-c	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c					3-Fv/s-c	3-Fv-rw	2-Fv-c/c	2-hd-Fsp
16	2-hd-c/c	3-Fv/s-c	2-Fv-c/c	5-pio-7		3-Fv-rw	3-Asco-mF		3-Fv/s-c	3-Fv/s-c	3-Asco-mF					3-Fv/s-c	3-Fv-rw	3-Fv-rw	2-hd-Fsp
17	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c	2-Fv-c/c	5-pio-7		3-Asco-mF	3-Asco-mF		3-Fv/s-c	3-Fv/s-c	3-Asco-mF					3-Fv-rw	3-Fv-rw	2-Fv-c/c	2-hd-Fsp
18	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c	2-Fv-c/c	5-pio-7		3-Asco-mF	3-Fs-c/c		3-Fv/s-c	3-Fv/s-c	3-Asco-mF					3-Fv/s-c	3-Fv-rw	2-Fv-c/c	3-Fv-rw
19	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c	3-Fv-rw	5-pio-7		3-Fv-rw			3-Fv/s-c	3-Fv/s-c	3-Asco-mF					3-Fv/s-c	3-Fv-rw	3-Fv-rw	3-Fv-rw
20	3-Asco-mF	3-Fv/s-c	2-Fv-c/c	5-pio-7					3-Fv/s-c	3-Fv/s-c	3-Asco-mF					2-Fv-c/c	2-Fv-c/c	2-Fv-c/c	3-Fv-rw
21	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c	3-Fv-rw	5-pio-9					3-Fv/s-c	3-Fs-c/c	3-Fv/s-c					3-Fv-rw	3-Asco-mF	2-Fv-c/c	3-Fv-rw
22	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c	3-Fv-rw	5-pio-9					3-Fv/s-c	3-Fs-c/c	3-Asco-mF					2-hd-c/c	3-Asco-mF	2-Fv-c/c	3-Fv-rw
23	3-Fs-c/c	3-Fv/s-c	3-Fv-rw	3-Fv/s-c					3-Fv/s-c	3-Fv/s-c	3-Asco-mF					3-Fv-rw	3-Fv-rw	3-Asco-mF	3-Fv-rw
24	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c	3-Fv-rw	5-pio-9					3-Fv/s-c	3-Fv/s-c	3-Asco-mF					2-Fv-c/c	3-Fv-rw	3-Asco-mF	3-Fv-rw
25	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c	0-sub-rw-3	3-Fs-c/c					3-Fv/s-c	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c					2-Fv-c/c	3-Asco-mF	3-Asco-mF	3-Fv-rw
26	3-Fv/s-c	3-Fv-rw		3-Fs-c/c					2-Fv-c/c	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c					3-Fv-rw	3-Fv-rw	3-Asco-mF	3-Fv-rw
27	3-Fs-c/c	3-Fv/s-c							3-Asco-mF	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c					3-Fv-rw	3-Fv-rw	3-Asco-mF	3-Fv-rw
28		2-rw-mF							3-Asco-mF	3-Fv/s-c	3-Asco-mF					3-Fv-rw	3-Asco-mF	3-Asco-mF	6-sub-7
29		3-Fs-c/c							3-Fv/s-c	3-Fv/s-c	3-Fv-rw					3-Fv/s-c	3-Asco-mF	3-Asco-mF	6-sub-7
30		3-Fs-c/c							3-Fs-c/c	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c					3-Fs-c/c	3-Asco-mF	3-Asco-mF	
31		3-Fs-c/c							3-Fs-c/c	3-Fv/s-c	3-Fs-c/c					3-Fv/s-c	3-Asco-mF	3-Fv/s-c	
32		3-Fs-c/c							6-sub-2	3-Fv/s-c	3-Fs-c/c					3-Fv/s-c	3-Fs-c/c	3-Asco-mF	
33		3-Fs-c/c							3-Fs-c/c	3-Fv/s-c						3-Fv/s-c	3-Fs-c/c	3-Asco-mF	
34		3-Fs-c/c							3-Fs-c/c	3-Asco-mF						3-Asco-mF	3-Fs-c/c	3-Asco-mF	
35									6-sub-2	3-Fv/s-c						3-Fv/s-c	3-Fs-c/c	3-Asco-mF	
36									6-sub-2	3-Fv/s-c						3-Fv/s-c	3-Fs-c/c	3-Fs-c/c	
37									3-Fs-c/c	3-Fv/s-c						3-Fv/s-c		3-Asco-mF	
38									3-Fs-c/c	3-Fv/s-c						3-Fs-c/c		3-Fs-c/c	
39									6-sub-2	3-Fv/s-c						3-Fv/s-c		3-Fs-c/c	
40									6-sub-2	3-Fv/s-c						3-Fs-c/c		3-Fs-c/c	
41									6-sub-4	6-sub-3						3-Fs-c/c		3-Fs-c/c	
42									6-sub-2							3-Fs-c/c		3-Fs-c/c	
43									6-sub-2							3-Fs-c/c		6-sub-3	
44									6-sub-2							3-Fs-c/c		6-sub-3	
45									6-sub-2							3-Fs-c/c			
46									6-sub-2							3-Fs-c/c			
47									6-sub-2							3-Fs-c/c			
48									6-sub-4							3-Fs-c/c			
49									6-sub-2							6-sub-3			
50									6-sub-2							3-Fs-c/c			
51									6-sub-2										

Figuur 11. *De eulittorale transecten en gemeenschappen in 2015 langs de kust van Schouwen-Duiveland van west (links) naar oost (rechts). De kleuren geven de verschillende gemeenschappen aan. Zie* ***Tabel 7*** *en bijlage 1 voor de verklaring van de codes en beschrijving van de gemeenschappen. Wb = Westbout, Burgh-R = Burghsluis-referentie, Burgh-T0 = Burghsluis-T0, Pt = Plompetoren, Sch-wII = Schelphoek-westII, Sch-w = Schelphoek-west, Sch-m = Schelphoek-midden, Sch-o = Schelphoek-oost, Sch-Re = Schelphoek=referentie, Lok = Lokkersnol, Zie= Zierikzee, Zeel-w = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-west, Zeel-m = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-midden, Zeel-o = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-oost. De nummers in de kantlijn geven het aantal bemonsterde kwadranten aan (50 x 50 cm). Het aantal bemonsterde kwadranten hangt af van de helling van het dijktalud, astronomisch getij en al dan niet windopzet.*

Sublittoraal

Het sublittoraal betreft de zone beneden de laagwaterlijn waar de vooroeverbestortingen hebben plaatsgevonden. Daarbij wordt zoals eerder aangegeven onderscheid gemaakt in het infralittoraal (dit is de wierzone tot 4 meter diepte die ongeveer overeenkomt met de golfzone) en het circalittoraal (de stroomzone beneden 4 meter diepte). In **Tabel 1** staat de periode van bestorten en de gebruikte materialen per locatie aangegeven. Evenals de eulittorale zone vertonen de gemeenschappen in het sublittoraal een duidelijke zonering in het mondingsgebied, middengebied en het Zijpe in de noordelijke tak van de Oosterschelde. Zoutgehalte en stroming zijn bepalende factoren voor het voorkomen van soorten. Deze zonering is van belang bij het beoordelen van ontwikkeling van gemeenschappen op bestorte vooroever. In **Tabel 8** staat een beschrijving van de gemeenschappen in de Oosterschelde weergegeven en met bijbehorende codes die terugkomen in de resultaten.

Tabel 8. *Beschrijving van de sublittorale gemeenschapen langs de zuidkust van Schouwen-Duiveland en kom op basis van analyse in 2015. Deze indeling is gemaakt op basis van expert judgement en kan van jaar tot jaar verschillen. Boven: Infralittoraal. Onder: Circalittoraal.*

	gemid. srt	bovenste structuurlaag:	dominante wieren:	ondergroei:
I1a	17.9	niet dominant: bessenwier en wakame	rood hoorntjeswier, donker buiswier en zeesla	Japanse oester
I1b	18.6	niet dominant: Japans bessenwier	rood hoorntjeswier, donker buiswier, zeesla en *Heterosiphonia*	zeepokken en doorzichtige zakpijp
I2a1	30.5	niet dominant: bessenwier, wakame en suikerwier	rood hoorntjeswier en donker buiswier	Japanse oester
I3a1	24.1	niet dominant: bessenwier en wakame	gaffelwier, *Heterosiphonia japonica* en *Grateloupia turuturu*	Japanse oester, zeepokken, *Didemnum vexillum* en *Botrylloides violacea*
I3a2	28.3	wakame	*Heterosiphonia japonica* , gaffelwier en tongwier	Japanse oester, kokerbouwende organimen en zeepokken
I3a3	25.6	wakame	*Heterosiphonia japonica* en gaffelwier	Japanse oester
I3a5	25.3	Japans bessenwier	zeesla, *Heterosiphonia japonica* en gaffelwier	Japanse oester
I4b	23.0	niet ontwikkeld	*Heterosiphonia japonica* , gaffelwier, donker en violet	niet ontwikkeld
I5-diep1	19.0	niet ontwikkeld	*Heterosiphonia japonica*	Japanse oester en de zakpijpen *Diplosoma listerianum* en *Didem*
I5-diep2	27.0	niet ontwikkeld	*Heterosiphonia japonica*	*Scrupocellaria scruposa*
		Dominante soorten		
M1a	10.4	Japanse oester en zeeanjelier		
M1b	17.0	Japanse oester en zeeanjelier		
C1a	20.3	Japanse oester, kokerbouwende organismen, mosselen, zeepokken, *Didemnum vexillum* , *Diplosoma listerianum* , *Obelia dichotoma*, *Tubularia indivisa* , *Electra pilosa* en de golfbrekeranemoon		
C1b1	20.4	Japanse oester, kokerbouwende organismen, *Didemnum vexillum* , *Diplosoma listerianum* , *Eudendrium ramosum* en *Halecium halecinum*		
C1b2	19.0	Japanse oester, *Diplosoma listerianum* , *Didemnum vexillum* , *Eudendrium ramosum* en kokerbouwende organismen		
C1b3	26.0	Japanse oester, *Diplosoma listerianum* , *Didemnum vexillum* , *Eudendrium ramosum* en kokerbouwende organismen		
C1b4	23.0	Japanse oester, *Didemnum vexillum* , *Diplosoma listerianum* , kokerbouwende organismen, *Obelia bidentata* , *Tubularia larynx* en *Tubularia indivisa*		
C1b5	23.0	Japanse oester, golfbrekeranemoon en *Eudendrium ramosum*		
M2	23.0	Japanse oester, kokerbouwende organismen, *Halichondria bowerbanki* en *Diplosoma listerianum*		
Z2b	16.4	Japanse oester, *Didemnum vexillum* , *Botrylloides violacea* en *Obelia dichotoma*		
M3	17.5	Japanse oester		
C2	26.0	Japanse oester, *Scrupocellaria scruposa* , *Tricellaria inopinata* , zeepokken en *Didemnum vexillum*		
C3a	28.8	Japanse oester, zeepokken, kokerbouwende organismen, *Ciona intestinalis* , *Styela clava* , *Diplosoma listerianum* en *Scrupocellaria scruposa*		
kol-3	22.0	*Diplosoma listerianum* , *Didemnum vexillum* , zeepokkem, *Scrupocellaria scruposa* en *Ciona intestinalis*		
kol-2	20.2	kokerbouwnde organismen, *Diplosoma listerianum* , *Didemnum vexillem* en *Scrupocellaria scruposa*		
M5	22.0	*Diplosoma listerianum*		
C4	22.0	wakame (in de bovenste structuurlaag), *Heterosiphonia japonica* , Japanse oester, *Diplosoma listerianum* en zeeanjelier		
Mz-1	20.0	Japanse oester, *Obelia dichotoma* , *Halecium halecinum* , zeeanjelier, *Scrupocellaria scruposa* , *Anguinella palmata* en *Diplosoma listerianum*		
M5b	19.5	*Electra pilosa*		
kol-1	14.9	zeepokken en *Ciona intestinalis*		
veen	9.4	kokerbouwende organismen en *Didemnum vexillum*		
kol-2b	10.0	geen		

Referentielocaties

Infralittoraal - Ook in de infralittorale zone vertonen de gemeenschappen een duidelijke geografische verspreiding met herkenbare gemeenschappen. In 2009 zijn herkenbare gemeenschappen aangetroffen in de monding (I1a), het centrale deel van de Oosterschelde (I3a3) en in het Zijpe (I3a1). Binnen de mondingsgemeenschap I1a zijn vooral het roodhoorntjeswier (*Ceramium rubrum*), het donker buiswier (*Polysiphonia fucoides*) en het zeesla (*Ulva lactuca*) dominant. De ondergroei bestaat uit japanse oesters (*Crassostrea gigas*). In de centrale gemeenschap I3a3 komt wakame (*Undaria pinnatifida*), het roodwier *Heterosiphonia japonica* en het gaffelwier (*Dictyota dichotoma*)voor met een ondergroei van Japanse oester met ruim 70% bedekking van het substraat. In het Zijpe wordt de gemeenschap gedomineerd door het gaffelwier en de roodwieren *Heterosiphonia japonica* en *Grateloupia turuturu*. De ondergroei bestaat uit de japanse oester, zeepokken (*Semibalanus balanoides*) en de kolonievormende zakpijpen *Didemnum vexillum* en *Botrylloides violacea*.

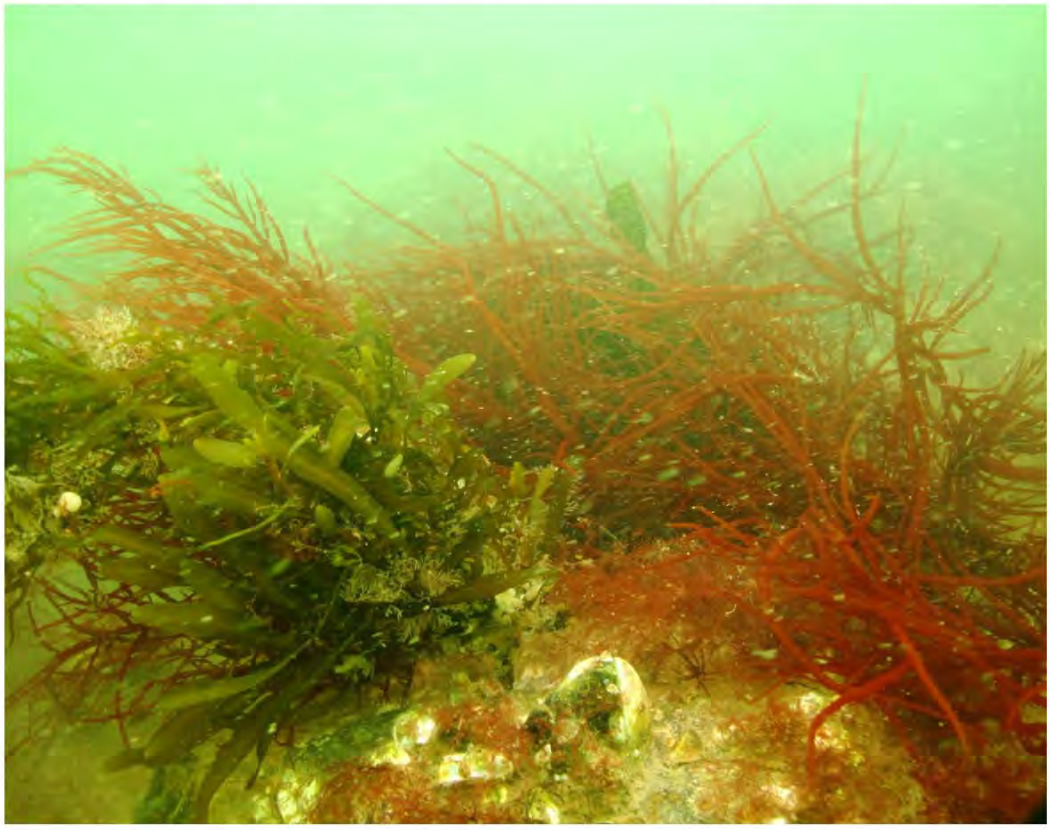
In de jaren daarna in 2010-2015 zijn de mondingsgemeenschappen en de gemeenschappen in het Zijpe ieder jaar weer aangetroffen. De gemeenschappen in het centrale deel van de Oosterschelde, waar ook de Zeelandbrug gelegen is, veranderde. Gemeenschap I3a3 nam af in 2010 en 2011 en is in 2012 voor het laatst aangetroffen. De oesterarme wiergemeenschap I3a5 wordt vanaf 2009 steeds algemener in het centrale deel van de Oosterschelde. In 2015 komt deze gemeenschap op alle gemonitorde locaties voor die in het centrale deel liggen. De gemeenschap I3a5 wordt gedomineerd door zeesla het roodwier *Heterosiphonia japonica* en het gaffelwier.

Circalittoraal - De circalittorale zone ligt onder de infralittorale zone waar onvoldoende licht is voor een dominantie van wieren en de gemeenschappen door dieren worden gedomineerd. Evenals in de infralittorale zone vertoonden de gemeenschappen in de circalittorale zone ook een duidelijke geografische verspreiding, met herkenbare gemeenschappen in de monding en in het Zijpe en gemeenschappen in het centrale gebied van de Oosterschelde. Gemeenschappen M1a en M1b zijn algemeen in de monding en worden gekenmerkt door dominante soorten Japanse oester en daarop de zeeanjelier (*Metridium senile)*. De centrale gemeenschappen, hoofdzakelijk C1b1/C1b2/C1b3, worden gedomineerd door de Japanse oester, kolonie vormende zakpijpen, diverse soorten hydroïden en kokerbouwende organismen. Op de verticale betonnen pijler van de Zeelandbrug wordt hoofdzakelijk gemeenschap C3a gevonden die gedomineerd wordt door de Japanse oester, zeepokken, kokerbouwende organismen, de solitaire zakpijpen *Ciona intestinalis* en *Styela clava*, de kolonievormende zakpijp *Diplosoma listerianum* en het mosdiertje *Scrupocellaria scruposa*. In het Zijpe komt gemeenschap Z2b voor die vooral wordt gedomineerd door de Japanse oester en kolonievormende zakpijpen.
De gemeenschappen in de monding en het Zijpe blijven constant over de jaren. In het centrale deel zijn in 2009-2015 ook ieder jaar weer de centrale gemeenschappen aangetroffen. Deze gemeenschappen worden allen gedomineerd door de Japanse oester met daarop de overige dominante soorten in wisselende bedekkingen. Onder deze dominante soorten komen de kolonievormende zakpijpen *Didemnum vexillum* en *Diplosoma listerianum*, de golfbrekeranemoon en de spons *Celtodoryx girardae* in hoge bedekkingen voor. In 2015 is op referentielocaties Kisternol en Lokkersnol de nieuwe gemeenschap C2 ontstaan die wordt gedomineerd door de Japanse oester, de bryozoën *Scrupocellaria scruposa* en *Tricellaria inopinata*, zeepokken en de kolonievormende zakpijp *Didemnum vexillum* (**Figuur 13**). In de gemeenschapsanalyse clusterde deze gemeenschap bij Kom-gemeenschappen (oostelijk deel van de Oosterschelde). Hoewel de Japanse oester wel dominant was in deze gemeenschap, was de bedekking veel lager dan in de oorspronkelijke centrale gemeenschap. Daarnaast is op locatie Zuidbout gemeenschap C1b5 ontstaan (centrale gemeenschap) die wordt gedomineerd door de Japanse oester, de golfbrekeranemoon en de hydroïdpoliep *Eudendrium ramosum*.

Zeelandbrug T6
Figuur 14 geeft een verdeling van de sublittorale hard substraat gemeenschappen in het infralittoraal en circalittoraal in 2009 en 2015 met stortlocatie Zeelandbrug (west/midden/oost) die in 2009 is bestort met zowel staalslakken als breuksteen en waarvan in 2015 de T6-monitoring is uitgevoerd. Resultaten van alle meetjaren 2009-2015 zijn te vinden in Bijlage 4.

Infralittoraal – De locatie Zeelandbrug ligt in het centrale deel van de Oosterschelde. In 2009 is hier de centrale wakame-gemeenschap I3a3 aangetroffen met een stevige ondergroei van Japanse oester die ook op referentielocaties voorkwam. Na bestorten heeft zich pioniergemeenschap I1b ontwikkeld met Japans bessenwier (*Sargassum muticum*), zeesla en roodwieren en een ondergroei van zeepokken en de zakpijp *Ciona intestinalis*. In 2011 is de oesterarme gemeenschap I3a5 aangetroffen die ook op referentielocaties voorkwam. Deze gemeenschap is ook in 2012, 2013, 2014 en 2015 aangetroffen.

Circalittoraal - De locatie Zeelandbrug ligt in het centrale deel van de Oosterschelde. In 2009, voor de uitvoering van de vooroeverbestortingen, zijn hier gemeenschappen aangetroffen die typerend zijn voor het centrale gedeelte van de Oosterschelde. Na het versterken van de vooroever met staalslakken en gedeeltelijk met een toplaag van breuksteen heeft een geleidelijke successie plaatsgevonden met de ontwikkeling van verschillende pioniersgemeenschappen ("kol-gemeenschappen") met een dominantie van kokerbouwende organismen, zeepokken en solitaire zakpijpen in eerste instantie, gevolgd door de kolonievormende zakpijpen *Didemnum vexillum* en *Diplosoma listerianum* en tenslotte de spons *Celtodoryx girardae*. In 2010 ontwikkelde zich een eerste pioniersgemeenschap op beide nieuwe substraten, dus zowel op breuksteen als op staalslakken. In 2011 ontwikkelde deze pioniersgemeenschap zich verder tot een tweede pioniersgemeenschap. In 2012 ontwikkelde zich, door verschillen in de dominante pionierssoorten een derde pioniersgemeenschap. De gemeenschappen bleven bestaan tot in 2014. De gemeenschappen op staalslakken en breuksteen verschillen niet van elkaar. In 2015 is op de meeste stations op de locatie Zeelandbrug een nieuwe, oesterarme, gemeenschap C2 gevonden (**Figuur 13**).



***Figuur 12**. Het infralittoraal bij locatie Zeelandbrug-oost in 2015 met Japans bessenwier (Sargassun muticum) en het roodwier Agardhiella subulata (Foto: Marko Dubbeldam, Stichting Zeeschelp).*



***Figuur 13**. Het circalittoraal bij Zeelandbrug-west in 2015: de C2 gemeenschap. De Japanse oester, de bryozoën Scrupocellaria scruposa en Tricellaria inopinata, zeepokken en de kolonievormende zakpijp Didemnum vexillum zijn dominant. De Japanse oester komt (nog) niet in hoge bedekkingen voor (Foto: Marko Dubbeldam, Stichting Zeeschelp).*



***Figuur 14**. Verdeling van de sublittorale levensgemeenschappen op hard substraat in het infralittoraal en het circalitoraal in 2009 en 2015. In de kantlijn staan de diepteklassen aangegeven. De aangetroffen gemeenschappen bij de Zeelandbrug zijn rood omkadert. Westb = Westbout, Burgh = Burghsluis, Sch-wII = Schelphoek-westII (**Building for Nature locatie**), Sch-w = Schelphoek-west, Sch-m = Schelphoek- midden, Sch-o = Schelphoek-oost, Flau = Flaauwers inlaag, Kts = Kisternol, Lok = Lokkersnol, Ww = Weldamseweg, Zie= Zierikzee, Kul = Kurkernol, Zeel-w = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-west, Zeel-m = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-midden, Zeel-o = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-oost, Zuidb = Zuidbout, Zijpe-B =Zijpe Blindedam , Zijpe-Z = Zijpe Zoetersbout, Zijpe-r= Zijpe-referentie. Breuk = breukstenen bestorting, stsl = staalslakkenbestorting, beton = de pijler van de Zeelandbrug. Een beschrijving van de gemeenschappen die in deze figuren benoemd staan is te vinden in Tabel 8 en Bijlage 2 en 3. Een uitgebreid overzicht van de resultaten in alle jaren is te vinden in Bijlage 4.*

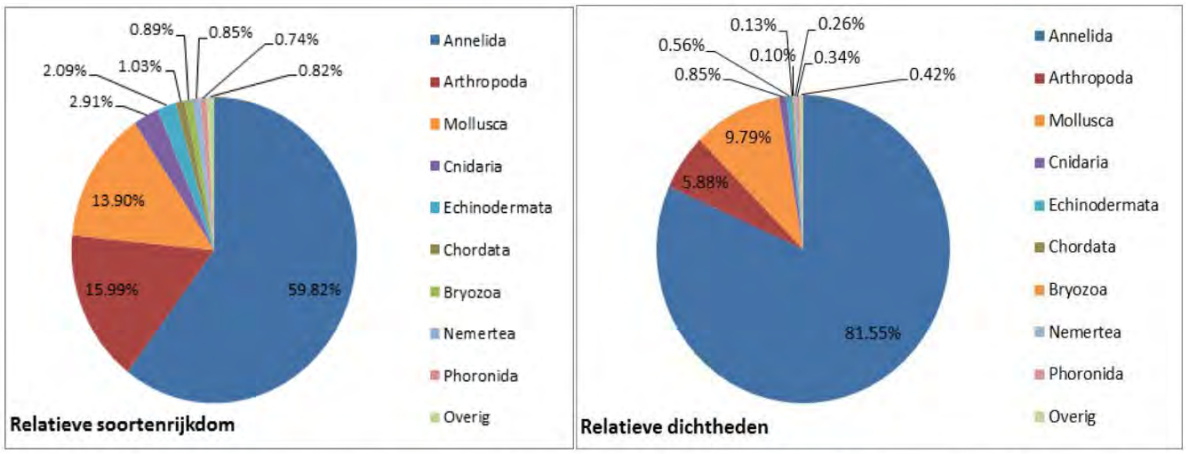
3.2 Ontwikkeling van infauna gemeenschappen

In deze paragraaf wordt ingegaan op de gemeenschappen in zacht substraat (infauna) op de locaties Lokkersnol en Zeelandbrug en referentielocaties Westbout en Zuidbout, omdat deze in 2015 zijn bemonsterd. Uitvoerige analyse heeft plaatsgevonden van gemeenschappen, diversiteit, dichtheden en de relatie met sedimentkarakteristieken die hier is samengevat. Voor een uitgebreide beschrijving zie Tangelder et al., 2016. De infauna bemonstering kon op alle locaties worden uitgevoerd, omdat overal voldoende sediment aanwezig was. **Figuur 15** geeft een beeld van de verschillende phyla die zijn aangetroffen.

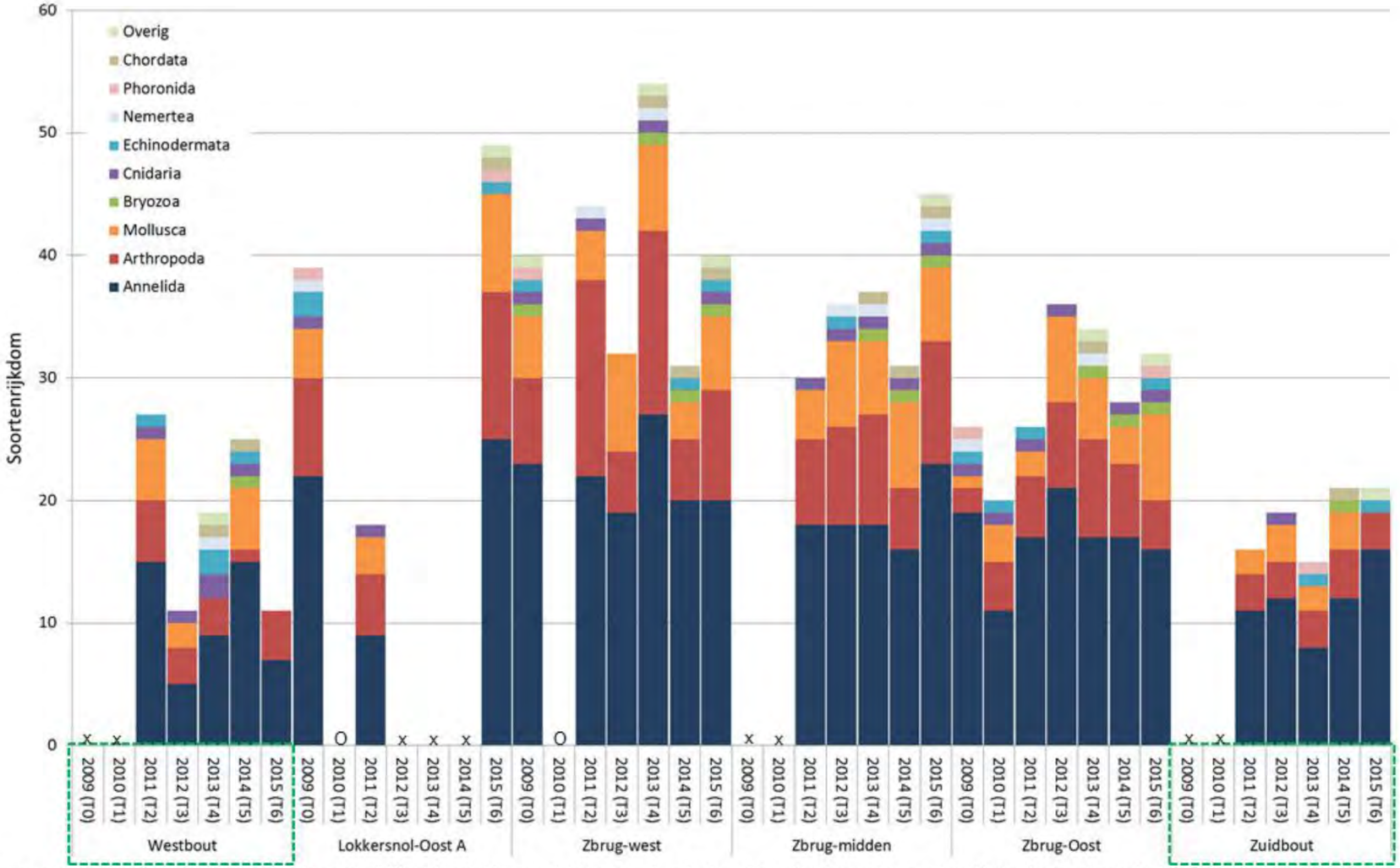


***Figuur 15**. De belangrijkste klassen die zijn gedetermineerd met een voorbeeld foto: Annelida, Bryozoa, Nemertea (foto: www.dnr.sc.gov/marine), Arthropoda, Cnidaria (www.actinaria.com), Phoronida (foto: Peter Grobe via Flikr), Mollusca, Echinodermata en Plathyhelminthes (foto's van WAGENINGEN MARINE RESEARCH tenzij anders vermeld).*

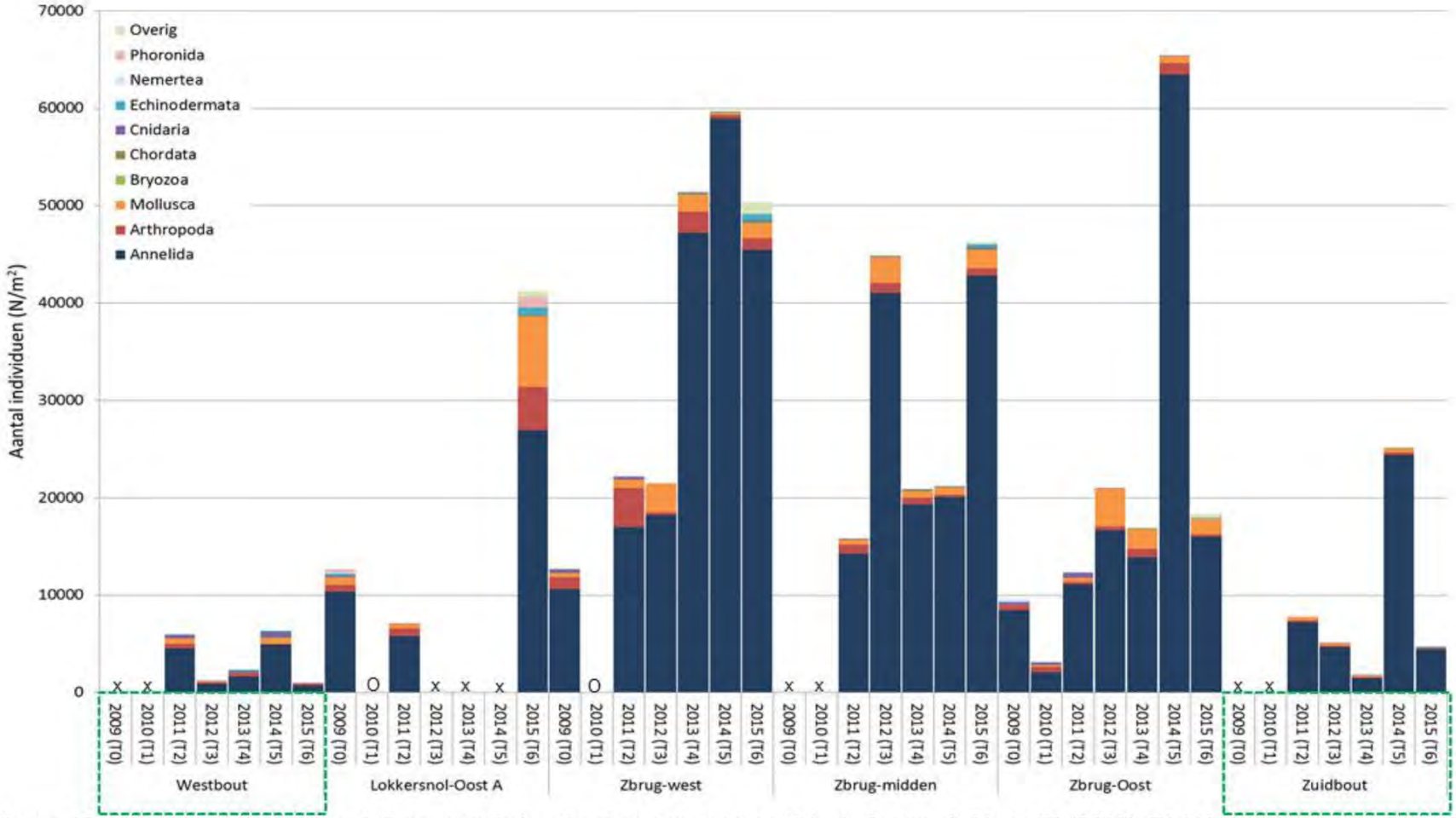
Op alle locaties behoren de meeste taxa en de grootste dichtheden tot de Annelida (wormachtigen) waarvan de klasse Polychaeten (borstelwormen) de hoogste soortenrijkdom en dichtheden vertegenwoordigen, gevolgd door de klasse Clittelata (ringwormen), Arthropoda (geleedpotigen) en Mollusca (weekdieren). Cnidaria (neteldieren) zijn ook vaak aanwezig, maar deze zijn niet verder tot op soortniveau gedetermineerd. Van Echinodermata (stekelhuidigen), Nemertea (snoerwormen), Phoronida (hoefijzerwormen) en Chordata (gewervelden) zijn weinig exemplaren aanwezig in de onderzochte monsters. Hemichordata (Zakpijpen), Plathyhelminthes (platwormen) en Porifera (sponzen) komen het minste voor (in de figuren ondergebracht in "overig"). In **Figuur 16** staan de relatieve soortenrijkdom en dichtheden van de aanwezige phyla aangegeven om een beeld te geven van hoe phyla zijn vertegenwoordigd. In **Figuur 17** en **Figuur 18** zijn de soortenrijkdom en dichtheden voor de bemonsterde locaties (stort- en referentielocaties) weergegeven voor 2009-2015 (T0-T6) voor zover gegevens beschikbaar zijn.



***Figuur 16**. Relatieve soortenrijkdom (links) en dichtheden (rechts) van de aanwezige phyla op alle gemonitorde locaties in de Oosterschelde in 2009-2015.*

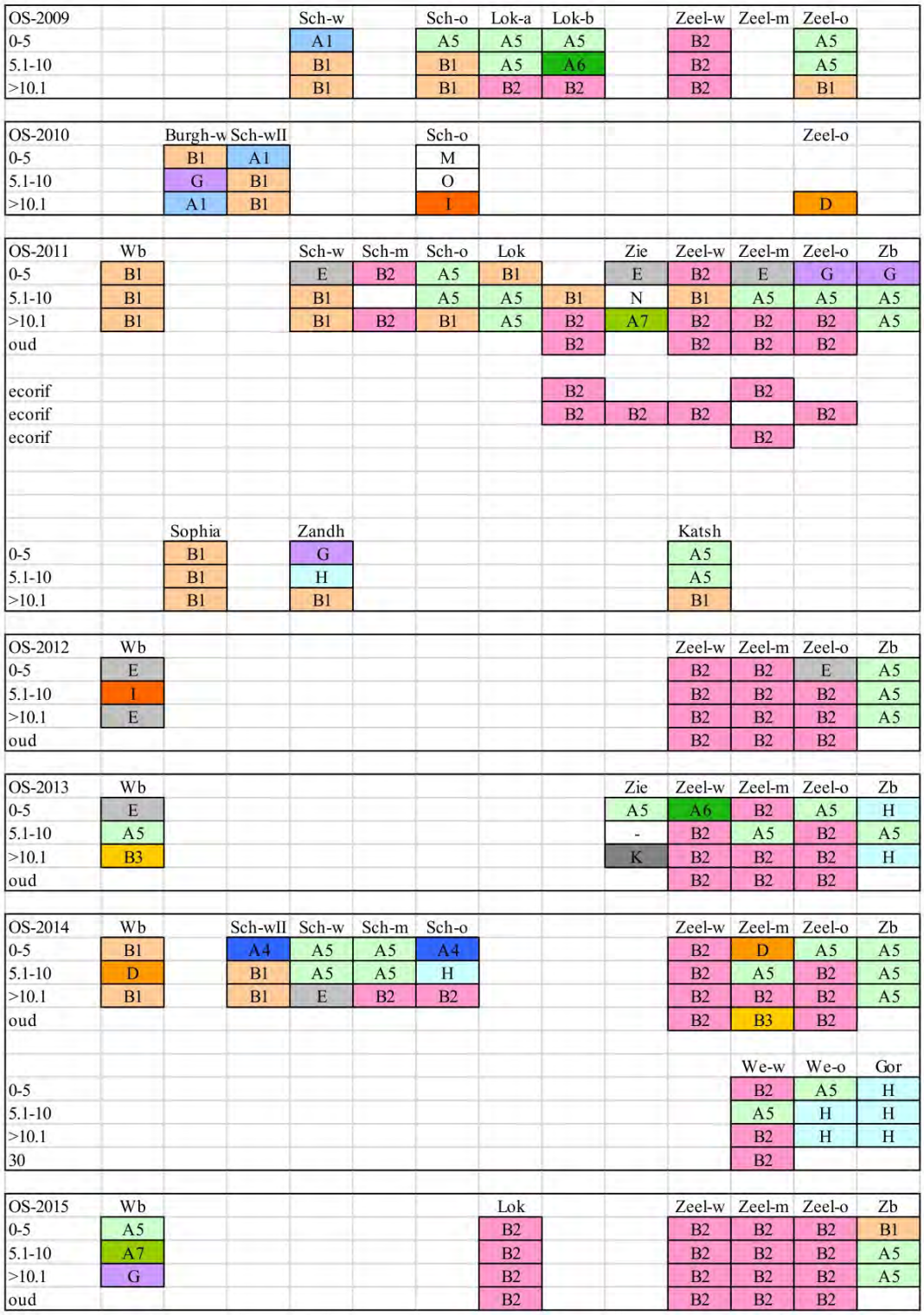


Figuur 17. *Soortenrijkdom van de verschillende phyla op de bemonsterde locaties (van west naar oost) in de Oosterschelde op T0 (2009), T1 (2010), T2 (2011), T3 (2012), T4 (2013), T5 (2014) en T6 (2015), inclusief de twee referentielocaties, Westbout en Zuidbout (aangegeven met een groen gebroken vierkant). X = niet bemonsterd, O= wel bemonsterd maar onvoldoende sediment aanwezig.*



Figuur 18. *Dichtheid (indiv./m2) op de bemonsterde locaties (van west naar oost) in de Oosterschelde op T0 (2009), T1 (2010), T2 (2011), T3 (2012), T4 (2013), T5 (2014) en T6 (2015) in de Oosterschelde inclusief drie referentielocaties, Westbout eb Zuidbout (aangegeven met een groen gebroken vierkant). X = niet bemonsterd, O= wel bemonsterd maar onvoldoende sediment aanwezig.*

Figuur *19* geeft een overzicht van de gemeenschappen die zijn aangetroffen. De codes voor de gemeenschappen worden verklaard in **Tabel 9**. Voor een overzicht van de soorten en hun dominantie binnen de gemeenschappen zie Bijlage 5. Hieronder wordt de ontwikkeling van infauna gemeenschappen per locatie beschreven.



Figuur 19. *Schematische verdeling van de infauna gemeenschappen over de locaties in de Oosterschelde (van west naar oost) voor drie verschillende diepte in 2009-2015. In de kantlijn staan de diepten (m) aangegeven. De kleuren corresponderen met typen gemeenschappen die zijn aangetroffen. Wb = Westbout, Burgh-w = Burghsluis-west, Sch-wII = Schelphoek-westII (**Building for Nature locatie**), Sch-w= Schelphoek-west, Sch-m = Schelphoek-midden, Sch-o = Schelphoek-oost, Lok-a = Lokkersnol-a, Lok-b = Lokkersnol-b, Zie = Zierikzee, Zeel-w= Zeelandbrug-west, Zee-m = Zeelandbrug-midden, Zee-o = Zeelandbrug-oost, Zb = Zuidbout, Sophia = Sophiahaven, Zandh = Zandhoek, Katsh = Katshoek. De codes worden verklaard in Tabel 9.*

***Tabel 9**. Beschrijving van de zacht substraat gemeenschapen in de Oosterschelde op basis van analyse in 2015 met dichtheden (N/m^2), gemiddeld aantal soorten en dominante soorten. Deze indeling is gemaakt op basis van expert judgement en kan van jaar tot jaar verschillen.*

code	dichtheid	gem aantal soorten	dominante soorten
A1	4219.0	7.3	Oligochaeta, *Aphelochaeta marioni, Streblospio shrubsoli, Heteromastus filiformis* en *Nephtys hombergii*
A4	703.2	5.0	Oligochaeta, *Nephtys hombergii* en *Heteromastus filiformis*
A5	3888.6	9.5	Oligochaeta, *Aphelochaeta marioni, Streblospio shrubsoli, Capitella capitata, Abra alba* en *Scoloplos armiger*
A6	2687.1	14.5	*Aphelochaeta marioni,* Oligochaeta, *Cossura longocirrata, Abra alba, Macoma balthica* en *Capitella capitata*
A7	326.5	4.5	-
B1	4574.3	15.5	*Abra alba,* Oligochaeta, *Scoloplos armiger, Aphelochaeta marioni, Heteromastus filiformis, Lanice conchilega,* Actinaria en *Spiophanes bombyx*
B2	12572.7	24.3	Oligochaeta, *Aphelochaeta marioni, Scoloplos armiger, Abra alba, Heteromastus filiformis, Pseudopolydora pulchra, Mediomatus fragilis* , Caprellidae, *Notomastus latericeus, Lanice conchilega, Capitella capitata, Crepidula fornicata, Cossura longocirrata* en *Phyllodoce mucosa*
B3	3063.8	17.0	*Aphelochaeta marioni, Heteromastus filiformis,* Oligochaeta en *Venerupis corrugata*
D	1573.8	12.3	*Scoloplos armiger, Lanice conchilega, Phyllodoce mucosa,* Decapoda en Actinaria
E	1054.8	3.8	Oligochaeta, *Capitella capitata* en *Abra alba*
G	964.3	4.2	Oligochaeta
H	898.5	6.4	*Ruditapes philippinarum , Nephtys hombergii* en niet gedetermineerde tweekleppigen
I	452.0	5.0	Actiniaria
K	301.4	3.0	*Fabricia stellaris stellaris*
M	50.2	1.0	-
N	50.2	1.0	-
O	50.2	1.0	-
leeg	0.0	0.0	-

Lokkersnol

Ontwikkeling van gemeenschappen – In de ongestoorde situatie in 2009 (T0) zijn op de ondiepe stations gemeenschappen A5 (gemiddeld 10 soorten - 3889/m^2) en A6 (gemiddeld 15 soorten - 2687/m^2) aangetroffen en op de diepe stations de soortenrijke gemeenschap B2 (gemiddeld 24 soorten - 12572/m^2) (

Figuur *19* + bijlage5). In 2010 was onvoldoende sediment aanwezig om te bemonsteren. In 2011 zijn drie gemeenschappen aangetroffen: A5, B2 en soortenarmere variant B1. In de naastgelegen oude, niet-bestorte bodem is gemeenschap B2 aangetroffen. In 2015 is opnieuw bemonsterd en is op alle stations gemeenschap B2 aangetroffen die ook in de oude bodem aanwezig is. Referentielocatie Westbout vertoont een wisselend beeld waar bij er over de jaren zes verschillende gemeenschappen voorkomen: B1, E, I, A5, B3 en D.

Soortenrijkdom en dichtheden – In 2011, twee jaar na bestorten, zijn soortenrijkdom en dichtheden lager dan in de ongestoorde situatie in 2009 (**Figuur 17** en **Figuur 18**). In 2015 zijn zowel soortenrijkdom als dichtheden hoger dan in 2011 en 2009. Bij de nabij gelegen referentie locatie Westbout vertonen zowel de soortenrijkdom als de dichtheden temporele fluctuaties in de verschillende meetjaren 2011-2015, waarbij deze waarden lager liggen dan bij de stortlocatie Lokkersnol m.u.v. de soortenrijkdom in 2011.

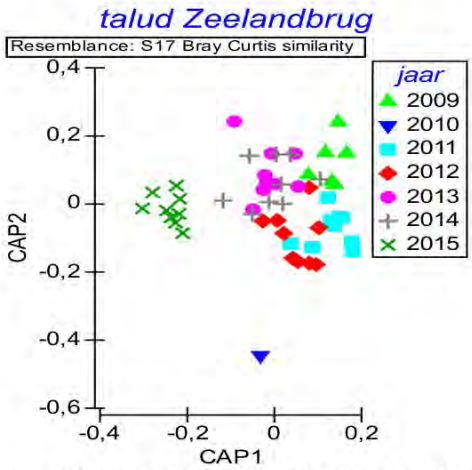
Zeelandbrug T5

Ontwikkeling van gemeenschappen - In de ongestoorde situatie in 2009 (T0) zijn drie gemeenschappen aangetroffen: de soortenrijke gemeenschap A5 (gemiddeld 10 soorten - 3889/m^2) die voorkomt op de ondiepe stations (Zeelandbrug-oost), soortenrijke gemeenschap B2 (gemiddeld 24 soorten - 12572/m^2) (Zeelandbrug-west) met een relatief hoge gemiddelde dichtheid en gemeenschap B1 (gemiddeld 16 soorten – 4574 N/m^2) die alleen is aangetroffen op een diep station (Zeelandbrug-oost)

(Figuur *19* + bijlage 5). Eén jaar na bestorten is alleen op het diepe station van Zeelandbrug-oost voldoende sediment aanwezig om te bemonsteren en hier is een soortenarme gemeenschap aangetroffen. Vanaf 2011, twee jaar na bestorten, worden de gemeenschappen A5 en B weer aangetroffen. Op de ondiepe stations bij Zeelandbrug-midden en –oost zijn soortenarme gemeenschappen E en G aanwezig. In 2012-2014 zijn op de ondiepste stations op 0-10 meter vijf gemeenschappen aangetroffen B2, E, A5, A6 en D. Op het diepe station beneden 10 meter diepte is ieder jaar de soortenrijke B2 gemeenschap aangetroffen evenals in de oude, niet-bestorte bodem m.u.v. Zeelandbrug-midden in 2014, daar wordt een soortenarmere variant B3 aangetroffen. In 2015, zes jaar na bestorten, komt op alle diepten de soortenrijke gemeenschap B2 voor die ook in de oude, niet-bestorte bodem is aangetroffen. Op referentielocaties Zuidbout zijn in de gemonitorde jaren wisselende gemeenschappen aangetroffen op het ondiepe station (B1, H, G en A5) en is op de diepste stations beneden 5 meter in alle jaren de gemeenschap A5 aangetroffen. Omdat voor de Zeelandbrug nu een tijdreeks van 2009-2015 beschikbaar is, zijn deze resultaten verder uitgediept. CAP-analyse laat zien dat dat er in de periode 2011-2014 een geleidelijke ontwikkeling plaatsvond van gemeenschappen, maar dat in 2015 een uniforme gemeenschap op alle stations was ontstaan (**Figuur 20**).In totaal werden 71% van de stations goed geclassificeerd. Dit betekent dat binnen gemeenschapsniveau jaarlijkse verschillen te vinden zijn ondanks dat het op gemeenschapsniveau

hetzelfde is. In 2015 verschilt de gemeenschap zichtbaar van andere jaren (op alle deellocaties west/midden/oost) (**Figuur 20**).

Soortenrijkdom en dichtheden – Eén jaar na bestorten is er bij de Zeelandbrug nog maar weinig sediment neergeslagen op de nieuwe oever. In 2011 zijn soortenrijkdom en dichtheden (Zeelandbrug-oost diepe station) aanzienlijk lager dan in de ongestoorde situatie in 2009 (**Figuur 17** en **Figuur 18**). In de jaren na bestorten nemen zowel soortenrijkdom als dichtheden toe waarbij deze zelfs hoger zijn als in de T0-situatie. In 2014 is de soortenrijkdom lager ten opzichte van 2013 terwijl dichtheden juist zijn toegenomen. In 2015 is de soortenrijkdom hoger dan in 2014 en gelijk of hoger dan de situatie voor bestorten in 2009. Hetzelfde geldt voor de dichtheden alleen zijn bij Zeelandbrug-west en –oost de dichtheden lager ten opzichte van 2014. Referentielocatie Zuidbout vertoont fluctuaties in soortenrijkdom en dichtheden in de gemeten jaren 2011-2015. Ook hier liggen deze waarden in de meeste meetjaren lager dan bij de bestorte deellocaties van de Zeelandbrug.



***Figuur 20**. Canonical ordinatie voor de discriminant analyse voor de factor 'jaar van bemonstering' voor de stations op het talud op de locatie Zeelandbrug (west/midden/oost) uit de periode 2009-2015.*

Sedimentkarakteristieken

De samenstelling van bodem sedimenten in 2009-2015 op de gemonitorde stations in de Oosterschelde, inclusief Lokkersnol en de Zeelandbrug, zijn gegeven in **Figuur 21**.

Uit de verdeling van de gemeenschappen zijn een drietal groepen in verschillende habitats te onderscheiden in relatie tot sediment karakteristieken (voor de uitgebreide resultaten zie Tangelder et al., 2016):

- Gemeenschappen die beperkt zijn tot zandige bodems, met een percentage droge stof van meer dan 60%. Tot deze habitat is alleen gemeenschap I beperkt, één station op de referentie locatie Westbout, in de middelste diepte zone. Het aantal soorten en de dichtheid op dit station zijn laag.
- Gemeenschappen die in een brede range voorkwamen van zandige tot slibrijke bodems, maar algemeen zijn in bodems, met een percentage droge stof van 40 tot 60%. Binnen deze range komen de gemeenschappen A, B, D, E, G en H voor. Hierbij komen de gemeenschappen D, H en B meer in zandige bodems voor, gemeenschap G in het midden deel, en de gemeenschappen A en E in zandige en in slibrijke bodems. Gemeenschap B is het meest soortenrijk, de grootste dichtheden komen voor in het midden deel (tussen zandig en slibrijk in) en nemen af naar meer zandige en meer slibrijke bodems. In gemeenschap A zijn de hoogste dichtheden gevonden in zandige bodems en deze nemen af richting slibrijke bodems.
- Gemeenschappen die beperkt zijn tot slibrijke bodems, met een percentage droge stof van minder dan 40%. Tot deze habitat zijn de gemeenschappen K en N en het station zonder macrofauna beperkt. Deze gemeenschappen zijn alleen op de locatie Zierikzee gevonden. Het aantal soorten en de dichtheid binnen deze gemeenschappen zijn erg laag.

Bij de Zeelandbrug en Lokkersnol komen hoofdzakelijk gemeenschap A en B voor.

OS-2009				Sch-w		Sch-o	Lok-a	Lok-b		Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o	
0-5				28,7		72,5	77,4	53,0		32,0		50,0	
5.1-10				-		40,3	49,7	63,3				39,6	
>10.1				42,1		23,5	65,6	85,3				4,7	

OS-2010		Burgh-w	Sch-wII	Sch-w	Sch-m	Sch-o	L-st	L-br				Zeel-o	
0-5		29,6	20,2			65,6							
5.1-10		30,8	43,9			74,5							
>10.1		20,0	28,9			78,3						72,7	

OS-2011	Wb			Sch-w	Sch-m	Sch-o	Lok		Zie	Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o	Zb
0-5	6,1			90,2	76,0	64,7	83,5		88,0	69,9	54,0	69,4	3,2
5.1-10	3,0			28,5		73,7	85,3	71,9	87,6	34,8	76,0	60,0	20,0
>10.1	4,0			49,2	43,1	33,6	70,9	69,3	75,7	10,4	23,1	26,6	36,8
oud								22,8		14,8	13,4	3,5	
ecorif								60,1			6,9		
ecorif								13,7	13,2	11,9		13,6	
ecorif											10,0		

		Sophia		Zandh						Katsh			
0-5		16,7		53,3						15,5			
5.1-10		8,4		38,6						15,7			
>10.1		7,3		37,0						18,0			

OS-2012	Wb									Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o	Zb
0-5	15,2									64,4	38,8	63,4	25,1
5.1-10	9,3									41,3	63,0	13,6	31,8
>10.1	20,7									22,3	17,5	15,4	31,3
oud										9,8	8,6	5,4	

OS-2013	Wb								Zie	Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o	Zb
0-5	17,7								43,6	59,0	52,6	74,4	7,2
5.1-10	10,0								77,2	63,6	71,4	30,9	31,5
>10.1	17,4								73,0	51,6	32,5	38,4	29,9
oud										38,9	11,6	11,0	

OS-2014	Wb		Sch-wII	Sch-w	Sch-m	Sch-o				Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o	Zb
0-5	7,6		41,5	48,9	71,7	77,0				61,9	41,5	61,8	4,2
5.1-10	2,4		27,4	34,7	66,7	61,9				47,0	54,4	42,1	24,2
>10.1	3,4		25,1	22,4	41,2	30,1				23,4	24,9	32,4	19,7
oud										8,0	15,1	7,6	
											We-w	We-o	Gor
0-5											19,3	49,7	15,4
5.1-10											15,0	30,7	23,6
>10.1											30,4	38,9	18,3
30											24,7		

OS-2015	Wb						Lok			Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o	Zb
0-5	5,8						40,0			52,5	41,9	49,0	7,8
5.1-10	7,2						62,2			39,8	37,3	52,7	16,4
>10.1	91,6						21,9			37,5	28,8	36,8	13,2
oud							44,2			29,6	33,8	10,4	

***Figuur 21**. De samenstelling van de bodemsedimenten op de stations in 2009-2015 in de Oosterschelde. De verschillende typen zijn in kleuren weergegeven en het percentage aan fracties kleiner dan 0.09 mm. Typologie: V= fijn zand (**blauw**), VI= zeer fijn zand (**groen**), V(dis)= verstoort (tweetoppig, bv. grof en fijn) (**bruin**), VIII= slib (**rood**) (zie **Tabel 6**). 'Oud' staat voor bemonstering van de oude bodem op ca. 15 meter diepte bij locatie Zeelandbrug en Lokkersnol. Bij locatie Zeelandbrug-west is in 2011 ook het sediment op de ecorif structuren bemonsterd.*

3.3 Sedimentbelasting en sedimentdikte

Sedimentbelasting
Sedimentbelasting houd in dat de bruto sedimentatie in gram/m^2/dag wordt gemeten zonder dat resuspensie plaatsvindt. Sedimentatie vindt vooral plaats tijdens de kentering van het getij, als er relatief weinig stroming is waardoor sedimentdeeltjes op de bodem kunnen neerslaan.

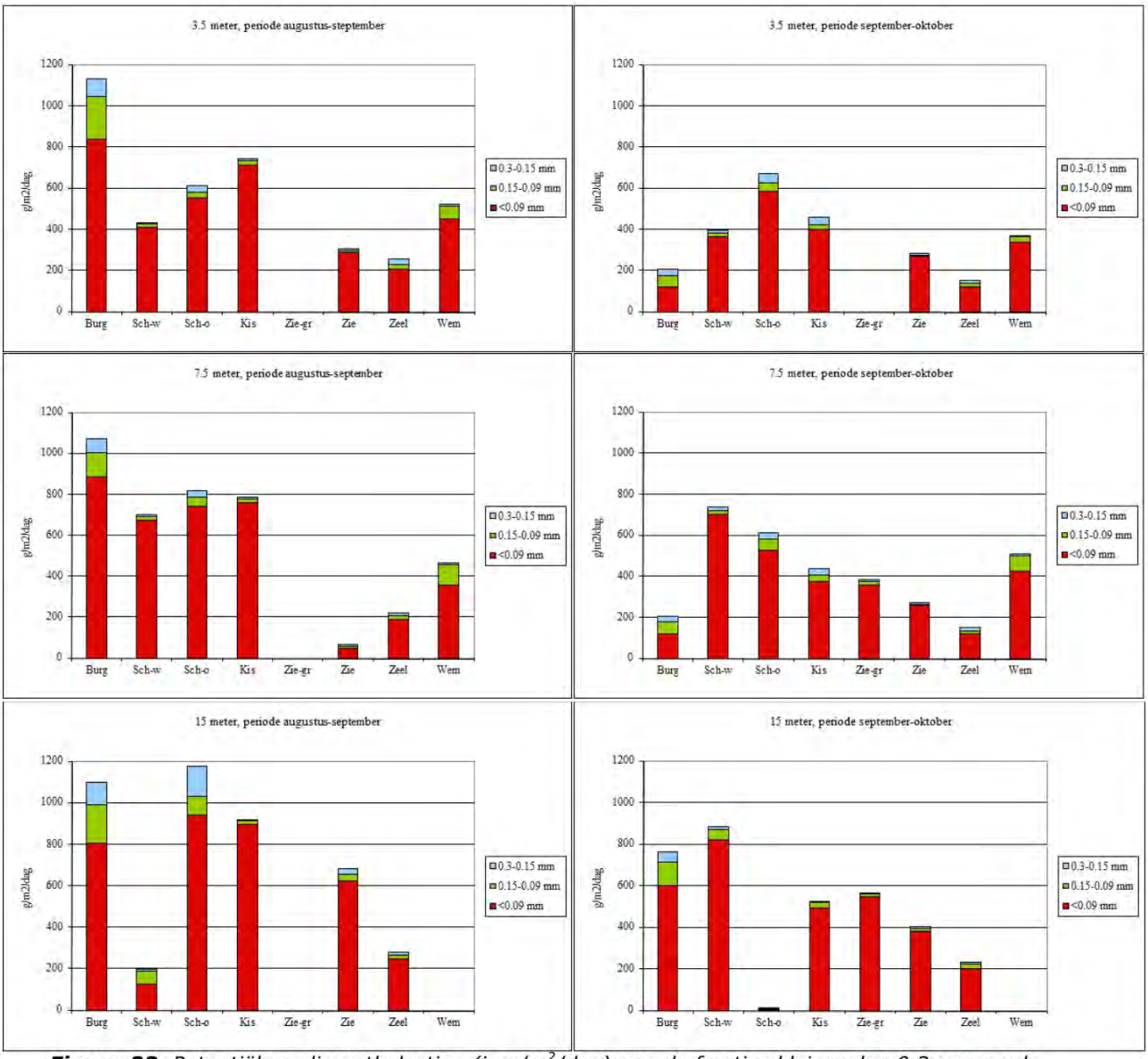
Sedimentsamenstelling langs de kust in de Oosterschelde
In 2014 en 2015 is de samenstelling van het sediment op locaties in de Oosterschelde onderzocht om een beeld te geven van de ruimtelijke verdeling van sedimenttypen (voor alle resultaten zie De Kluijver et al., 2016). Hieruit blijkt dat langs de kust van Schouwen-Duiveland in de mondig zandige sedimenttypen voorkomen met fijnere fracties ondiep op het talud. In het Hammen, vanaf de locatie Flaauwersinlaag tot aan Lokkersnol, wordt het sediment gedomineerd door fracties kleiner dan 0.09 mm. Op de staalslakken op de locatie Zeelandbrug komt op grotere diepten (10-12 meter -NAP) een zandige sedimenttype voor, maar ondieper op het talud nemen de slibfracties toe. Op de referentie locatie Zuidbout komt in 2014 een zandig type voor, maar in 2015 is het percentage slibfracties sterk gestegen. In de zuidelijke Kom van de Oosterschelde bij Wemeldinge is fijn zandig sediment aangetroffen.

Sedimentatie
De resultaten van de metingen met sedimentvallen zijn gegeven in **Figuur 22** waarbij de hoeveelheid sediment en sedimenttypen per locatie staan weergegeven. De ruwe data zijn opgenomen in Bijlage 6. Voor een uitgebreid overzicht van de resultaten zie De Kluijver et al. (2016). Omdat in de sedimentvallen ook veel organismen zijn ingevangen (onder andere brokkelsterren en strandkrabben) zijn alleen de fracties kleiner dan 0.3 mm verder bekeken.

In de periode augustus-september, met een krachtige wind uit westelijke richting, is de hoogste potentiële sedimentbelasting (**Figuur 22**) van fracties kleiner dan 0.09 mm op alle diepten gevonden in de monding-Noord en het. Deze sedimentbelasting vond plaats tijdens de kentering en geeft een indicatie over de sediment aanvoer.
De hoogste potentiële sedimentbelasting van zandige fracties (0.3-0.09 mm) is gevonden in de monding-Noord en op de locatie Wemeldinge. Deze sedimentbelasting vond plaats tijdens de stromingsfase, tussen de kenteringen, en geeft een indicatie over de afvoer van fijne sedimenten en de horizontale sedimenttransporten. Dit beeld klopt met de samenstelling van de bodemsedimenten (zie vorige paragraaf) waarin op grotere diepten in de monding-Noord en bij de locatie Wemeldinge fijn zandig sediment is gevonden.

In de periode september-oktober, met een zwakke wind uit oostelijke richting, is de hoogste potentiële sedimentbelasting (**Figuur 22**) van fracties kleiner dan 0.09 mm op alle diepten gevonden in de monding-Noord en op de locatie Wemeldinge. De potentiële sedimentbelasting van zandige fracties (0.3-0.09 mm) was ook in deze periode hoog in de monding-Noord, maar de hoogste waarde werd gevonden op 7.5 meter op de locatie Wemeldinge.

Van de fracties kleiner dan 0.05 mm in de sedimentvallen is ook het percentage organische stof bepaald. Voor de monding-Noord bedroeg dit in beide perioden rond de 10% en in het Hammen en de centrale kom rond de 8%. Deze percentages zijn hoger dan in de zandige bodemtypen 0.3-0.09 mm (De Kluijver et al., 2016). Dit heeft tot gevolg dat op plaatsen waar de fijne fracties niet worden afgevoerd, een verrijking van de bodem met organisch materiaal plaatsvindt, wat mogelijk direct effect heeft op de infauna van deze bodems.



Figuur 22. *Potentiële sedimentbelasting (in g/m^2/dag) van de fracties kleiner dan 0.3 mm op de verschillende stations in de periode augustus-oktober (3.5 meter Zierikzee-grind en 15 meter Wemeldinge zijn niet gemeten).). De kleuren komen overeen met de typologie (zie* ***Tabel 6****) V= fijn zand (**blauw**), VI= zeer fijn zand (**groen**), V(dis)= verstoort (tweetoppig) (**bruin**), VIII= slib (**rood**).*

Dikte van de sedimentlaag op zeegrind bij Schelphoek-westII (RAAKPRO)

Op de locatie Schelphoek-west de dikte van de sedimentlaag op het grind bepaald in het kader van het RAAKPRO project. Op vier diepte transecten (west, west-midden, midden-oost en oost) is iedere 50 cm de dikte bepaald. De ruwe data zijn gegeven in Bijlage 6. Gemiddeld over het transect was de dikte van de sedimentlaag het minst dik aan de buitenzijde van het stortvak, 1.6 cm in het westen, 5.7 cm in west-midden, 5.0 cm in midden-oost en 2.7 cm in het oosten. De sedimentdikte was echter niet uniform over de transecten verdeeld. Op het westelijke transect was 17% van het transect vrij van sediment en kwam grind aan het oppervlak vrij. De dikste sedimentlaag, van 6 cm, werd gevonden aan de basis van het rif op 10 meter diepte. Op het transect west-midden was 1.5% van het transect vrij van sediment, en er kwam nergens grind aan het oppervlak voor. Het dikste pakket, tot 21 cm, werd gevonden tussen de 10.5 en 12.5 meter op het grind. Op het transect midden-oost was het substraat over het gehele transect met een sedimentlaag bedekt. Het dikste pakket, tot 21 cm, werd gevonden tussen de 4 en 7 meter op het grind. Op het transect oost was 18% van het transect vrij van sediment, maar dit was in het breuksteen in de golfzone en tussen de stenen van het ecorif. Het grind was over het gehele transect met sediment bedekt. Het dikste pakket, van 10 tot 16 cm, werd rond de 11.5 meter diepte gevonden.

3.4 Inventarisatie van zware metalen in schelpdieren

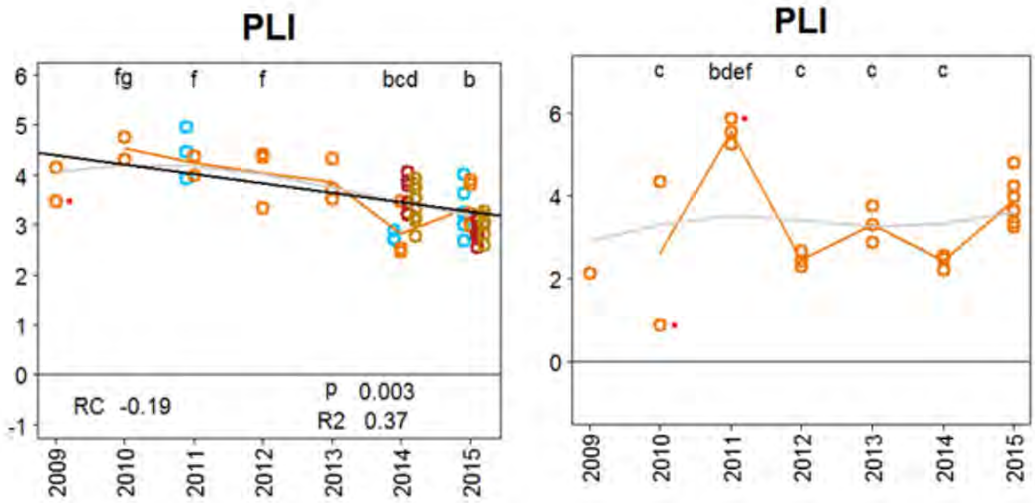
Uniformiteit van gehalten aan metalen in oesters en mosselen
Jonge oesters en mosselen zijn kleiner en hebben een kortere blootstellingstijd aan hun omgeving. Daarom kunnen gehalten aan metalen lager zijn dan grotere en dus oudere exemplaren. Bij het ouder worden neemt de variatie in schelplengte toe als gevolg van voedselaanbod en onderlinge competitie wat de relatie met leeftijd vertroebeld. De uniformiteit van de data is daarom is eerst onderzocht. Al de bemonsterde individuen in 2015 kunnen op basis van de grootte als meerjarig beschouwd worden. Ondanks dat er voor Japanse oesters subtiele verschillen aangetoond zijn in schelplengte tussen de monsterlocaties is er geen relatie gevonden tussen schelplengte en metaalaccumulatie, waardoor de bemonsterde locaties met betrekking tot grootte als goed vergelijkbaar beschouwd kunnen worden.

Trends aan metaalgehalten in biota in de tijd
Japanse oesters en mosselen zijn jaarlijks bemonsterd op de Zeelandbrugpijler. Rond de pijler zijn staalslakken gestort die afgedekt zijn met breuksteen. De biota zijn op ongeveer één meter boven de bestortingen bemonsterd op een ondergrond van beton, in de nabijheid van zowel staalslakken als breukstenen (aangeduid met SSBS in dit rapport).

De Pollution Load Index (PLI) is een maat voor de totale metaalvervuiling. PLI waarden in mosselen in het jaar 2015 zijn niet significant verschillend van PLI waarden uit eerdere bemonsteringsjaren (**Figuur 23**). De PLI in mosselen op de Zeelandbrugpijler ligt twee jaar na het aanbrengen van de oeververdediging (2011) iets hoger in vergelijking tot de jaren ervoor en erna. De metalen aluminium (Al) en ijzer (Fe) dragen hier het sterkst aan bij en laten statistisch significante verschillen in gemiddelde waarden zien tussen de jaren 2011 en 2012.

Cadmium (Cd) vertoont een licht toenemende trend in mosselen bij de Zeelandbrug (zie Bijlage 7). In 2015 zijn de hoogste cadmiumgehalten gemeten van de onderzoeksperiode 2009-2015. Hoewel minder uitgesproken, zijn ook toenemende trends waargenomen voor de metalen arseen (As), kobalt (Co), koper (Cu) en seleen (Se). Voor andere metalen (aluminium (Al), ijzer (Fe) en Mangaan (Mn)) zijn gehalten in de periode 2012 tot en met 2015 lager in vergelijking tot de bemonsteringsjaren 2010 en 2011.

In oesters blijft een licht dalende PLI zichtbaar, al ligt de PLI in 2015 iets hoger dan in 2014 (**Figuur 23**). De metalen aluminium (Al), kobalt (Co), chroom (Cr), kwik (Hg), molybdeen (Mo) en lood (Pb) dragen voor een belangrijk deel bij aan deze afname en laten allen een significant dalende trend zien (zie Bijlage 7). Vanadium (V) laat in 2015 ten opzichte van 2014 een lager gehalte zien. Voor de overige metalen zijn geen opvallende verschuivingen waargenomen in 2015.



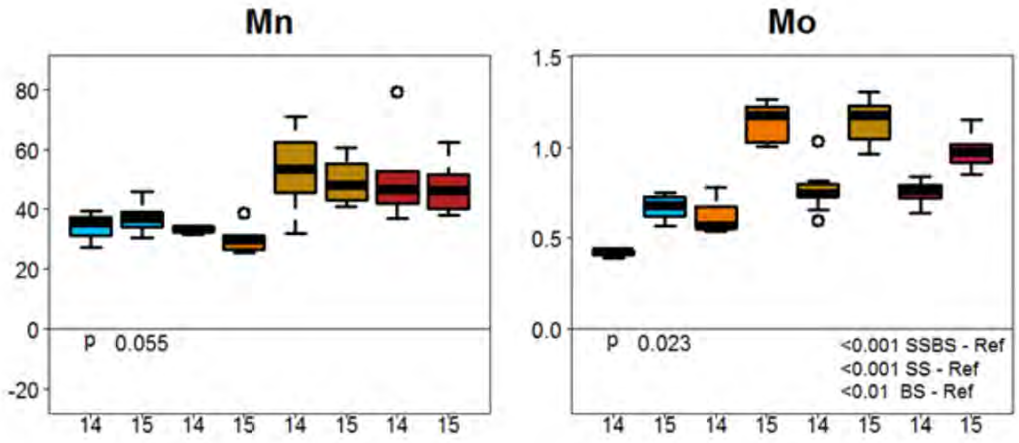
***Figuur 23**. Trend over de tijd in de periode van 2009 (T0 situatie, voor bestorting) tot en met 2015 voor de Pollution Load Index (PLI) in mosselen (links) en oesters (rechts) bemonsterd bij Zeelandbrugpijler en Zuidbout (referentie). Blauwe stippen zijn bemonsteringen op de referentielocatie, oranje stippen zijn bemonsteringen nabij staalslak en breuksteen bestortingen op de pijler van de Zeelandbrug, rode stippen zijn bemonsteringen op breukstenen en gele stippen zijn bemonsteringen op staalslakken.*

Vergelijking metaalgehalten op stortlocatie en referentielocatie

Oesters zijn zowel bij de stortlocatie Zeelandbrug als op een referentielocatie (Zuidbout) verzameld. Voor molybdeen en mangaan zijn er in 2014 en 2015 significante verschillen in metaalgehalten gevonden tussen gehalten in oester op de stortlocaties en gehalten in oester op de referentielocatie (**Figuur 24**).

Molybdeen gehalten in oesterweefsel verzameld op de stortlocaties en op de Zeelandbrugpijler liggen 1.5 tot 1.8 keer hoger dan de gehalten in oesters van de referentielocatie. Er zijn geen significante verschillen gevonden tussen oesters verzameld op staalslakken en op breukstenen. Jaargemiddelde gehalten, waarbij alle ondergronden gezamenlijk beschouwd worden, zijn 0.7 ± 0.2 mg/kg droge stof in 2014 en 1.0 ± 0.2 mg/kg droge stof in 2015. De langjarige trend (over periode 2009 t/m 2015) op Zeelandbrugpijler is dalende.

Mangaangehalten in oesters direct verzameld van een ondergrond van staalslakken zijn 1.4 keer hoger in vergelijking met de referentielocatie, en op breukstenen 1.3 keer hoger dan op de referentielocatie. Er zijn geen significante verschillen gevonden tussen oesters verzameld op staalslakken en op breukstenen. Er zijn ook geen verschillen gevonden tussen mangaangehalten in oesters van de Zeelandbrugpijler (bemonstering nabij staalslak en breuksteen bestortingen, maar niet direct verzameld van een ondergrond van staalslakken of breukstenen) en in oesters van de referentielocatie. Gehalten zijn vergelijkbaar in 2014 en 2015 en de gemiddelde mangaangehalten over de jaren en ondergronden is 44.3 ± 11.8 mg/kg droge stof.



***Figuur 24**. Spreiding in metaalgehalten (mg/kg droge stof) in oesterweefsel in 2014 en 2015 bemonsterd op de referentielocatie Zuidbout (blauw), op de pijler van de Zeelandbrug (nabij staalslak en breuksteen bestortingen)(oranje), op een ondergrond van staalslakken (geel) en op een ondergrond van breukstenen (rood). X-as = jaartal van bemonstering. P-waarden op basis van lineair mixed model waarin de relatie tussen ondergrond (SS, BS, SSBS of REF) en metaalconcentratie onderzocht is. Het model bevatte ondergrond als 'fixed' effect en ondergrond en jaar als 'random' effecten voor zowel richtingscoëfficiënt en interceptie.*

4 Discussie

4.1 Hard substraat gemeenschappen

De Oosterschelde is een open zeearm en heeft in tegenstelling tot een echt estuarium een relatief hoog zoutgehalte. Toch vertonen de hardsubstraat levensgemeenschappen een west-oost verdeling zowel in het eulittoraal als sublittoraal.

Eulittoraal
De west-oost verdeling van de gemeenschappen in de eulittorale zone wordt beïnvloed door het type substraat en voorland, maar het algemene beeld was dat op de westelijke locaties een soortenrijke gezaagde zee-eik-gemeenschap hoog op het talud en op de kreukelberm voorkwam en op de oostelijke locaties een zonering van de zeepokken-gemeenschap en blaaswier met zodenvormende roodwier-gemeenschap op het talud en een zeepokken-oester-gemeenschap op de kreukelberm. Uit monitoring in 2009-2015 blijkt dat vooroeverbestortingen voornamelijk invloed hebben op de onderste zone van het eulittoraal doordat de kreukelberm wordt vernieuwd. Verstoring van de gemeenschappen op het talud vindt voornamelijk plaats wanneer het dijktalud wordt vernieuwd. Ook blijkt uit de monitoring van de afgelopen jaren dat vier/vijf jaar na bestorten en vernieuwen van de kreukelberm de eerste gemeenschappen terug keren zoals die ook op referentielocaties worden aangetroffen zoals bij locatie Schelphoek (Tangelder et al., 2014). Deze gemeenschap ontwikkelt zich daarna verder met een toenemend aantal (meerjarige) soorten en hogere bedekking. Tegelijkertijd laat locatie Zeelandbrug een heel ander beeld zien en tonen de resultaten in dit onderzoek dat er vijf jaar na bestorten een andere gemeenschap aanwezig als daarvoor. Hier komt een *Fucus*-gemeenschap voor die nog niet aangetroffen is op andere locaties langs de kust van Schouwen-Duiveland, terwijl in de ongestoorde situatie in 2009 een een zeepokken-Japanse oester-gemeenschap werd aangetroffen die typerend is voor het oostelijk deel van de Oosterschelde. Hier is dus geen sprake van herstel. Mogelijk komt dit doordat de *Fucus* soorten de kale kreukelberm snel hebben kunnen koloniseren en omdat de Japanse Oester nog niet tot ontwikkeling heeft kunnen komen. Of de huidige gemeenschap zich verder ontwikkelt tot de oostelijke gemeenschap, en hoe lang dat kan duren, is nu nog niet te zeggen. Zeker niet omdat het talud bij de Zeelandbrug in 2015 (na bemonsteren) is vernieuwd, waarbij ook aan de kreukelberm is gewerkt.

Infralittoraal
Over het algemeen kan worden gesteld dat in de infralittorale zone (tot 4 m –NAP) de gemeenschappen door wieren worden gedomineerd doordat er in deze zone voldoende licht is. Ook in deze zone vertonen de gemeenschappen een duidelijke geografische verspreiding met herkenbare gemeenschappen in de monding, centrale deel van de Oosterschelde en het Zijpe in de noordelijke tak van de Oosterschelde in 2009-2015. Net als in het eulittoraal verloopt het herstel van gemeenschappen in het infralittoraal wisselend blijkt uit de monitoring van de afgelopen jaren. Bij de Zeelandbrug vindt herstel plaats van een gemeenschap die typerend is voor het centrale deel van de Oosterschelde en ook op referentielocaties wordt aangetroffen.

Monitoring van referentielocaties in 2009-2015 laat zien dat de centrale gemeenschappen, waar ook de Zeelandbrug gelegen is, is veranderd. De gemeenschap met o.a. wakame, roodwier, gaffelwier en een stevige ondergroei van Japanse oester nam af in 2010 en 2011 en is in 2012 voor het laatst aangetroffen. Vanaf 2009 wordt de oesterarme gemeenschap echter steeds algemener en in 2015 komt deze op alle locaties voor in het centrale deel van de Oosterschelde. De ontwikkeling van een oesterrijke naar een oesterarme gemeenschap is opvallend. Het ontstaan van de oesterarme centrale gemeenschappen kan verschillende oorzaken hebben die elkaar kunnen versterken. In de eerste plaats is het dijktalud langs de gehele Oosterschelde vernieuwd of versterkt. Bij deze dijkvernieuwingen in het eulittoraal is ook vaak de kreukelberm verzwaard en kan nieuw breuksteen in de infralittorale zone zijn gestort. Op sommige locaties, zoals op de locaties Flaauwersinlaag en

Kistersnol, is dit in het veld zichtbaar. Op andere locaties, zoals locaties Lokkersnol en Zuidbout aan het einde van strekdammen, is het minder waarschijnlijk dat dit een gevolg is van vernieuwingen van het talud (zie laatste alinea van deze paragraaf).

Circalittoraal
Het circalittoraal betreft de zone beneden 4 meter diepte. Evenals in de infralittorale zone vertonen de gemeenschappen in de circalittorale zone ook een duidelijke geografische verspreiding, met herkenbare gemeenschappen in de monding en in het Zijpe en gemeenschappen in het tussenliggende gebied. Uit de resultaten blijkt dat de kolonisatie van de vooroever na bestorten en ontwikkeling van pioniergemeenschappen afhankelijk lijkt van de ligging van de stortlocatie (monding, Zijpe of tussenliggende gebied) en factoren binnen het systeem zelf, en niet van het type substraat (staalslakken of breuksteen). De locatie Zeelandbrug is gelegen in het tussenliggende gebied bekeken vanuit de geografische verspreiding van gemeenschappen in de Oosterschelde. Na bestorten zijn er verschillende pioniergemeenschappen ontwikkeld en in 2015 is voor het eerst de oesterarme gemeenschap aangetroffen die verschilt van de oorspronkelijke gemeenschap. Wat de oorzaak hiervan is, is nog onduidelijk. Mogelijk heeft variatie in watertemperatuur door een milde of strenge winter in de afgelopen jaren invloed op het succes van de kolonisatie van verschillende soorten. Opvallend is ook dat in de pioniergemeenschappen de Japanse oester nauwelijks voorkomt evenals in de nieuwe oesterarme gemeenschap.

Van belang is te benadrukken dat de referentielocaties die gebruikt zijn in dit onderzoek geen referentie zijn voor een bodem die net bestort is met hard substraat, maar fungeren ter referentie van een natuurlijke, niet-bestorte bodem om natuurlijke variatie te monitoren.

Ontwikkeling Japanse Oester
In de Oosterschelde lijkt, sinds de introductie en expansie van de Japanse oester, deze soort een structuur bepalende soort te zijn voor de gemeenschappen in het eu-, infra- en circalittoraal. Een mogelijke oorzaak voor de trage vestiging of zelfs het afnemen van de populaties van deze soort, is het oester-herpesvirus. Het voorkomen van het virus in de Oosterschelde is voor het eerst gedocumenteerd in 2010 (Engelsma et al., 2010) en deze is vanuit het zuiden naar Nederland gekomen. Het virus veroorzaakt sterfte onder oesterlarven en broed. Sinds 2008 is echter een nieuwe variant van oesterherpesvirus aanwezig in Europa: OsHV-1 µvar (Segarra et al., 2010). Deze variant geeft hoge sterfte onder Japanse oesters en heeft zich in korte tijd verspreid naar de belangrijkste kweekgebieden van Europa. Naast sterfte onder oesterbroed geeft OsHV-1 µvar ook hoge sterfte onder jonge Japanse oester. Resistentie voor OsHV-1 µvar neemt toe met leeftijd en gewicht van de oesters. Het is dus goed mogelijk dat dit virus en haar variant de kolonisatie en verjonging van de populaties van de Japanse oester sterk vertraagd. Voor een meer informatie en een overzicht van bestaande kennis zie het factsheet “Oesterherpesvirus: een overzicht” (Kamermans et al., 2013).

4.2 Infauna gemeenschappen

Op basis van gegevens verzameld in de jaren 2009-2015 is het duidelijk dat er een ruimtelijke en temporele variatie in de bodemdiergemeenschappen bestaat. Dit is in overeenstemming met eerdere onderzoeken naar bodemdiergemeenschappen in de Oosterschelde (Schaub et al., 2003). Net als in de andere jaren zijn bij de T6-monitoring in de Oosterschelde de borstelwormen (Annelida) de groep met de meeste soorten en hoogste dichtheden op alle locaties. Deze groep bestaat voor het overgrote deel uit Polychaeta. Geleedpotigen (Arthropoda), weekdieren (Mollusca) en neteldieren (Cnidaria) komen ook vaak voor. Stekelhuidigen (Echinodermata), mosdieren (Bryozoa), snoerwormen (Nemertea), hoefijzerwormen (Phoronida) en platwormen (Platyhelminthes) komen relatief gezien in veel mindere mate voor zowel in aantallen als soortenrijkdom.
Ontwikkeling infauna gemeenschappen 2009-2015
In de ongestoorde situatie in **2009** zijn er vijf infauna gemeenschappen langs de kust van Schouwen-Duiveland aangetroffen, waarvan er drie algemeen waren. Op de locatie Zeelandbrug kwamen alle drie deze algemene gemeenschappen voor. Op de ondiepe stations in de golfzone kwamen vaak minder soortenrijke varianten voor. In dit habitat is de samenstelling van het sediment en de samenstelling van de infauna door verstoringen vaak minder constant. Na de bestorting van de vooroever in de

winter 2009/voorjaar 2010 was er in de zomer van **2010** alleen op het station op 10-20 meter diepte op de locatie Zeelandbrug-oost voldoende sediment aanwezig om te bemonsteren. Deze sedimenten waren zeer fijn van samenstelling. Op het diepe station op de locatie Zeelandbrug-oost was het aantal soorten en de dichtheid vergelijkbaar met de situatie voor bestorten, maar mogelijk is hier de oude bodem met een toplaag van slib bemonsterd. In **2011** was er voldoende sediment aanwezig om op alle locaties de infauna te bemonsteren, met uitzondering van het station op 5-10 meter diepte op de locatie Schelphoek-midden. Op de stortlocaties Lokkersnol en Zeelandbrug kwamen, naast enkele soortenarme varianten op 0-5 meter diepte, de oorspronkelijke gemeenschappen weer voor. Ook soortenrijkdom en dichtheden waren op de diepe stations vergelijkbaar met de situatie voor bestorten in 2009. Op de ondiepe stations waren dichtheden en soortenrijkdom echter lager dan in 2009. Na 2011 is alleen de ontwikkeling op de locatie Zeelandbrug verder onderzocht. In **2012** en **2013** kwamen ondiep nog afwijkende varianten voor, maar was op grotere diepte en in de ongestoorde bodem ("oude bodem") de oorspronkelijke, relatief soortenrijke gemeenschap aanwezig. Op het talud is in **2013** ook de oorspronkelijke gemeenschap gevonden. Soortenrijkdom en dichtheden zijn vergelijkbaar of hoger dan in de situatie voor bestorten maar zijn op de ondiepe stations op 0-5 meter lager. In **2014** kwam de verdeling van de gemeenschappen op de locatie Zeelandbrug overeen met die uit 2013. Soortenrijkdom en dichtheden zijn op alle stations vergelijkbaar of hoger dan in 2009 met uitzondering van het ondiepe station op 0-5 meter bij Zeelandbrug-west. De soortenrijkdom is echter wel gedaald ten opzichte van 2013 mogelijk door aanwezigheid van hoge aantallen van enkele polychaeten soorten. In **2015** zijn de stations op de locaties Lokkersnol en Zeelandbrug opnieuw onderzocht. Bij de Zeelandbrug is op alle stations in het sediment op de staalslakken en breukstenen en in de oude bodem de oorspronkelijke, soortenrijke gemeenschap aangetroffen. De soortenrijkdom is hoger dan in 2009 en toegenomen ten opzichte van 2014 met uitzondering van Zeelandbrug-oost 5-10 meter waar de soortenrijkdom afnam. Dichtheden lieten een wisselend beeld zien. Wat opvalt, is dat zowel soortenrijkdom als dichtheden op het diepe station op 10-20 meter hoger zijn dan in de oude bodem (m.u.v. de soortenrijkdom bij Zeelandbrug-midden). Verdere analyse van de gemeenschappen bij de Zeelandbrug over de jaren toont aan dat er in 2011-2014 een geleidelijke ontwikkeling heeft plaatsgevonden, en dat er in 2015 een uniforme gemeenschap op alle stations is ontstaan. Bij Lokkersnol is in 2015 na vier jaar weer onderzoek gedaan. Ook hier is op alle stations en in de oude bodem oorspronkelijke, soortenrijke gemeenschap aangetroffen. Bij Lokkersnol zijn dichtheden en soortenrijkdom op alle stations toegenomen ten opzichte van 2011 en ook hoger dan in 2009. Ook hier wijken de soortenrijkdom en de dichtheden op het diepe station af van de oude bodem waar deze waarden lager liggen.

Sedimentsamenstelling en infauna

Sedimentsamenstelling is een belangrijke factor voor de aanwezigheid van bodemdieren (Craeymeersch, 1999; Ysebaert, 2003). De ene soort houdt meer van een bodem met een hoog percentage aan kleine sedimentdeeltjes of organisch koolstof, terwijl andere soorten juist voorkomen in meer zandig sediment. Het optimum voor soortenrijkdom lijkt te liggen in bodems met een 40-60% droogstof gehalte. Dit geldt in ieder geval voor het soortenrijke B cluster waarbij de grootste dichtheden voorkwamen in bodems met een 40-60% droogstof gehalte en afnam naar meer zandige en meer slibrijke bodems. In sommige gevallen is deze relatie echter niet duidelijk.

Invloed van de harde ondergrond (staalslakken of breukstenen)

Het materiaal dat gebruikt wordt bij vooroeververdediging (breukstenen en staalslakken) laat geen invloed zien op de bodemgemeenschap die zich ontwikkeld in het nieuwe zachte substraat dat op de harde ondergrond neer is gevallen. Wel kunnen structuren als ecoriffen op de vooroeververdediging de sedimentatiesnelheid en sedimentsamenstelling beïnvloeden, en hiermee de kolonisatie en samenstelling van bodemgemeenschappen.

Referentielocaties

Van belang is te benadrukken dat de referentielocaties die gebruikt zijn in dit onderzoek geen referentie zijn voor een bodem die net bestort is met hard substraat, maar fungeren ter referentie van een natuurlijke, niet-bestorte bodem om natuurlijke variatie te monitoren. Als referentie locaties zijn de Westbout en Zuidbout sinds 2011 onderzocht. Sinds 2012 kwamen op deze locatie wisselende soortenarme varianten voor. Het lijkt meer waarschijnlijk dat deze locatie verstoord is door visserij vanwege de nabije ligging van mosselpercelen dan dat dit een autonome trend voor de Oosterschelde

weergeeft. Op de oostelijke locatie Zuidbout kwam in de golfzone een zandig horizontaal plateau voor, waardoor er verschillende gemeenschappen voorkwamen. De diepere stations op deze locatie lijken een goede referentie voor de oostelijke locaties (Kom van de Oosterschelde). De resultaten van de referentie locaties laten zien dat de samenstelling van de infauna gemeenschappen van jaar tot jaar verschillen. Als de samenstelling van het sediment verandert zorgt dit voor verschuivingen in gemeenschappen. Soortenrijkdom en dichtheden van infauna gemeenschappen op referentie locaties variëren van jaar tot jaar onafhankelijk van de vooroeververdedigingsactiviteiten, mogelijk doordat er constant veranderingen plaatsvinden in hydro- en morfodynamiek van de Oosterschelde en tevens door biologische variatie (populatiedynamiek, effect van strenge/milde winters etc.).

4.3 Sedimentbelasting en sedimentdikte

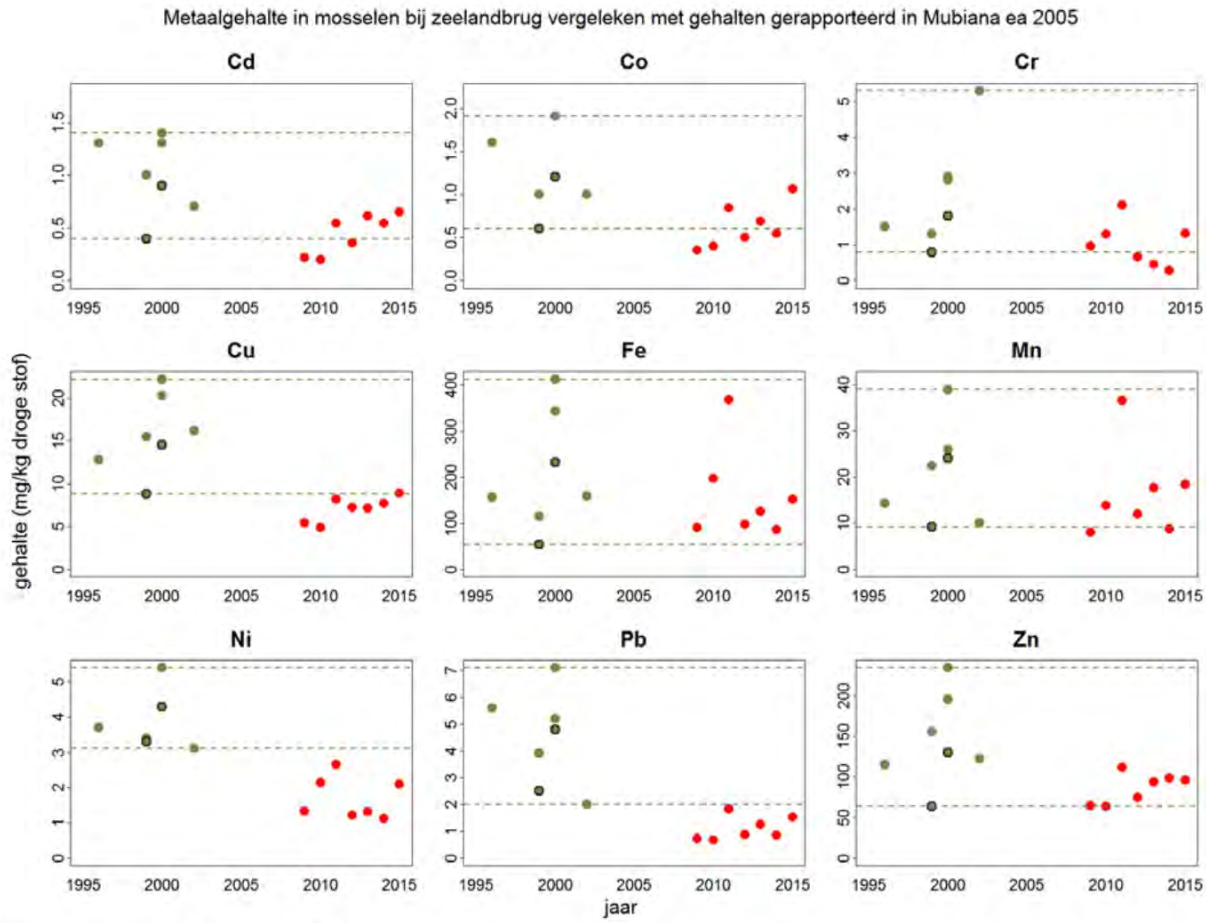
De verdeling van sedimentsamenstelling in de Oosterschelde wordt veroorzaakt door de potentiële sedimentbelasting tijdens de kentering en de afvoer van de fijne fracties en aanvoer van zandige fracties tijdens de stromingsfase. Bijvoorbeeld, als de fijne fracties die tijdens de kentering bezinken slecht worden afgevoerd door getijdenstromen zal "verslibbing" optreden. Anderzijds kan transport van zand dat vlak boven de bodem wordt verplaatst door stroming zorgen voor "verzanden". Dit zijn interactieve processen waarbij verandering in stromingspatronen weer kan leiden tot verandering in sedimentsamenstelling op een locatie.

De resultaten laten grote verschillen zien tussen de verschillende locaties, diepten en meetperioden. Voor het verklaren van deze verschillen zijn meer metingen nodig, maar toch geven deze data belangrijke informatie over de sedimentatieprocessen. Op alle gemonitorde locaties sedimenteerde fijne fracties.
Zandige fracties werden vooral gevonden in de diepere sedimentvallen in de monding en in de zuidelijke
kom op de locatie Wemeldinge. Het zand wat hier neerslaat wordt vermoedelijk getransporteerd door een sterke stroming vlak boven de bodem. Het aanbrengen van een "ecotoplaag" op
verdedigde locaties kan sedimentatiepatronen beïnvloeden. De potentiële sedimentbelasting zegt niets over de hoeveelheid sediment die op het substraat achterblijft. Het meten van de sedimentdikte op de bestorting geeft hier wel informatie over zoals bij locatie Schelphoek-westII is gedaan vanuit het RAAKPRO Building for Nature onderzoek. De resultaten geven aan dat anderhalf tot twee jaar na bestorten met zeegrind met daar op riffen van breuksteen en zandsteen zich een laagje sediment heeft kunnen vormen wat lokaal kan verschillen in dikte en varieert van enkele centimeters tot enkele decimeters.

4.4 Zware metalen

Trends aan metaalgehalten in biota in de tijd
In mosselen is voor sommige metalen (cadmium (Cd) en in mindere mate arseen (As), kobalt (Co), koper (Cu) en seleen (Se)) een licht toenemende trend aan gehalten zichtbaar in de tijd. Gehalten aan zware metalen in biota variëren als gevolg van verschillen in gehalten in water, maar ook door biologische en fysisch-chemische processen die de biologische beschikbaarheid van metalen bepalen. In eerdere studies zijn metaalgehalten van mosselen uit de Ooster- en Westerschelde gerapporteerd (Mubiana e.a., 2005; Mubiana e.a., 2006). Als de gehalten van metalen in mosselen uit de veldmonitoring vergeleken worden met eerder gerapporteerde gehalten aan een aantal metalen (Cd, Co en Cu) blijkt dat gehalten binnen of onder deze concentratierange vallen (**Figuur *25***).

Van oesters zijn er geen eerder gerapporteerde gehalten aan metalen in de Oosterschelde bekend. Uit de veldmonitoring is een licht dalende PLI zichtbaar, evenals een licht dalende trend voor een aantal metalen (Aluminium (Al), kobalt (Co), chroom (Cr), kwik (Hg), molybdeen (Mo), lood (Pb) en Vanadium (V)). Een geleidelijke afname van metaalgehalten in Japanse oesters wordt tevens gezien in Japanse oesters op de referentielocatie Zuidbout waar vergelijkbare concentraties worden gemeten.

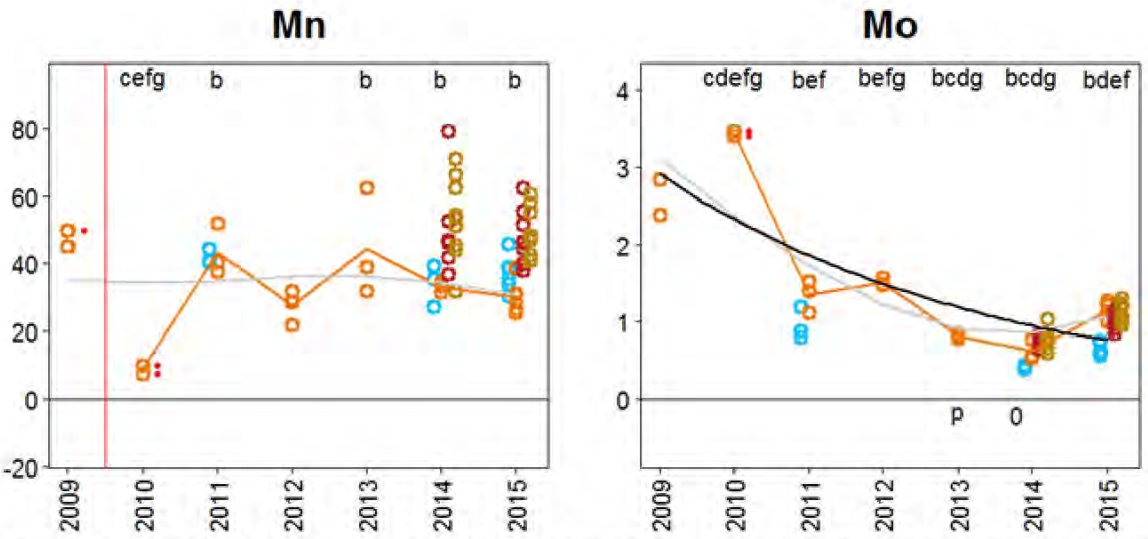


***Figuur 25**. Metaalgehalten in de mossel Mytulis edulis bemonsterd in de Oosterschelde, zoals gerapporteerd in Mubiana e.a. (2005) en in dit rapport. Groene stippen: mosselen verzameld in de Oosterschelde bij Wemeldinge, waarbij metingen in augustus en oktober zwart omlijnt zijn (Mubiana e.a. 2005). Rode stippen: metaalgehalten in mosselen verzameld bij de Zeelandbrug (deze studie). Stippellijnen geven een concentratie range aan van Mubiana?*

Vergelijking metaalgehalten op stortlocatie en referentielocatie

Uit een vergelijking in metaalgehalten in Japanse oester bemonsterd op verschillende ondergronden in 2014 en 2015 blijkt dat er geen verschillen bestaan tussen de stortlocaties en de referentielocatie, met uitzondering van molybdeen en mangaan met hogere gehalten op met breuksteen en met staalslak bestortte locaties in vergelijking tot de referentielocatie. In de trend grafieken is echter te zien dat er grote jaarlijkse fluctuaties optreden en dat de hogere waarden gemeten op een ondergrond van staalslakken en breukstenen hier binnen vallen (**Figuur 26**). Molybdeen gehalten voor de bestorting (T0 in 2009) lagen hoger dan in 2014 en 2015. Voor mangaan geldt dat gehalten in 2014 en 2015 overeenkomen met eerder gemeten gehalten binnen dit onderzoek.

Voor mosselen is geen referentielocatie voorhanden en deze soort is ook niet aangetroffen op een locatie die alleen onder invloed van staalslakken of breukstenen staat, waardoor een analyse op dit detail niveau niet mogelijk was. In mosselen van de Zeelandbrugpijler in 2014 en 2015 zijn de gehalten molybdeen iets hoger dan in Japanse oesters en lager voor mangaan. Kijkend naar historie binnen deze studie (2009 t/m 2015) zijn deze waarden niet afwijkend. In het geval van mangaan zijn waarden vergelijkbaar met gehalte in mosselen rond Wemeldinge tussen 1996 en 2002 (Mubiana et al 2005). Molybdeen is in die mosselen niet gemeten.



Figuur 26. *Trend over de tijd in de periode 2009 (T0 situatie, voor bestorting) tot en met 2015 voor metaalgehalte (mg/kg droge stof) in oesterweefsel bemonsterd bij Zeelandbrugpijler en Zuidbout (referentie). Blauwe stippen zijn bemonsteringen op de referentielocatie, oranje stippen zijn bemonsteringen op de pijler van de Zeelandbrug (nabij staalslak en breuksteen bestortingen), rode stippen zijn bemonsteringen op breukstenen en gele stippen zijn bemonsteringen op staalslakken. Metaalgehalten die onder de detectielimiet liggen worden weergegeven met zwarte stippen. De volgende statistische resultaten hebben alleen betrekking op Zeelandbrugpijler: (1) significante trends (lineair dan wel exponentieel) worden weergeven met zwarte lijnen waarbij P-waarden, richtingscoëfficiënt en correlatiewaarden weergegeven worden. Datapunten welke van grote invloed zijn op de trendlijn (cooksdistance) worden met rode stippen aangeduid. (2) Wanneer er sprake is van een significante sprong in (jaargemiddelde)gehalten dan wordt deze weergegeven door een verticale rode lijn. (3) De lettercode geeft significante verschillen tussen de jaren weer (ANOVA, Tukey Posthoc).*

Vergelijking resultaten veldmonitoring en mesocosm experiment

Uit de veldmonitoring komen een aantal metalen naar voren:

- Vanwege licht stijgende trend in de tijd: in mosselen cadmium (Cd) en in mindere mate arseen (As), kobalt (Co), koper (Cu) en seleen (Se). De gehalten vallen echter binnen eerder gerapporteerde gehalten in mosselen uit de Oosterschelde
- Vanwege een hoger gehalte op de stortlocatie dan de referentielocatie: in oesters mangaan (Mn) en molybdeen (Mo). De gehalten vallen echter binnen eerdere waarde uit de veldmonitoring.

In 2015 is een gecontroleerde mesocosmstudie uitgevoerd waarin de invloed van staalslakken en breukstenen op metaalgehalten in water en biota onderzocht is (Foekema e.a, 2016). Dit is een studie uitgevoerd met meerdere soorten in grote modelvijvers. De systemen zijn zowel geënt met slib, om kleine organismen toe te voegen, als met bekende hoeveelheden grotere organismen, waaronder blaaswier (*Fucus vesiculosus*), mosselen (*Mytilus edulis*), doorschijnende zakpijpen (*Ciona intestinalis*) en broodsponsen (*Halichondria panicea*). Na een periode van gewenning is in de mesocosms een laag van staalslakken, breukstenen en zeegrind (referentie) aangebracht. De systemen zijn continu doorstroomd met Oosterschelde water. In de helft van de mesocosms was de waterverblijftijd representatief voor de Oosterschelde in de andere helft is door een lagere verversingssnelheid een worst case situatie gecreëerd. De ontwikkeling van de systemen is gedurende drie maanden gevolgd. Voor een gedetailleerde omschrijving van het experiment wordt verwezen naar Foekema e.a. (2016). In de mesocosm studie zijn geen verhoogde gehalten aan molybdeen en mangaan aangetroffen in biota. In de bakken met staalslakken kwam het metaal vanadium naar voren als het metaal dat het sterkst uit staalslakken loogt en het best wordt opgenomen door biota (zie Bijlage 8).

In de bakken met breukstenen was dit het metaal nikkel (hogere gehalten in water en in zakpijpen in bakken met breukstenen met een lage verversingssnelheid). Daarnaast komt vanadium in lage achtergrondgehalten voor in de Oosterschelde, wat het een goede gidsstof maakt voor het aantonen van uitloging uit staalslakken in het veld. Uit de veldmonitoring blijkt echter dat de vanadium- en nikkelgehalten in Japanse oesters bemonsterd op een ondergrond van staalslakken en breukstenen niet verschillen van Japanse oesters bemonsterd op referentielocatie Zuidbout. De gehalten aan vanadium in mosselen in de veldmonitoring zijn vergelijkbaar met de gehalten van het referentiemateriaal (zeegrind) in het mesocosmexperiment bij lage verversing en gehalten in

mosselen in alle bakken bij hoge verversing. Een grote doorstroming bij de Zeelandbrug heeft de accumulatie van metalen in Japanse oesters mogelijk beperkt. Dat de waargenomen hogere gehalten aan mangaan- en molybdeen in oesters bemonsterd op een ondergrond van staalslakken en op een ondergrond van breukstenen niet gepaard gaan met hogere gehalten van vanadium of nikkel impliceert ook dat deze hoogstwaarschijnlijk een andere oorzaak hebben dan de vooroeverbestortingen.

Vergelijking met milieunormen

Door het vergelijken van gehalten aan zware metalen in organismen met bestaande normen voor biota kan ingeschat worden of een metaal negatieve effecten kan geven op milieu en/of volksgezondheid. Normen voor metalen in biota zijn echter vrijwel niet beschikbaar. De KRW heeft voor drie prioritaire stoffen een MilieuKwaliteitsNorm (MKN) voor biota afgeleid: (methyl)kwik, hexachloorbenzeen en hexachloorbutadieen. De MKN voor (methyl)kwik is vastgesteld op 0,02 mg/kg natgewicht. In ongewervelde dieren is grofweg 50% van het gemeten kwik aanwezig in de vorm van (methyl)kwik. Het natgewicht gehalte aan kwik in organismen is om te rekenen aan de hand van het drooggewicht gehalte en het droge stof percentage. Als het berekende natgewicht gehalte vervolgens wordt gehalveerd kan toetsing aan de MKN-norm plaatsvinden.

Voor geen bovengenoemde metalen zijn normoverschrijdingen geconstateerd voor de in dit project bemonsterde mossel en Japanse oester weefsels.(tabel 10).Dit komt overeen met eerder gerapporteerde waarden waarbij in deze organismen alleen in de Westerschelde normoverschrijding geconstateerd is (Jansen e.a., 2015).

Tabel 10. Normen voor metaalgehalten in biota, die toegepast worden binnen de KRW en OSPAR.

Metaal	**Norm**	**Specificatie**	**Referentie**
(Methyl)Kwik	0,02 mg/kg natgewicht	Voor biota	EC, 2008
Kwik	2,5 mg/kg drooggewicht	Voor mosselen en oesters	OSPAR, 2009
Lood	7,5 mg/kg drooggewicht	Voor mosselen en oesters	OSPAR, 2009
Cadmium	5,0 mg/kg drooggewicht	Voor mosselen en oesters	OSPAR, 2009

5 Conclusie en aanbevelingen

5.1 Hard substraat gemeenschappen

Kennisvraag hard substraat gemeenschappen:

4. *Hoe verloopt de ontwikkeling van flora en fauna gevestigd op het nieuwe hard substraat van staalslakken en breukstenen op locatie Zeelandbrug zes jaar na bestorten en hoe zijn de aangetroffen soorten te vergelijken met de T0, T1, T2, T3, T4 en T5 en referentielocaties?*

Eulittoraal

De gemeenschappen op de kreukelberm bij de Zeelandbrug zijn direct beïnvloed door het versterken van de vooroever in 2010 waarbij de kreukelberm is vernieuwd en de gemeenschappen afstierven. De gemeenschappen op het talud zijn niet beïnvloed. In de ongestoorde situatie in 2009 kwam op de kreukelberm een gemeenschap voor met een bedekking van zeepokken en Japanse oester die typerend is voor het oostelijk deel van de Oosterschelde. Na de ingrepen ontwikkelden pionier soorten zich en vond successie plaats. Vanaf 2012 komt er een nieuwe gemeenschap voor, met de gezaagde zee-eik en knotswier, die verder niet langs de kust van Schouwen-Duiveland is aangetroffen en niet past in de west-oost verdeling van gemeenschappen, zoals die op referentielocaties wordt aangetroffen. In 2015 heeft nog geen herstel opgetreden van de oorspronkelijke gemeenschap.

Sublittoraal

Infralittoraal (wier zone)**-** Na vooroeverbestorting in 2009/2010 zijn de hard substraat gemeenschappen in het infralittoraal op de locatie Zeelandbrug overdekt met staalslakken en breuksteen. In 2010 ontwikkelde zich aanvankelijk een pioniersgemeenschap op het nieuwe breuksteen. In 2011 kwam in de wierzone een oesterarme gemeenschap voor die ook op referentielocaties ontwikkelde en typerend is voor het centrale deel van de Oosterschelde en anders is dan in 2009. Deze gemeenschap is ook nog aanwezig in 2015. Dus twee jaar na de vooroeververdediging zijn de gemeenschappen gelijk aan de gemeenschappen die op de referentie locaties aanwezig zijn.

Circalittoraal (diepe zone)**–** Na vooroeverbestorting in 2009/2010 zijn de hard substraat gemeenschappen in het circalittoraal op de locatie Zeelandbrug overdekt met staalslakken en gedeeltelijk met breuksteen. In de jaren daarna vond geleidelijke successie plaats met ontwikkeling van verschillende pionier gemeenschappen tot 2014. In 2015 is op de locatie Zeelandbrug een nieuwe, oesterarme, gemeenschap aangetroffen die overeenkomt met gemeenschappen in de Kom van de Oosterschelde en anders is dan de situatie in 2009. Deze gemeenschap was ook aanwezig op de referentie locaties in het Hammen. De gemeenschappen op staalslakken en breuksteen verschillen niet van elkaar.

5.2 Zacht substraat gemeenschappen

Kennisvraag zacht substraat gemeenschappen:

5. *Hoe verloopt de ontwikkeling van infauna gemeenschappen in het afgezette sediment op de aangelegde vooroevers van staalslakken en breuksteen bij locatie Lokkersnol en Zeelandbrug zes jaar na bestorten en hoe zijn de aangetroffen soorten te vergelijken met de T0, T1, T2, T3, T4 en T5 en referentielocaties?*

De uitvoering van vooroeverbestortingen heeft een duidelijk effect op de infauna gemeenschappen bij Zeelandbrug en Lokkersnol. Door overstorten sterven de aanwezige soorten af. Binnen een half jaar tot een jaar na de oeverbestorting worden de eerste soorten bodemdieren aangetroffen in het zachte substraat dat gesedimenteerd is tussen en op de harde substraten (Zeelandbrug-oost). Na anderhalf tot twee jaar is (vooral in de diepere zone) een eerste herstel opgetreden van de bodemdiergemeenschappen hoewel de samenstelling van de gemeenschap (zowel

soortensamenstelling als dichtheden) nog niet hetzelfde is. Deze zacht substraat gemeenschappen hebben zich in de jaren daarna nog verder ontwikkeld met een toename van soorten en dichtheden.

Locatie Lokkersnol is alleen in 2009 (T0), 2011 (T2) en 2015 (T6) bemonsterd. Hoewel er dus niet in ieder opeenvolgend jaar is gemonitord laten de resultaten zien dat zowel soortenrijkdom als dichtheden twee jaar na bestorten in 2011 (T2) lager zijn dan in de situatie voor bestorten. In 2015, zes jaar na bestorten, valt op dat zowel soortenrijkdom als dichtheden aanzienlijk hoger liggen dan in 2011 maar ook hoger zijn dan in 2009. Dit laat zien dat kolonisatie heeft plaatsgevonden van het nieuw gevormde sediment. Vervolgmonitoring kan aantonen of dit een uitschieter is (bv. door natuurlijke variatie) of dat soorten langjarig profiteren van het nieuw gevormde sediment. Bij locatie Lokkersnol is de soortenrijke gemeenschap teruggekeerd in 2015.

Locatie Zeelandbrug lijkt sneller te koloniseren dan Lokkersnol. Bij de Zeelandbrug zijn soortenrijkdom en dichtheden twee jaar na bestorten (2011) vergelijkbaar of hoger dan de situatie voor bestorten. In 2015 is de soortenrijkdom gestegen ten opzichte van 2014 terwijl deze op referentielocatie Zuidbout gelijk is gebleven. Zes jaar na bestorten is op alle diepten evenals bij Lokkersnol de soortenrijke gemeenschap terug gekeerd.

De sedimentatie en kolonisatie van bodemgemeenschappen is niet afhankelijk van het gebruikte materiaal voor vooroeververdediging (breuksteen of staalslakken), maar is vermoedelijk vooral afhankelijk van lokale stroomsnelheden, sedimentatie, sedimentkarakteristieken. Wel kunnen structuren die op vooroevers worden aangebracht de sedimentatie en dus kolonisatie beïnvloeden. Los van de vooroeverbestortingen zijn er omgevingsvariabelen die het voorkomen van soorten sterk kunnen beïnvloeden zoals veranderingen in sedimentatiepatronen zoals meer sedimentatie van slib.

5.3 Zware metalen

Kennisvraag zware metalen:

3. *a. Wat zijn de langjarige trends in gehalten aan zware metalen in schelpdieren die voorkomen op de vooroeververdediging van Zeelandbrug (inclusief pijler) zes jaar na het aanbrengen van de vooroeververdediging en hoe zijn deze gehalten vergeleken met de T0, T1, T2, T3, T4 en T5 en referentielocaties? Is er een verschil in gehalten aan zware metalen in biota die bemonsterd zijn op de nieuwe vooroevers en de referentielocatie?*

Trendanalyse (2009-2015) van de metaalgehalten in mosselen *Mytilus edulis* en Japanse oesters *Crassostrea gigas* op de Zeelandbrug in de periode 2009 (voorafgaand) ten met 2015 (zes jaar na het storten van breukstenen en staalslakken) laat geen eenduidige trends variatie zien in beide schelpdieren. Jaarlijkse variatie kan eerder verklaard worden door autonome ontwikkelingen dan door het storten van de oeververdediging. De invloed van de bestortingen met staalslakken en breukstenen op de gehalten aan zware metalen in lokaal levende mosselen en oesters wordt als zeer gering ingeschat doordat:
(1) er geen duidelijke verschillen in metaalgehalten voor (T0) en na (T1) bestorting geconstateerd zijn;
(2) trends in metaalgehalten niet eenduidig zijn; trends kunnen stijgend zijn voor enkele metalen in mosselweefsel en afwezig dan wel dalend voor metalen in oesterweefsel;
(3) in deze studie gemeten gehalten aan metalen in mosselen binnen of onder gerapporteerde waarden vallen die eerder gemeten zijn in mosselen in de Oosterschelde (Wemeldinge) in de periode 1996 – 2003 (vóór de vooroeverbestortingen).
Wel worden hogere molybdeen en mangaangehalten aangetroffen in oesters bemonsterd in 2014 en 2015 op de stortlocatie in vergelijking tot oesters bemonsterd op de referentielocatie. Dit heeft waarschijnlijk een andere oorzaak dan de vooroeverbestortingen, aangezien:

- voor molybdeen en mangaan geen langjarige stijgende trends worden waargenomen in de tijd;
- mangaangehalten vergelijkbaar zijn met eerder gemeten gehalten in mosselen bemonsterd bij Wemeldingen in de periode 1997-2003 (molybdeen werd in deze studie niet geanalyseerd);
- monitoringsresultaten niet consistent zijn met de resultaten van een in 2015 uitgevoerd gecontroleerd mesocosm experiment met verschillende materialen (zeegrind, breuksteen en staalslak). In het mesocosm experiment zijn geen verhoogde molybdeen en mangaan

gehalten in biota aangetroffen na blootstelling aan staalslakken of breukstenen. Vanadium kwam in dit experiment naar voren als het metaal dat het sterkst uit staalslakken uitloogt en het best opgenomen wordt door biota en nikkel in het geval van breukstenen. Voor deze beide metalen (vanadium en nikkel) zijn geen verhoogde gehalten aangetroffen bij stortlocaties in het veld.

Op basis van het in 2015 uitgevoerde mesocosm experiment en de (veld)monitoring tot nu toe zijn er geen ecologische effecten van uitloging van zware metalen uit verdedigde vooroevers waargenomen.

5.4 Aanbevelingen

Hard substraat gemeenschappen
Ecologische monitoring van verdedigde vooroevers is van belang om kennis op te bouwen over patronen en processen rondom ecologisch herstel van deze activiteiten en de effectiviteit van mitigerende maatregelen gericht op hard substraat soorten, zoals een ecotoplaag in de Oosterschelde. Tevens is deze informatie van essentieel belang om lokaal herstel te kunnen bepalen, aangezien de resultaten aantonen dat verschillen in belangrijke mate bepaald worden door de lokale omstandigheden.

Zacht substraat gemeenschappen
Vervolgmonitoring geeft inzicht in de meer langjarige respons van de infauna gemeenschappen op verstoring. Deze respons kan enkele jaren duren en soorten kunnen zelfs tijdelijk profiteren van nieuw gevormd habitat zoals we zien bij de Zeelandbrug waar soortenrijkdom en dichtheden in sommige jaren hoger zijn vergeleken met de T0-situatie en de oude bodem. Zes jaar na bestorten in 2015 wordt een overeenkomstige gemeenschap aangetroffen als voor bestorten, echter met een hogere soortenrijkdom. Continuering van de monitoring leert ons of de infauna gemeenschap nog steeds in ontwikkeling is na verstoring, of dat de jaarlijkse variatie is toe te schrijven aan populatie dynamica/omgevingsfactoren. In het bijzonder vervolg van de monitoring bij locatie Zeelandbrug is waardevol omdat hier een continue tijdreeks is opgebouwd van zeven jaar (2009-2015). Resultaten laten zien dat er jaarlijkse fluctuaties zijn en dat soortenrijkdom en dichtheden over het algemeen hoger liggen dan op nabij gelegen referentielocatie Zuidbout. In 2015 is er een uniforme gemeenschap ontstaan die op gemeenschapsniveau hetzelfde is als 2011-2014 maar op soortsniveau verschuivingen vertoont ten opzichte van voorgaande jaren. Of dit een gevolg is van de autonome ontwikkelingen binnen de zacht substraat gemeenschappen in de Oosterschelde, ontwikkeling van langjarige soorten, of van het meer uniform worden van de bodemsedimenten moet uit vervolgonderzoek blijken. Een diepergaande analyse op soort niveau met focus op aanwezigheid van pionier soorten en langjarige soorten over de jaren geeft informatie over de 'volwassenheid' van de gemeenschap.

Zware metalen
Het blijft wel verstandig een 'vinger aan de pols' te houden voor de Cluster 1 en 2 locaties om trends in de Oosterschelde te blijven volgen in relatie tot de vooroeververdediging. Hierbij zou de focus moeten liggen op de metalen vanadium en nikkel, omdat op basis van mesocosm studie voor deze metalen de sterkste uitloging en ophoping in biota verwacht wordt.

Van de Cluster 3 locaties, meer naar het oosten gelegen in de Oosterschelde, is veel minder bekend qua gehalten aan metalen in biota. Daarnaast is aan de oostelijke zijde de invloed van het getij geringer en wordt verondersteld dat de verblijftijden het grootst zijn van de Oosterschelde. Door zowel vooraf als kort na de oeverbestortingen monsters van water en biota te nemen is uitloging wellicht meetbaar. Bij afwezigheid van biota zo kort na bestorten kan als alternatief actieve biologische monitoring uitgevoerd worden waarbij soorten elders verzameld worden en vervolgens uitgehangen worden op de onderzoeklocatie voor enkele weken.
Een grote mate van verversing en watermengingen gedurende een getijde cyclus maakt het lastig dan wel onmogelijk referentielocaties aan te wijzen die zeker niet beïnvloed worden door de oeverbestortingen. Het is de verwachting dat geschiktste locaties zich stroomopwaarts bevinden. Modelstudies naar de waterstroming in de Oosterschelde kan hier mogelijk inzicht in verschaffen. Om variatie die niet veroorzaakt wordt door bestorting te minimaliseren wordt tevens aanbevolen om, wanneer mogelijk, nieuwe bemonsteringen in hetzelfde seizoen te laten plaatsvinden als voorgaande bemonsteringen en daarbij individuen van eenzelfde lengte te bemonsteren.

6 Kwaliteitsborging

Wageningen Marine Research beschikt over een ISO 9001:2008 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem (certificaatnummer: 187378-2015-AQ-NLD-RvA). Dit certificaat is geldig tot 15 september 2018. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV Certification B.V.

Het chemisch laboratorium te IJmuiden beschikt over een NEN-EN-ISO/IEC 17025:2005 accreditatie voor testlaboratoria met nummer L097. Deze accreditatie is geldig tot 1 april 2017 en is voor het eerst verleend op 27 maart 1997; deze accreditatie is verleend door de Raad voor Accreditatie. Het chemisch laboratorium heeft hierdoor aangetoond in staat te zijn op technisch bekwame wijze valide resultaten te leveren en te werken volgens de ISO17025 norm. De scope (L097) met de geaccrediteerde analysemethoden is te vinden op de website van de Raad voor Accreditatie (www.rva.nl).

Op grond van deze accreditatie is het kwaliteitskenmerk Q toegekend aan de resultaten van die componenten die op de scope staan vermeld, mits aan alle kwaliteitseisen is voldaan.. Het kwaliteitskenmerk Q staat vermeld in de tabellen met de onderzoeksresultaten. Indien het kwaliteitskenmerk Q niet staat vermeld is de reden hiervan vermeld.

De kwaliteit van de analysemethoden wordt op verschillende manieren gewaarborgd. De juistheid van de analysemethoden wordt regelmatig getoetst door deelname aan ringonderzoeken waaronder die georganiseerd door QUASIMEME. Indien geen ringonderzoek voorhanden is, wordt een tweede lijnscontrole uitgevoerd. Tevens wordt bij iedere meetserie een eerstelijnscontrole uitgevoerd.
Naast de lijnscontroles wordende volgende algemene kwaliteitscontroles uitgevoerd:

- Blanco onderzoek.
- Terugvinding (recovery).
- Interne standaard voor borging opwerkmethode.
- Injectie standard.
- Gevoeligheid.

Bovenstaande controles staan beschreven in Wageningen Marine Research werkvoorschrift *ISW 2.10.2.105*.
Indien gewenst kunnen gegevens met betrekking tot de prestatiekenmerken van de analysemethoden bij het chemisch laboratorium worden opgevraagd.

Indien sprake is van onbeheerste kwaliteit worden passende maatregelen genomen.

Referenties

Abdul Jaffar ali, H., Tamilselvi, M., Akram, A.S., Kaleem Arshan, M.L., Sivakumar, V. Comparative study on bioremediation of heavy metals by solitary ascidian, *Phallusia nigra*, between Thoothukudi and Vizhinjam ports of India (2015). Ecotoxicology and Environmental Safety, in Press.

Canli, M., & Furness, R. W. (1993). Toxicity of heavy metals dissolved in sea water and influences of sex and size on metal accumulation and tissue distribution in the Norway lobster *Nephrops norvegicus*. Marine environmental research, 36(4), 217-236.

De Kluijver, M.J.; Dubbeldam, M.C.; Dooge, M. & Van Broekhoven, B.J.L. (2015, in prep). De effecten van de versterking van de vooroever op hard substraat gemeenschappen, situatie 2014. Stichting Zeeschelp, Jacobahaven.

De Wilde, P.G.M., A.F. Peekel, S.E.J. Buykx (2002). Monitoring milieuhygiënische kwaliteit van bouwstoffen. RIVM-rapport 771402028/2002.

De Wijs, J.W.M., R.F.M.J. Cleven (2007). Monitoring kwaliteit bouwstoffen 2006; een vergelijking met de monitoringsdata 2003/2004 en 2005. RIVM-rapport 711701062/2007. INTRON-rapport A825210/R20070220.

EC (2006). VERORDENING (EG) Nr. 1881/2006 VAN DE COMMISSIE van 19 december 2006 tot vaststelling van de maximumgehalten aan bepaalde verontreinigingen in levensmiddelen. P 20.

EC (2008). Richtlijn 2008/105/EG van het Europees parlement en de Raad van 16 december 2008 inzake milieukwaliteitsnormen op het gebied van het waterbeleid tot wijziging en vervolgens intrekking van de Richtlijnen 82/176/EEG, 83/513/EEG, 84/156/EEG, 84/491/EEG en 86/280/EEG van de Raad, en tot wijziging van Richtlijn 2000/60/EG.

EC (2014). Verordening (EU) Nr. 488/2014 van de Commissie van 12 mei 2014 tot wijziging van Verordening (EG) nr. 1881/2006 wat de maximumgehalten voor cadmium in levensmiddelen betreft.

Engelsma, M.Y., Roozenburg, I., Voorbergen-Laarman M., Haenen, O.L.M (2010) Eerste detectie van oesterherpesvirus OsHV-1 in Nederland. *Aquacultuur*, 25:36-39.

Glorius, S. T.; Jansen, H.; Van den Heuvel-Greve, M.J.; Tangelder, M. (2015) Gehaltes aan zware metalen in biota op stort- en referentielocaties in de Oosterschelde & Westerschelde. Data rapport 2014. Technischrapport C079/15 IMARES Wageningen UR.

Glorius, S. T.; Van den Heuvel-Greve, M.J. (2016, in prep.) Gehalte aan zware metalen in biota op stort- en referentielocaties in de Oosterschelde. Technisch rapport.

Gray, J. S. (2002). Biomagnification in marine systems: the perspective of an ecologist. Marine Pollution Bulletin, 45(1), 46-52.

Intron (2010a). Uitloging LD-staalslak HKM in zeewater; invloed van zeewater op de uitloging. Conceptrapport 12 mei 2010.

Intron (2010b). Uitloging LD-staalslak Thyssen in zeewater; invloed van zeewater op de uitloging. Conceptrapport 7 mei 2010.

Intron (2010c). Uitloging LD-staalslak Corus in zeewater; invloed van zeewater op de uitloging. Conceptrapport 7 mei 2010.

Intron (2010d). Uitloging fosforslak in zeewater; invloed van zeewater op de uitloging. Conceptrapport 7 mei 2010.

Intron (2010e). Uitloging LD-staalslak Arcelormittal in zeewater; invloed van zeewater op de uitloging. Conceptrapport 7 mei 2010.

Intron (2010f). Toelatingsonderzoek steenslag in het kader van BRL 9324. Rapport 7 juni 2010.

Jonkers, D. (1987). Opname van zware metalen uit en kolonisatie van ovenslakken en beton door benthische mariene organismen. Mariene Zoologie, Rijksuniversiteit Groningen, 86 pp.

Kaandorp, J.A., 1986. Rocky substrate communities of the infralittoral fringe of the Boulonnais coast, NW France: a quantitative survey. Mar. Biol., 92: 255-265.

Kamermans, P., Poelman, M., Engelsma, M. (2013). Oesterherpesvirus: een overzicht. https://www.wageningenur.nl/upload_mm/7/d/f/791725c2-9d64-44c8-ad4a-cb349993268d_Factsheet-Oesterherpesvirus-2013.pdf

Killick, R., Idris A. Eckley, (2014), "Changepoint: An R Package for Changepoint Analysis", *Journal of Statistical Software*, 58(3), 1-19.

Kovach, W.L., 1999. MVSP - A Multi Variate Statistical Package for Windows, version 3.1. Kovach Computing Services, Pentraeth, Wales, UK.

Mubiana V.K., Qadah, D., Meys, J., Blust, R., (2005), "Temporal and spatial trends in heavy metal concentrations in marine mussel *Mytilus edulis* from the Western Scheldt estuary (The Netherlands)", *Hydrobiologica,* (540), 169 – 180.

Mubiana, V.K., Blust, R. (2006), "Metal content of marine mussels from Western Scheldt Estuary and nearby protected Marine Bay, the Netherlands: impact of past and present contamination", *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 77(2): 203-210. OSPAR (2009). Background document on CEMP Assessment Criteria for QSR 2010.

OSPAR (2009). Background document on CEMP Assessment Criteria for QSR 2010.

R Development Core Team (2012). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL http://www.R-project.org/.

RWS Waterdienst (2009). Brondocument Waterlichaam Westerschelde. Doelen en maatregelen rijkswateren, Ministerie van VenW, Rijkswaterstaat.

Schellekens, T., Glorius, S., Van den Heuvel-Greve, M.J. (2014) Variatie en trend van de gehaltes zware metalen op locatie Zeelandbrug. Data rapport 2013. IMARES Wageningen UR, rapport C055/14.

Segarra A, Pépin JF, Arzul I, et al. (2010) Detection and description of a particular Ostreid herpesvirus genotype associated with massive mortality outbreaks of Pacific oysters, *Crassostrea gigas*, in France in 2008. *Virus Res* 153:92-99

Tangelder, M., Brummelhuis, E.B.M. de Kluijver M. & Van den Heuvel-Greve, M.J (2014). Data rapport: Het effect van vooroeververdediging op bodemorganismen in de Oosterschelde: 2013. IMARES Wageningen UR, rapport C119/14.

Tangelder, M, De Kluijver, M.J., Craeymeersch, J., E.B.M. Brummelhuis, Van den Heuvel-Greve, M.J. (2016, in prep.) Data rapport: Effect van vooroeververdediging op bodemorganismen in de Oosterschelde in 2015. IMARES Wageningen UR, rapport.

Tangelder, M, De Kluijver, M.J., Brummelhuis, E.B.M., Van den Heuvel-Greve, M.J. (2015) Data rapport: Effect van vooroeververdediging op bodemorganismen in Oosterschelde en Westerschelde in 2014. IMARES Wageningen UR, rapport C116/15.

Tangelder, M., Schellekens, T., De Kluijver, M. en van den Heuvel-Greve, M (2014). Monitoring vooroeververdediging 2013. IMARES Wageningen UR, rapport C102/14.

Tangelder, M., M.J. Van den Heuvel-Greve, S.T. Glorius, H. Jansen (2015) Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde en Westerschelde in 2014. IMARES Wageningen UR, rapport C102/15.

Tomlinson, D. L., Wilson, J. G., Harris, C. R., en Jeffrey, D. W. (1980). Problems in the assessment of heavy-metal levels in estuaries and the formation of a pollution index, Helgoland Marine Research (33), pp 566 – 575.

University of Applied Science (2012). RAAKPRO Voorstel: Building for Nature: innovatie van dijken en vooroevers. Vlissingen. P 42.

Van den Heuvel-Greve, M.J. (2010). T0 monitoring vooroeververdediging Oosterschelde; cluster 1 - 2009. IMARES Wageningen UR, rapport C137/09.

Van den Heuvel-Greve, M., A. van den Brink, S. Glorius, C. Schipper, M. de Kluijver, M. Dubbeldam (2011). Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde 2010: T1 Cluster 1/T0 Cluster 2. IMARES Wageningen UR, rapport C029/11.

Van den Heuvel-Greve, M., A. van den Brink, S. Glorius, C. Schipper, A. Gittenberger, M.J. de Kluijver, M. Dubbeldam (2012). Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde en Westerschelde 2011: T2 Cluster 2. IMARES Wageningen UR, rapport C081/12.

Van den Heuvel-Greve, M., A. van den Brink, S. Glorius, M.J. de Kluijver, M. Dubbeldam (2013). Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde en Westerschelde 2012: T3 Cluster 1. IMARES Wageningen UR, rapport C102/13.

Van den Heuvel-Greve, M.; M. Tangelder; T. Ysebaert; M de Kluijver (2016) Notitie Kolonisatie van bodemgemeenschappen van zacht substraat in de Oosterschelde en Westerschelde na vooroeververdediging. IMARES Wageningen UR. p. 31

Verantwoording

Rapport C098/16
Projectnummer: 4313100019

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en het verantwoordelijk lid van het managementteam van Wageningen Marine Research.

Akkoord: [redacted]
Onderzoeker

Handtekening: 

Datum: 11 oktober 2016

Akkoord: [redacted]
MT-lid Integratie

Handtekening: 

Datum: 11 oktober 2016

Bijlagen

In de volgende hoofdstukken zijn de volgende bijlagen opgenomen:
Bijlage 1. Hard substraat: soortensamenstelling eulittorale gemeenschappen in de Oosterschelde
Bijlage 2. Hard substraat: soortensamenstelling infralittorale gemeenschappen n de Oosterschelde
Bijlage 3. Hard substraat: soortensamenstelling circalittorale gemeenschappen n de Oosterschelde
Bijlage 4. Verdeling van de sublitorale levensgemeenschappen op hard substraat
Bijlage 5 Soortensamenstelling infauna gemeenschappen Oosterschelde
Bijlage 6 Ruwe data sedimentvallen
Bijlage 7. Ruwe data zware metalen
Bijlage 8. Relevante figuren van het mesocosm experiment 2015

Bijlage 1. Hard substraat: soortensamenstelling eulittorale gemeenschappen in de Oosterschelde

Soortensamenstelling (in % bedekking) van de eulittorale gemeenschappen op Schouwen-Duiveland (2009-2014). Onderstreepte waarden geven per soort een voorkomen van minimaal 90% van de totale kwantiteit binnen de gemeenschappen aan. Afkortingen: An - anemoon, Bi - tweekleppige, Br - bryozoo, BW - bruinwier, Cr - kreeftachtige, Ech - stekelhuidige, Ga - slak, GW - groenwier, Hy - hydroïd, In - insect, Li- korstmos, Po - polychaet, RW - roodwier, Sp - spons en Tu - zakpijp.

		1-bil-Blkl	1-kl-Blkl	1-kl-s/r	1-kl-Lit	2-bil-Fsp	2-Myt	2-bil-s/r	2-kl-s/r	2-Fvs-s/r	2-rw-mF	3-Fvs-s/r	3-Asc-s/r	3-Fvs-rw	3-Fvs-r
Xanthoria spec.	Li	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Porphyra spec.	RW	0,8	-	0,5	-	1,0	-	0,0	-	0,2	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2
Patella vulgata	Ga	0,0	-	0,0	-	0,1	-	1,8	-	0,4	1,2	0,3	0,8	1,1	0,7
Enteromorpha spec.	GW	0,2	-	0,0	-	4,9	-	1,2	-	0,1	2,6	5,5	2,8	4,8	1,8
Chondrus crispus	RW	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	0,6	0,0	0,2	0,1	1,3
Mytilus edulis	Bi	0,0	-	0,0	-	0,3	50,0	0,5	0,5	1,0	0,7	0,7	0,1	0,7	0,2
Ulva spec.	GW	0,1	-	-	-	-	-	0,3	-	0,1	2,1	1,0	1,4	1,2	3,8
Ceramium rubrum	RW	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5
Dynamena pumila	Hy	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	0,0	0,1	0,0	0,0	0,6
Electra pilosa	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,3
Cystoclonium purpureum	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	0,1
Mastocarpus stellatus	RW	-	-	-	-	-	-	0,1	-	0,1	1,6	0,6	1,2	0,9	1,2
Blidingia minima	GW	19,0	7,0	0,0	-	0,2	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	-
Fucus spiralis	BW	15,0	-	0,0	-	19,1	-	0,2	-	-	3,0	3,8	0,0	0,2	-
Littorina saxatilis	Ga	0,3	0,1	0,3	0,5	0,4	-	0,1	0,5	0,1	0,2	0,0	0,1	0,1	0,0
Anurida maritima	In	0,1	-	0,1	-	0,2	-	0,1	-	0,1	0,2	0,1	0,0	0,1	-
Littorina obtusata	Ga	0,0	-	-	-	-	-	0,0	-	0,2	0,1	0,4	0,3	0,2	0,3
Ulothrix spec.	GW	-	0,1	-	-	-	-	0,0	-	-	-	0,0	-	0,1	0,0
Fucus vesiculosus	BW	1,3	-	-	-	0,3	-	1,9	-	44,9	14,2	35,7	29,1	22,3	3,6
Fucus serratus	BW	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	0,4	30,0	11,4	0,3	61,9
Crassostrea gigas	Bi	0,0	-	0,0	-	1,6	-	4,0	-	3,3	6,4	5,0	5,1	4,9	8,0
Obelia dichotoma	Hy	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-
Littorina littorea	Ga	0,0	-	0,0	-	0,6	0,5	1,1	-	0,6	0,5	0,3	0,3	0,7	0,1
Griffithsia flosculosa	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ascophyllum nodosum	BW	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,3	14,9	0,1	1,7
Cirripedia	Cr	2,0	-	2,0	-	10,3	4,0	28,8	2,0	34,9	14,0	27,0	30,7	25,9	34,3
Actinia equina	An	0,1	-	0,1	-	0,3	-	0,2	-	-	0,2	0,1	0,1	0,1	0,0
Callithamnion tetragonum	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Lanice conchilega	Po	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	0,0	-	-	-	-
Ceramium deslongchampsii	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	-	0,0	0,1
Polysiphonia violacea	RW	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1
Cladophora albida	GW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,0	0,0
Chaetomorpha aerea	GW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,0	-
Caulacanthus okamurae	RW	0,5	-	-	-	0,6	-	0,2	-	0,2	0,0	0,8	1,7	3,7	0,4
Sargassum muticum	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	-	-	0,3
Gelidium pusillum	RW	-	-	-	-	0,1	-	1,7	-	-	14,1	0,2	0,1	0,1	0,0
EL-*Phymatolithon lenormandii*	RW	-	-	-	-	-	-	0,1	-	0,0	0,4	0,2	0,0	0,1	0,2
Styela clava	Tu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,0	0,0
Didemnum vexillum	Tu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,1
Heterosiphonia japonica	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	-	0,1
Spirorbidae	Po	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1
Tricellaria inopinata	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	0,0
Sycon ciliatum	Sp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Antithamnion plumula	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	0,0
Bryopsis hypnoides	GW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,0	-	-	-
Corella eumyota	Tu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	0,0
Hypoglossum hypoglossoides	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Polysiphonia nigrescens	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,2
Dictyota dichotoma	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,0	-	0,0	0,0
Undaria pinnatifida	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Nitophyllum punctatum	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-
Sarsia tubulosa	Hy	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Polysiphonia nigra	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-
Bowerbankia imbricata	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Griffithsia devoniensis	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-
Leucosolenia variabilis	Sp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cryptosula pallasiana	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Crepidula fornicata	Ga	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0
Metridium senile	An	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	0,0
Colpomenia peregrina	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Aplidium glabrum	Tu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	0,0
Alcyonidium gelatinosum	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,0
Halichondria panicea	Sp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0
Ascidiella aspersa	Tu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Diplosoma listerianum	Tu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Botrylloides violacea	Tu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dasya baillouviana	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Laomedea flexuosa	Hy	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Botryllus schlosseri	Tu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cladophora sericea	GW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Callithamnion byssoides	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,0
Nucella lapillus	Ga	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sagartia troglodytes	An	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	0,0	0,0	-	0,0	0,0
Dumontia contorta	RW	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-
EL-*Ralfsia verrucosa*	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	-	-
Gracilaria spec.	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	-
Elachista spec.	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-
EL-*Hildenbrandia rubra*	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-
Cladophora rupestris	GW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-
Conopeum reticulum	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-
Diadumene luciae	An	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-
Scytosiphon lomentaria	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-
Polysiphonia senticulosa	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Flustrellidra hispida	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Chondria coerulescens	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Diadumene cincta	Tu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Sphacelaria furcigera	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Obelia geniculata	Hy	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Sagartia elegans	An	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Sphacelaria rigidula	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Ceramium spec (boom)	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	-
Fucus juveniel	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ectocarpales	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	0,0
Clytia hemisphaerica	Hy	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
index		1,160	0,215	0,763	0,000	1,974	0,523	1,414	1,252	1,223	1,998	1,758	1,889	1,779	1,753
evenness		0,540	0,215	0,581	0,000	0,660	0,262	0,516	0,700	0,488	0,606	0,560	0,588	0,576	0,533
gemiddeld aantal soorten		4,6	1,5	2,1	1,0	8,3	4,0	6,5	3,0	5,8	9,9	9,2	9,4	8,7	10,1
aantal kwadranten		106	4	161	22	14	1	160	1	116	73	627	255	228	157
% talud		100	100	95	100	100	0	36	100	9	49	39	9	26	3
% kreukelberm		0	0	5	0	0	100	64	0	91	51	61	91	74	97
totaal aantal soortern		17	3	12	1	16	4	26	3	18	35	52	40	42	62

(vervolg).

	4-Fsp/gw	4-mF/blid	4-mF/mw	4-S-Fsp/gw	4-B-Fv/gw	4-Fv/gw	4-gw/Fv	4-mF-rw	4-Fv-rw	5-pio-1	5-pio-3	5-pio-4	5-pio-6	5-pio-7	5-pio-8	5-pio-9
Xanthoria spec.	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Porphyra spec.	0,7	0,4	0,1	0,2	0,0	-	0,0	0,1	-	2,9	1,8	8,2	-	0,6	-	0,2
Patella vulgata	0,2	0,1	0,1	0,0	-	-	0,3	0,6	-	0,5	0,0	-	-	-	-	-
Enteromorpha spec.	12,9	1,1	16,1	19,8	35,4	16,4	10,7	14,0	-	11,9	28,3	32,8	8,0	27,0	10,0	12,8
Chondrus crispus	-	-	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mytilus edulis	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	-	0,1	0,3	-	-	0,0	0,0	-	-	-	-
Ulva spec.	0,3	0,0	1,5	1,5	3,7	-	0,1	1,6	3,0	0,5	-	6,7	4,0	22,0	6,0	27,4
Ceramium rubrum	-	-	0,0	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,1	-	1,5
Dynamena pumila	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Electra pilosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	0,0
Cystoclonium purpureum	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mastocarpus stellatus	-	-	0,0	-	0,0	-	0,0	0,2	1,0	-	-	-	-	0,1	-	-
Blidingia minima	2,0	5,3	0,2	-	-	9,9	0,3	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-
Fucus spiralis	42,3	28,7	19,6	0,2	0,5	-	0,1	32,9	-	-	0,0	-	-	-	-	-
Littorina saxatilis	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,4	0,2	-	0,2	0,1	0,0	-	-	-	-
Anurida maritima	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,4	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
Littorina obtusata	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	-	-	0,2	0,5	-	-	-	-	-	-	-
Ulothrix spec.	-	-	0,1	-	-	-	-	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-
Fucus vesiculosus	1,7	33,0	37,0	41,8	26,7	28,3	8,8	13,0	60,0	0,8	0,8	9,6	-	4,6	-	2,7
Fucus serratus	-	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	1,0	-	-	-	-	-	1,2	-	1,5
Crassostrea gigas	0,1	0,4	0,6	1,2	-	1,7	0,6	0,6	-	-	-	0,2	-	0,3	1,0	0,2
Obelia dichotoma	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Littorina littorea	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,2	0,1	0,2	0,5	0,8	0,2	0,1	0,5	-	-	-
Griffithsia flosculosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ascophyllum nodosum	0,1	0,0	0,7	0,0	0,1	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Cirripedia	8,2	15,6	12,3	14,0	3,1	4,2	7,9	7,9	4,0	27,0	5,8	12,5	0,5	1,9	-	9,3
Actinia equina	0,2	0,1	0,0	0,0	-	-	0,4	0,3	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Callithamnion tetragonum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lanice conchilega	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-
Ceramium deslongchampsii	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3
Polysiphonia violacea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13,6
Cladophora albida	-	-	-	-	-	-	-	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-
Chaetomorpha aerea	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Caulacanthus okamurae	0,8	0,1	0,5	0,0	0,3	-	2,8	13,3	80,0	-	-	0,0	-	-	-	0,4
Sargassum muticum	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6
Gelidium pusillum	0,3	0,1	0,0	-	-	-	0,3	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-
EL-*Phymatolithon lenormandii*	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Styela clava	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Didemnum vexillum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1
Heterosiphonia japonica	-	-	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,9
Spirorbidae	-	0,0	-	0,0	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Tricellaria inopinata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Sycon ciliatum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Antithamnion plumula	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,1	-	0,2
Bryopsis hypnoides	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-
Corella eumyota	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hypoglossum hypoglossoides	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1
Polysiphonia nigrescens	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,8
Dictyota dichotoma	-	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	0,2
Undaria pinnatifida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nitophyllum punctatum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sarsia tubulosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polysiphonia nigra	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Bowerbankia imbricata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Griffithsia devoniensis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Leucosolenia variabilis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cryptosula pallasiana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Crepidula fornicata	-	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Metridium senile	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Colpomenia peregrina	-	-	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aplidium glabrum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alcyonidium gelatinosum	+	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Halichondria panicea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Ascidiella aspersa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Diplosoma listerianum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Botrylloides violacea	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dasya baillouviana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Laomedea flexuosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Botryllus schlosseri	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cladophora sericea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Callithamnion byssoides	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Nucella lapillus	-	-	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sagartia troglodytes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dumontia contorta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL-*Ralfsia verrucosa*	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-	+	-	+
Gracilaria spec.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Elachista spec.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL-*Hildenbrandia rubra*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cladophora rupestris	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Conopeum reticulum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Diadumene luciae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Scytosiphon lomentaria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polysiphonia senticulosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Flustrellidra hispida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chondria coerulescens	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Diadumene cincta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sphacelaria fureigera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Obelia geniculata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sagartia elegans	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sphacelaria rigidula	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ceramium spec (boom)	-	-	-	-	-	-	-	1,5	-	-	-	-	-	-	-	-
Fucus juveniel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,2	-	-	-	1,2
Ectocarpales	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,0	-	0,1
Clytia hemisphaerica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
index	1,166	1,295	1,560	1,369	1,177	1,649	1,817	2,025	1,395	1,177	0,974	1,654	1,316	1,983	1,221	1,982
evenness	0,508	0,549	0,597	0,533	0,591	0,696	0,663	0,615	0,465	0,453	0,503	0,686	0,658	0,722	0,770	0,648
gemiddeld aantal soorten	5,3	5,6	6,5	6,1	4,3	5,3	6,9	9,9	8,0	5,9	3,6	5,4	4,0	7,0	3,0	8,6
aantal kwadranten	110	174	180	120	44	9	40	83	1	12	28	65	1	5	1	34
% talud	95	82	59	19	48	33	80	99	100	0	57	5	0	80	100	0
% kreukelberm	5	18	41	81	52	67	20	1	0	100	43	95	100	20	0	100
totaal aantal soortem	18	22	26	25	17	8	19	26	8	8	10	14	4	11	3	32

(vervolg).

	6-sub-1	6-sub-2	6-sub-3	6-sub-4	6-sub-5	6-sub-7	7-Myt	8-Id-Aseo	9-Id-A-Fv	10-Fv/Cras	0-sub-rw-1	0-sub-rw-3	0-Dri	0-Pat	0-Fv	0-Xan
Xanthoria spec.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17,1
Porphyra spec.	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	0,5	-
Patella vulgata	0,5	0,0	-	0,0	-	2,4	0,7	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-
Enteromorpha spec.	1,5	-	-	0,4	-	2,5	1,7	-	3,8	-	-	-	40,5	-	-	-
Chondrus crispus	1,0	0,3	2,6	0,0	-	15,0	1,7	-	-	-	0,5	30,0	-	-	-	-
Mytilus edulis	-	0,1	-	0,0	-	-	2,3	-	0,0	-	-	20,0	-	-	-	-
Ulva spec.	-	10,1	9,4	14,2	4,0	6,5	-	-	3,1	-	6,0	10,0	-	-	-	-
Ceramium rubrum	-	0,0	3,6	0,5	1,0	-	0,3	-	-	-	-	1,0	-	-	-	-
Dynamena pumila	0,3	0,0	0,6	0,0	-	0,1	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-
Electra pilosa	0,8	0,1	1,0	0,2	-	0,1	0,2	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-
Cystoclonium purpureum	-	0,4	3,5	1,7	-	0,4	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-
Mastocarpus stellatus	0,5	0,5	0,3	0,0	-	0,4	0,2	-	0,0	-	4,0	-	-	-	-	-
Blidingia minima	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fucus spiralis	-	-	-	-	-	-	-	1,8	-	-	-	-	-	-	-	-
Littorina saxatilis	-	-	0,1	-	-	-	-	0,3	0,0	-	-	-	-	-	-	-
Anurida maritima	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
Littorina obtusata	-	0,0	-	0,1	0,5	0,4	-	0,2	-	0,5	-	-	-	-	-	-
Ulothrix spec.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fucus vesiculosus	-	-	0,9	11,2	-	-	0,7	14,8	31,2	80,0	-	-	-	-	-	-
Fucus serratus	75,0	38,3	33,1	22,2	80,0	0,3	1,0	1,0	-	20,0	-	-	-	-	-	-
Crassostrea gigas	6,5	10,3	5,0	2,0	-	8,0	0,2	0,4	0,0	4,0	-	-	-	-	-	-
Obelia dichotoma	-	-	0,0	-	-	-	0,2	-	-	1,0	-	-	-	-	-	-
Littorina littorea	-	0,0	0,0	0,0	0,5	0,3	1,2	0,1	-	0,5	-	-	-	-	-	-
Griffithsia flosculosa	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-
Ascophyllum nodosum	0,3	0,8	0,9	0,1	-	-	-	60,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-
Cirripedia	35,0	5,0	42,4	7,5	50,0	44,0	3,0	12,7	6,5	-	-	-	-	-	-	-
Actinia equina	-	-	-	-	-	-	-	0,6	0,0	-	-	-	-	-	-	-
Callithamnion tetragonum	-	-	-	0,0	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
Lanice conchilega	-	-	-	-	-	-	1,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ceramium deslongchampsii	-	0,0	-	0,0	-	2,3	1,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polysiphonia violacea	-	0,2	0,2	0,8	1,0	0,6	1,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cladophora albida	-	-	-	-	-	0,1	6,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chaetomorpha aerea	-	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Caulacanthus okamurae	-	0,3	-	-	-	7,4	1,3	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-	-
Sargassum muticum	-	1,7	3,0	1,2	-	1,4	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-
Gelidium pusillum	-	-	-	-	-	0,6	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL-*Phymatolithon lenormandii*	0,3	-	-	-	-	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Styela clava	-	0,1	0,1	0,0	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Didemnum vexillum	-	0,5	0,2	0,3	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Heterosiphonia japonica	0,3	3,1	1,9	1,3	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Spirorbidae	0,3	0,3	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tricellaria inopinata	0,5	0,0	0,2	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sycon ciliatum	-	0,1	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Antithamnion plumula	-	0,0	0,2	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bryopsis hypnoides	-	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Corella eumyota	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hypoglossum hypoglossoides	-	-	0,1	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polysiphonia nigrescens	-	2,1	2,8	2,0	1,0	3,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dictyota dichotoma	0,3	0,6	0,7	0,8	-	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Undaria pinnatifida	-	-	1,3	-	-	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nitophyllum punctatum	-	0,0	-	0,0	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sarsia tubulosa	-	0,0	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polysiphonia nigra	-	0,0	0,3	0,4	0,5	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bowerbankia imbricata	-	0,0	0,0	0,0	0,5	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Griffithsia devoniensis	-	-	-	-	-	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Leucosolenia variabilis	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cryptosula pallasiana	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Crepidula fornicata	0,8	0,2	0,2	0,0	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Metridium senile	0,5	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Colpomenia peregrina	1,0	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aplidium glabrum	1,0	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alcyonidium gelatinosum	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Halichondria panicea	-	0,3	0,3	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ascidiella aspersa	-	0,1	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Diplosoma listerianum	-	0,1	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Botrylloides violacea	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dasya baillouviana	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Laomedea flexuosa	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Botryllus schlosseri	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cladophora sericea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Callithamnion hyssoides	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nucella lapillus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sagartia troglodytes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dumontia contorta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL-*Ralfsia verrucosa*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gracilaria spec.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Elachista spec.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL-*Hildenbrandia rubra*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cladophora rupestris	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Conopeum reticulum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Diadumene luciae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Scytosiphon lomentaria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polysiphonia senticulosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Flustrellidra hispida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chondria coerulescens	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Diadumene cincta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sphacelaria furcigera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Obelia geniculata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sagartia elegans	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sphacelaria rigidula	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ceramium spec (boom)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fucus juveniel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ectocarpales	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Clytia hemisphaerica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
index	1,682	2,059	2,426	2,153	1,465	2,704	2,945	1,306	0,940	1,075	1,201	1,720	0,000	0,000	0,000	0,000
evenness	0,444	0,614	0,628	0,679	0,409	0,678	0,849	0,477	0,641	0,416	0,758	0,613	0,000	0,000	0,000	0,000
gemiddeld aantal soorten	14,0	10,4	14,5	9,5	12,0	16,2	11,3	6,4	3,1	6,0	3,0	7,0	1,0	1,0	1,0	1,0
aantal kwadranten	2	40	11	60	1	5	3	5	21	1	1	1	8	1	1	68
% talud	0	0	0	0	0	0	67	80	67	100	0	0	100	100	100	100
% kreukelberm	100	100	100	100	100	100	33	20	33	0	100	100	0	0	0	0
totaal aantal soortern	19	41	37	38	12	33	20	14	14	6	3	7	1	1	1	1

Bijlage 2. Hard substraat: soortensamenstelling infralittorale gemeenschappen Oosterschelde

Geordende tabel (in %) van de gemeenschappen in de infralittorale zone aan de oever van Schouwen-Duiveland. Vet gedrukte dichtheden geven een presentie van de soort in minimaal 66.7% van de stations binnen een gemeenschap aan en onderstreepte waarden geven per soort een voorkomen van minimaal 90% van de totale kwantiteit binnen de gemeenschappen aan. Afkortingen: An - anemoon, Bi - tweekleppige, Br - bryozoo, BW - bruinwier, Cr - kreeftachtige, En - entoproct, GW - groenwier, Hy - hydroïd, Po - polychaet, RW - roodwier, Sc - kwal, Sp - spons en Tu - zakpijp.

		I1a	I1b	I2a1	I3a1	I3a2	I3a3	I3a5	I4b	I5-diep1	I5-diep2
Crassostrea gigas	Bi	**33,3**	-	**66,7**	**62,2**	**39,8**	**70,4**	23,8	-	**91,7**	0,1
Ceramium rubrum	RW	**20,1**	**10,7**	**11,7**	0,3	**1,8**	**2,2**	1,9	-	-	-
Polysiphonia nigrescens	RW	**18,4**	**10,2**	**15,3**	0,1	**0,7**	**2,7**	**3,1**	**6,7**	2,0	**0,5**
Ulva spec.	GW	**5,9**	**13,3**	**3,7**	**1,5**	**2,4**	**2,7**	**4,0**	-	-	-
Polysiphonia violacea	RW	**2,8**	**2,8**	**0,9**	**1,2**	**0,3**	**3,9**	**2,8**	**5,3**	0,2	0,1
Laminaria saccharina	BW	0,2	0,0	-	-	-	0,3	0,0	0,1	-	-
Obelia dichotoma	Hy	0,2	**0,2**	-	0,3	0,2	0,1	0,2	0,2	-	0,4
Clytia hemisphaerica	Hy	0,1	**0,7**	**0,4**	0,1	**0,2**	0,1	0,2	0,2	0,2	**0,4**
Enteromorpha prolifera	GW	0,1	0,4	**0,2**	-	0,1	0,0	0,0	0,1	-	-
Sagartia troglodytes	An	0,0	0,2	0,2	0,1	0,0	-	0,0	-	-	-
Chondrus crispus	RW	**3,1**	-	0,1	0,6	-	0,2	0,5	-	-	-
Electra pilosa	Br	**1,8**	**0,4**	**2,4**	0,1	**0,4**	**0,7**	**0,7**	0,2	-	-
Polysiphonia nigra	RW	0,9	1,2	-	0,1	0,1	**0,6**	0,1	0,4	-	0,2
Phyllophora pseudoceranoides	RW	0,4	-	0,2	-	-	-	0,1	-	-	-
Ectocarpus spec.	BW	0,4	0,1	-	0,9	**1,1**	0,0	0,0	-	-	-
Fucus serratus	BW	0,4	-	0,2	-	-	0,0	-	-	-	-
Sargassum muticum	BW	0,3	0,5	0,4	1,3	0,3	**1,1**	**3,0**	0,2	-	-
Cladophora sericea	GW	0,2	0,0	**0,3**	-	0,0	-	-	-	-	-
Mytilus edulis	Bi	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,8	-	-	-
Bryopsis hypnoides	GW	0,1	-	0,1	0,5	0,1	0,0	-	-	-	-
Scypha ciliata	Sp	0,1	-	-	0,0	0,1	-	0,0	-	-	0,2
Obelia geniculata	Hy	0,1	-	0,1	-	-	-	0,0	-	-	-
Sphacelaria plumigera	BW	0,0	-	0,2	-	-	-	0,0	-	-	-
Pedicellina cernua	En	0,0	-	-	-	0,0	-	0,0	0,1	-	-
Cliona celata	Sp	0,0	-	0,2	-	-	-	0,0	-	-	-
Verruca stroemia	Cr	0,0	-	**0,2**	-	-	-	-	-	-	-
Hymeniacidon perlevis	Sp	0,0	-	-	0,1	0,1	-	0,0	-	-	-
Chaetomorpha aerea	GW	0,0	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-
Spirorbidae	Po	0,0	-	-	-	-	0,0	0,1	-	0,1	-
Sarsia tubulosa	Hy	0,0	-	-	0,1	0,1	0,0	0,0	-	-	-
zeepokken	Cr	0,8	**20,8**	**0,4**	**18,7**	**5,2**	**1,6**	**2,5**	0,1	**0,9**	-
Heterosiphonia japonica	RW	0,1	**9,8**	**2,0**	**8,5**	**12,1**	**19,7**	**20,6**	**7,7**	**16,5**	**6,4**
Ciona intestinalis	Tu	-	4,0	0,2	0,2	0,2	0,5	0,4	-	**0,9**	**2,1**
BL *Sargassum muticum*	BW	0,7	2,1	0,2	1,6	**2,6**	1,2	5,8	-	-	-
Hypoglossum hypoglossoides	RW	0,5	**1,1**	**3,4**	**1,5**	**5,3**	**1,9**	**1,1**	0,5	**1,0**	**0,2**
Cystoclonium purpureum	RW	0,3	0,6	0,2	-	0,0	**2,5**	**2,0**	0,1	-	**1,0**
Chondria dasyphylla	RW	-	0,4	-	-	-	-	0,8	-	-	-
Ascidiella aspersa	Tu	-	0,3	-	**0,3**	0,4	0,1	0,4	-	**0,6**	**2,8**
Lomentaria clavellosa	RW	-	0,3	-	-	0,1	-	0,1	-	-	-
Ceramium deslongchampsii	RW	0,2	0,3	**0,6**	0,3	**1,7**	**1,6**	0,1	0,2	0,4	**0,5**
Obelia bidentata	Hy	-	0,3	-	-	-	0,1	0,0	-	3,9	0,2
Griffithsia devoniensis	RW	-	0,2	-	0,0	-	0,3	0,2	1,1	0,2	-
Bugula plumosa	Br	-	0,1	-	0,0	0,0	0,1	0,2	**2,5**	0,1	**0,4**
Gracilaria gracilis	RW	-	0,0	-	-	-	-	0,3	-	-	-
Eudendrium ramosum	Hy	-	0,0	-	-	-	0,0	0,0	-	-	-
Enteromorpha compressa	GW	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
Porphyra spec.	RW	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Operculariella lacerata	Hy	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Calycella syringa	Hy	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Codium fragile	GW	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chaetomorpha melagonium	GW	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Enteromorpha linza	GW	0,1	**2,4**	-	0,0	0,1	0,1	0,0	-	-	-
Sagartia elegans	An	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-

(vervolg).

		I1a	I1b	I2a1	I3a1	I3a2	I3a3	I3a5	I4b	I5-diep1	I5-diep2
Diplosoma listerianum	Tu	0,1	-	**0,3**	**0,5**	**0,5**	**2,5**	**1,0**	**2,3**	**6,2**	**3,2**
Halecium halecinum	Hy	-	-	-	-	-	0,3	0,3	**1,3**	1,7	**2,3**
Callithamnion tetragonum	RW	-	-	-	0,1	0,2	2,9	1,2	-	0,4	**1,1**
Botrylloides violacea	Tu	-	-	-	**4,2**	**1,7**	0,0	0,3	-	-	**0,9**
kokerbouwende organismen	Po/Cr	0,1	**0,3**	**0,7**	**0,3**	**5,3**	**0,9**	**0,9**	**0,8**	**0,6**	**0,4**
Styela clava	Tu	-	-	0,2	**1,0**	**1,5**	0,4	0,4	-	1,0	0,4
Didemnum vexillum	Tu	-	0,0	0,2	**5,7**	**4,0**	**1,6**	**2,1**	0,1	**4,7**	**0,5**
Nitophyllum punctatum	RW	-	-	-	-	0,2	1,6	0,6	**1,3**	**0,9**	-
Callithamnion byssoides	RW	-	-	-	-	0,0	-	-	-	0,2	-
Metridium senile	An	0,1	-	**2,2**	0,1	0,2	0,1	0,0	-	0,2	-
Aplidium glabrum	Tu	-	-	-	0,3	0,0	-	0,1	-	0,2	-
Mycale micracanthoxea	Sp	-	-	-	0,1	0,2	0,2	0,0	-	-	0,3
Halichondria bowerbanki	Sp	-	-	-	-	-	0,1	0,0	0,4	-	0,3
Leucosolenia variabilis	Sp	-	-	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	-	0,2
Bowerbankia spec.	Br	-	-	0,3	0,0	0,0	-	0,0	-	-	0,1
Lanice conchilega	Po	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	-	-	0,1
Scrupocellaria scruposa	Br	-	-	0,1	-	0,0	0,1	0,2	0,5	0,2	**10,2**
Bicellariella ciliata	Br	-	-	-	-	-	0,0	0,0	-	-	**0,4**
Sertularia cupressina	Hy	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2
KL *Conopeum reticulum*	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1
Sabella pavonina	Po	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1
KL *Fenestrulina cf delicia*	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1
KL *Callopora cf dumerilii*	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1
Dictyota dichotoma	BW	-	0,9	0,1	**11,8**	6,9	**13,5**	**6,6**	**15,7**	0,3	-
Agardhiella subulata	RW	-	-	-	0,5	0,7	1,8	3,1	**3,3**	-	-
Tricellaria inopinata	Br	-	-	-	0,1	0,2	0,2	**1,6**	**2,0**	-	0,1
Antithamnion plumula	RW	0,0	0,1	**3,5**	0,8	**2,0**	**1,5**	0,5	**0,9**	**0,3**	**0,3**
Scruparia ambigua	Br	-	-	-	-	-	-	0,0	**0,2**	-	-
Halichondria panicea	Sp	0,1	-	0,1	0,0	-	0,0	0,1	**3,5**	-	-
Anguinella palmata	Br	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-
BL *Undaria pinnatifida*	BW	2,3	-	3,4	3,9	**15,0**	**10,5**	1,3	-	-	-
Diadumene cincta	An	-	-	0,1	-	0,3	0,0	0,0	-	-	-
Molgula spec.	Tu	-	-	0,1	-	0,0	-	0,0	-	-	-
BL *Laminaria saccharina*	BW	-	-	0,9	-	-	-	-	-	-	-
Callopora cf dumerilii	Br	-	-	0,3	-	-	-	0,0	-	-	-
Undaria pinnatifida	BW	0,3	-	-	0,6	**1,9**	**1,7**	0,3	-	-	-
Dasya baillouviana	RW	-	-	-	0,6	0,2	0,1	0,2	-	-	-
Desmarestia viridis	BW	-	-	-	0,1	0,0	0,2	-	-	-	-
Botryllus schlosseri	Tu	-	-	-	0,1	0,0	-	-	-	-	-
Conopeum reticulum	Br	-	-	-	0,0	0,0	-	0,0	-	-	-
Codiales (ijle fase)	GW	-	-	-	0,0	0,0	-	-	-	-	-
Sagartogeton undatus	An	-	-	-	0,0	-	-	0,0	-	-	-
Polysiphonia senticulosa	RW	-	-	-	0,0	-	-	0,0	-	-	-
Phymatolithon lenormandii	RW	-	-	-	0,0	-	-	0,0	-	-	-
Grateloupia turuturu	RW	-	-	-	**6,8**	0,3	-	0,0	-	-	-
Diadumene luciae	An	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-
Laurencia pinnatifida	RW	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-
Haliclona xena	Sp	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-
Fenestrulina cf delicia	Br	-	-	-	-	-	0,1	0,1	-	-	-
Cryptosula pallasiana	Br	-	-	-	-	-	0,0	0,0	-	-	-
Cryptopleura ramosa	RW	-	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-
Rhodochorton purpureum	RW	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-
Bowerbankia citrina	Br	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-
Smittoidea cf prolifica	Br	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-
Celtodoryx girardae	Sp	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-
Antithamnionella spirographidis	RW	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-
Ceramium cimbricum	RW	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-
Caulacanthus okamurae	RW	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-
Haliclona oculata	Sp	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-
Dendrodoa grossularia	Tu	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-
Celleporella hyalina	Br	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-
Griffithsia flosculosa	RW	-	0,0	-	0,1	1,3	0,7	0,0	-	-	-
Polysiphonia elongata	RW	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-
Barentsia gracilis	En	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-
Cladophora rupestris	GW	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-
Cladostephus spongiosus	BW	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-
index (base2)		2,438	2,931	2,487	2,652	2,966	2,619	2,936	3,390	1,800	3,471
evenness		0,600	0,696	0,504	0,578	0,616	0,563	0,635	0,751	0,424	0,731
gemiddeld aantal soorten		17,9	18,6	30,5	24,1	28,3	25,6	25,3	23,0	19,0	27,0
kaal		55,3	57,5	23,4	22,0	32,9	18,8	50,5	60,0	13,35	56,7
totaal aantal soorten		50	38	43	59	62	63	90	32	27	36
aantal stations		11	8	2	18	7	18	45	2	2	2

Bijlage 3. Hard substraat: soortensamenstelling circalittorale gemeenschappen Oosterschelde

Geordende tabel (in %) van de gemeenschappen in de circalittorale zone aan de oever van Schouwen-Duiveland in de Oosterschelde. Vet gedrukte dichtheden geven een presentie van de soort in minimaal 66.7% van de stations binnen een gemeenschap aan en onderstreepte waarden geven per soort een voorkomen van minimaal 90% van de totale kwantiteit binnen de gemeenschappen aan. Afkortingen: An - anemoon, Bi - tweekleppige, Br - bryozoo, BW - bruinwier, Cr - kreeftachtige, En - entoproct, GW - groenwier, Hy - hydroïd, Po - polychaet, RW - roodwier, Sc - kwal, Sp - spons en Tu - zakpijp.

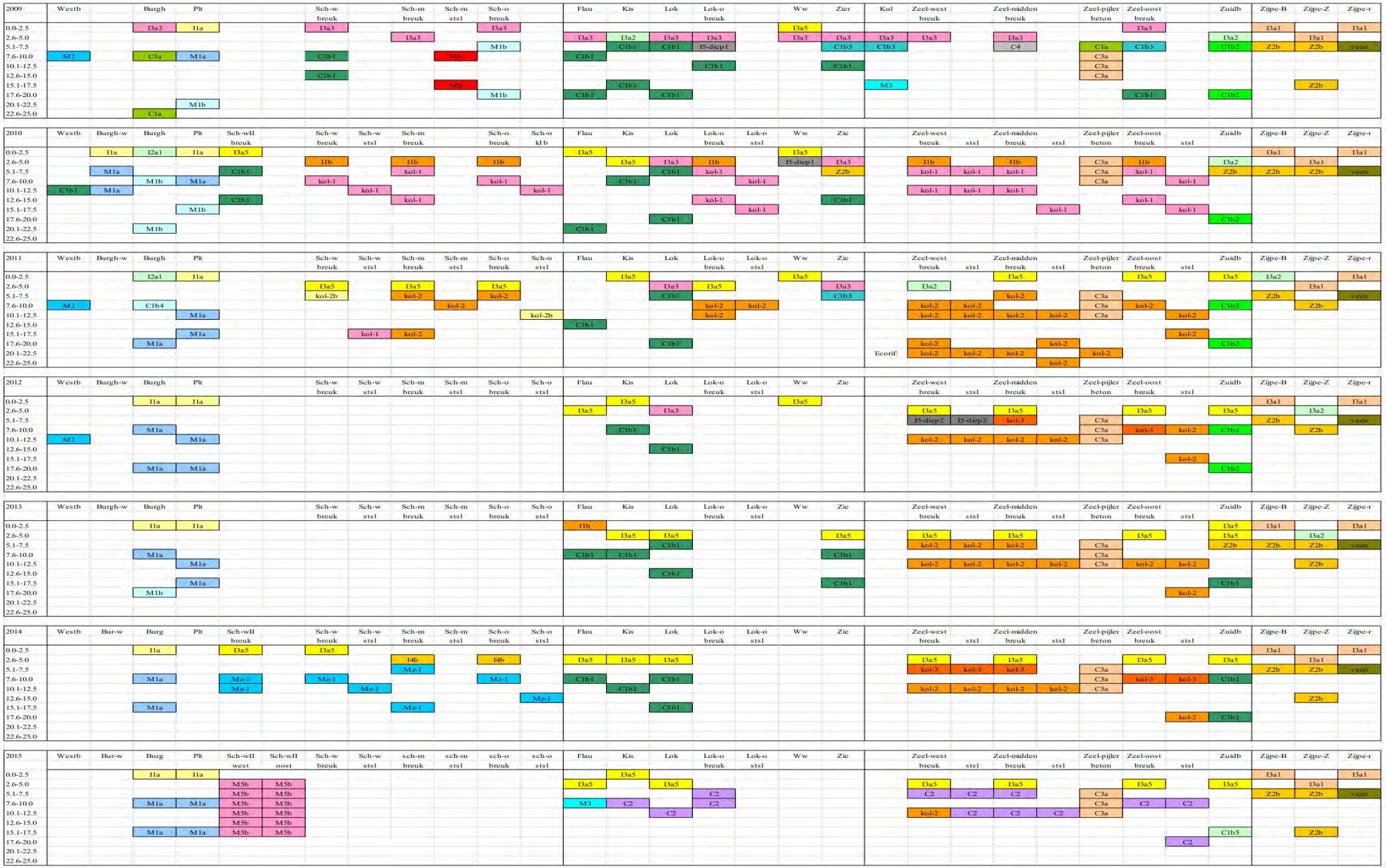
		M1a	M1b	C1a	C1b1	C1b2	C1b3	C1b4	C1b5	M2	Z2b	M3	C2	C3a	kol-3	kol-2	M4	C4	M2-1	M5b	kol-1	veen	kol-2b
Obelia dichotoma	Hy	0,0	**0,3**	**8,6**	**2,6**	**0,7**	1,7	**2,3**	**0,7**	**1,1**	**4,7**	-	**0,5**	**1,6**	**2,2**	**0,6**	0,7	**0,5**	**4,6**	**1,9**	**2,3**	**2,7**	**1,5**
Ascidiella aspersa	Tu	-	-	-	0,1	0,1	0,3	-	-	0,2	**1,5**	-	0,4	**1,2**	**0,5**	**1,1**	**0,3**	-	-	**0,6**	**1,4**	**0,8**	0,4
kokerbouwende organismen	Po/Cr	0,2	**0,4**	**20,6**	**5,0**	**4,0**	**5,2**	**4,7**	**1,0**	**21,0**	**0,4**	**0,6**	**0,8**	**4,2**	**0,7**	**24,9**	**0,4**	**1,0**	**1,4**	0,3	**0,3**	**25,2**	**2,2**
Didemnum vexillum	Tu	0,1	0,3	**10,6**	**5,8**	**4,3**	**7,8**	**20,0**	**2,0**	**2,4**	**14,3**	**0,5**	**5,6**	**3,9**	**5,7**	**4,9**	**0,5**	**3,3**	**0,8**	0,2	0,6	**11,9**	**0,5**
Botrylloides violacea	Tu	-	-	-	0,1	0,5	0,1	-	**1,8**	0,7	**5,7**	-	**1,2**	**1,6**	0,4	**0,6**	-	-	-	-	0,2	3,2	-
Bowerbankia spec.	Br	-	-	0,1	0,0	-	-	-	-	-	-	0,1	0,0	0,0	-	0,0	0,1	**0,3**	-	0,0	0,0	0,1	-
Polysiphonia violacea	RW	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	0,0	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	0,0	-
Aurelia aurita (strobilus)	Sc	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-
Scrupocellaria scruposa	Br	0,0	0,1	**0,2**	**3,1**	0,3	1,3	**0,7**	**0,5**	**2,6**	0,0	**1,1**	**8,9**	**4,8**	**4,4**	**4,3**	**0,7**	-	**5,8**	**1,1**	0,0	-	**1,5**
Sagartia troglodytes	An	0,2	0,1	-	0,0	-	-	-	-	0,4	0,1	-	0,0	0,1	0,1	0,1	-	-	0,0	**1,8**	0,2	0,1	**1,2**
Bugula plumosa	Br	-	0,0	-	**0,9**	-	**0,4**	-	-	-	0,0	-	**0,4**	0,2	**0,2**	1,0	0,5	-	**2,4**	0,1	0,1	0,0	**0,3**
Antithamnion plumula	RW	-	0,0	-	0,0	-	**0,4**	-	-	-	0,2	-	-	-	0,1	0,0	-	**0,7**	-	-	0,0	0,1	0,1
Polysiphonia nigrescens	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,1
Crassostrea gigas	Bi	**78,3**	**83,1**	**81,1**	**76,9**	**86,4**	**89,6**	**93,3**	**83,3**	**79,4**	**80,4**	**80,0**	**20,9**	**22,6**	1,8	0,2	**0,6**	**83,3**	16,5	-	0,3	-	-
Metridium senile	An	**16,7**	**17,3**	**1,6**	**0,9**	0,4	**2,8**	-	-	**1,7**	**2,2**	**2,9**	-	0,1	0,2	0,2	-	**4,0**	**5,8**	0,1	0,1	-	0,2
Halichondria panicea	Sp	**0,6**	0,6	-	0,3	0,2	-	**1,8**	-	-	-	0,2	**1,4**	**0,9**	0,7	0,9	-	-	**1,3**	-	-	-	-
Verruca stroemia	Cr	**0,5**	**0,4**	-	-	-	-	**0,2**	-	-	-	0,2	0,0	0,0	-	0,0	**0,2**	-	-	-	-	-	-
Conopeum reticulum	Br	0,2	**0,3**	0,1	0,0	-	0,1	**0,2**	**0,5**	**0,2**	0,0	-	0,1	0,2	-	0,0	-	-	-	0,0	-	-	-
Callopora cf dumerilii	Br	0,1	**0,3**	-	0,0	0,0	0,1	-	**0,2**	-	-	0,1	0,0	-	-	0,0	-	**0,2**	0,0	0,1	-	-	-
Cliona celata	Sp	0,2	0,1	0,2	0,1	-	-	-	**2,0**	-	0,1	**0,5**	-	**1,1**	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Leucosolenia variabilis	Sp	0,1	0,0	**0,7**	0,3	0,1	0,2	-	-	**0,3**	0,0	0,1	**0,2**	**0,3**	0,1	0,2	**0,4**	**0,2**	0,1	-	0,0	-	-
Ostrea edulis	Bi	0,1	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	0,2	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
cf. *Sabellaria* spec.	Po	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-
Spirorbidae	Po	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pomatoceros triqueter	Po	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,1	-	-	0,0	-	-	-
Electra pilosa	Br	**0,3**	**0,6**	**6,2**	0,1	0,3	0,1	**1,2**	**0,5**	**0,5**	0,0	0,1	**0,3**	**0,4**	0,1	0,5	-	-	0,2	**16,3**	**0,9**	-	**0,2**
Clytia hemisphaerica	Hy	0,1	0,2	-	0,2	0,3	-	-	**0,3**	**0,3**	0,1	-	0,1	**0,2**	**0,3**	0,2	0,1	-	**0,4**	**0,2**	**0,9**	0,0	-
Schizomavella linearis	Br	-	0,0	-	0,0	-	-	-	-	0,2	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Molgula spec.	Tu	-	0,0	0,1	0,0	0,1	-	-	-	**0,3**	0,0	-	0,1	0,1	0,1	0,0	-	-	0,0	0,1	0,0	-	-
Calycella syringa	Hy	0,0	0,0	0,1	0,0	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-
Alcyonidium mytili	Br	0,0	0,0	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Smittoidea cf prolifica	Br	0,0	0,0	-	-	-	-	-	**0,2**	-	-	-	0,0	0,0	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-
Leuckartiara octona	Hy	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ciona intestinalis	Tu	0,0	**0,8**	**0,8**	**0,7**	**1,7**	**1,6**	-	**0,5**	**0,8**	**0,9**	2,0	**0,8**	**13,4**	**4,1**	**1,9**	**0,6**	**0,3**	-	**1,3**	21,2	0,1	0,2
Sabella pavonina	Po	-	-	-	0,3	0,1	-	**0,2**	-	-	-	-	0,1	0,1	0,0	0,2	-	-	0,1	**0,5**	0,1	-	-
Lanice conchilega	Po	0,0	-	-	0,0	-	-	-	-	**0,1**	-	-	-	-	-	0,1	-	-	0,0	0,2	0,1	-	-
KL *Conopeum reticulum*	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	**0,3**	-	-	0,6	-	-	-
Tricellaria inopinata	Br	-	-	-	0,5	-	-	-	**0,2**	-	-	-	**4,5**	1,1	**1,8**	0,2	-	-	0,0	**0,4**	-	-	-
Sertularia cupressina	Hy	-	-	0,4	0,1	0,7	-	-	**0,3**	-	-	-	0,5	0,0	0,4	0,7	0,2	-	-	0,3	-	-	-
Bougainvillia ramosa	Hy	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	0,1	-	-	0,0	-	0,0	-	-	-	0,1	-	-	-
Alcyonidium parasiticum	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-
Opercularella lacerata	Hy	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-
zeepokken	Cr	0,1	**0,4**	**6,9**	**0,7**	**3,0**	**0,6**	**0,2**	-	**3,7**	**2,1**	**0,5**	**6,3**	**6,1**	**6,3**	1,9	**0,6**	**2,0**	0,6	0,2	**24,0**	0,1	-
Obelia bidentata	Hy	0,1	0,2	-	1,4	0,3	**0,7**	**6,3**	**0,3**	-	0,4	-	0,1	0,9	0,2	0,1	-	-	2,1	0,2	**0,8**	-	-
Halecium halecinum	Hy	-	-	0,1	**5,8**	0,2	**2,4**	**1,5**	-	-	0,3	-	0,0	0,2	**0,4**	**2,9**	0,5	-	**4,4**	0,2	0,5	-	-
Bicellariella ciliata	Br	-	-	0,1	**1,2**	**0,6**	**1,0**	**0,8**	**0,2**	**0,2**	-	-	**0,4**	**0,5**	0,0	**0,8**	0,5	-	0,3	0,0	0,2	-	-
Sagartia elegans	An	0,0	-	-	0,2	-	-	-	-	**1,8**	-	0,1	-	0,0	0,0	-	0,1	-	0,4	-	0,1	-	-
Hypoglossum hypoglossoides	RW	-	-	-	0,0	-	**0,4**	-	-	-	0,1	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	0,1	0,0	-
Ceramium rubrum	RW	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	0,0	-	-
Scruparia ambigua	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	-	0,0	-	-	0,1	-	0,0	-	-
Bicellariella ciliata	En	-	-	-	0,0	0,0	-	-	-	-	0,0	-	-	0,0	-	-	-	-	0,0	-	0,0	-	-
Corella eumyota	Tu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**0,7**	-	-	-

(vervolg)

		M1a	M1b	C1a	C1b1	C1b2	C1b3	C1b4	C1b5	M2	Z2b	M3	C2	C3a	kol-3	kol-2	M5	C4	M2-1	M5b	kol-1	veen	kol-2b
Diplosoma listerianum	Tu	0,1	**0,3**	**8,9**	**11,6**	**12,0**	**10,5**	**6,7**	**3,3**	**4,0**	3,2	0,8	2,7	**4,6**	**15,6**	**7,8**	**21,8**	**4,0**	**4,7**	0,7	0,9	2,4	1,7
Anguinella palmata	Br	0,0	-	-	0,0	-	-	-	-	0,1	-	-	0,8	0,1	0,2	0,0	-	-	**4,0**	0,0	-	-	-
Tubularia indivisa	Hy	0,0	0,3	**5,4**	0,0	-	-	**4,0**	-	**0,1**	-	-	-	**1,1**	-	0,1	-	-	**0,7**	**0,4**	0,2	-	-
Haliclona oculata	Sp	-	-	0,2	0,5	0,2	**0,9**	**0,7**	-	-	-	-	0,0	0,2	0,1	0,2	-	-	0,3	-	-	-	-
Aplidium glabrum	Tu	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,3	**1,5**	0,4	0,1	-	-	0,1	-	0,1	-	-
Scypha ciliata	Sp	-	-	0,1	0,0	-	0,1	-	-	**0,2**	-	0,1	0,0	**0,4**	0,1	0,2	-	-	0,0	-	0,0	0,0	-
Alcyonium digitatum	An	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	0,0	-	-	0,0	-	-	-	-
Sagartogeton undatus	An	-	-	-	0,0	-	-	-	-	0,1	-	-	-	0,0	0,1	-	-	-	0,0	-	-	-	-
Crisia aculeata	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-
Heterosiphonia japonica	RW	-	-	-	0,0	0,0	**3,6**	-	-	-	**0,5**	-	0,1	0,0	0,3	0,1	-	**6,7**	-	-	0,1	**0,3**	-
Eudendrium ramosum	Hy	0,0	0,1	**1,7**	**10,0**	**4,6**	**8,2**	**1,7**	**4,0**	**1,0**	0,1	1,9	**2,0**	**1,3**	0,7	3,1	0,2	**1,3**	**1,0**	0,2	**1,0**	-	-
Myeale micracanthoxea	Sp	0,0	0,2	0,4	0,4	**0,9**	**1,2**	**0,7**	-	0,9	0,1	0,9	0,2	2,2	-	0,1	**1,7**	**1,3**	0,1	-	-	0,2	-
Haliclona xena	Sp	-	-	-	0,0	0,2	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	0,1	-	**1,0**	-	-	-	0,0	-
Callithamnion tetragonum	RW	-	-	-	-	-	**0,4**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**0,7**	-	-	-	-	-
Dictyota dichotoma	BW	-	0,0	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**0,3**	-	-	-	-	-
BL *Undaria pinnatifida*	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**6,7**	-	-	-	-	-
Codiales (jile fase)	GW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**0,8**	-	-	-	-	-
Undaria pinnatifida	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**0,7**	-	-	-	-	-
Halichondria bowerbanki	Sp	-	0,1	0,4	**1,1**	0,1	0,3	**0,5**	**0,8**	**5,6**	0,1	-	**2,7**	0,6	-	0,1	**1,5**	-	0,4	-	-	-	-
Styela clava	Tu	0,0	0,1	**0,9**	**1,0**	**2,4**	**1,3**	**0,7**	-	-	**1,9**	0,2	**1,9**	**6,3**	**0,7**	**0,6**	**1,1**	-	0,3	0,0	0,0	0,0	-
KL *Fenestrulina cf delicia*	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	0,0	0,1	-	-	-	-	-	-
KL *Smittoidea cf prolifica*	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-
KL *Electra pilosa*	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**0,3**	-	-	-	0,0	-	-
Griffithsia devoniensis	RW	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-
Fenestrulina cf delicia	Br	0,0	-	-	0,1	0,0	**0,3**	-	**0,2**	-	0,0	**0,3**	**0,2**	0,1	0,1	0,0	-	-	-	0,0	-	-	-
Hymeniacidon perlevis	Sp	0,0	-	-	0,0	-	-	-	**0,3**	-	0,1	-	0,1	**1,4**	0,1	0,0	-	-	0,0	-	-	-	-
Dendrodoa grossularia	Tu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mytilus edulis	Bi	0,2	**0,3**	**24,8**	0,2	0,1	0,1	-	-	**0,2**	0,1	-	0,1	**2,7**	0,0	0,0	**0,4**	**0,2**	**0,2**	-	0,2	-	-
Diadumene cincta	An	0,1	1,1	**6,7**	**1,8**	**2,7**	**2,6**	**3,7**	**4,7**	0,4	1,2	**1,0**	-	**1,9**	0,1	0,0	-	-	0,0	-	0,0	-	-
Celtodoryx girardae	Sp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-
Oscarella lobularis	Sp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-
KL *Schizomavella linearis*	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-
KL *Callopora cf dumerilii*	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-
Bowerbankia citrina	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4	-	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-
Prosuberites epiphytum	Sp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Botryllus schlosseri	Tu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cryptopleura ramosa	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Barentsia gracilis	En	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ceramium deslongchampsii	RW	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-
Polysiphonia nigra	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Callithamnion byssoides	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polysiphonia elongata	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sarsia tubulosa	Hy	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Griffithsia flosculosa	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Diadumene luciae	An	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Celleporella hyalina	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Halisarca dujardini	Sp	-	-	-	0,0	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-
Tubularia larynx	Hy	-	-	0,6	0,0	0,1	-	**4,7**	-	0,1	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	0,1	0,1	-	-
Cryptosula pallasiana	Br	-	-	-	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nitophyllum punctatum	RW	-	-	-	-	-	**0,2**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
index (base2)		0,858	1,127	2,798	2,321	1,863	2,247	2,377	1,612	2,062	1,785	1,092	3,268	3,486	2,882	2,650	3,1	1,979	2,824	2,555	1,934	1,596	2,790
evenness		0,263	0,277	0,653	0,535	0,442	0,479	0,525	0,356	0,461	0,445	0,264	0,697	0,721	0,646	0,609	0,7	0,444	0,654	0,597	0,494	0,503	0,841
gemiddeld aantal soorten		10,4	17,0	20,3	20,4	19,0	26,0	23,0	23,0	23,0	16,4	17,5	26,0	28,8	22,0	20,2	22,0	22,0	20,0	19,5	14,9	9,4	10,0
totaal aantal soorten		39	34	32	54	35	38	23	23	34	47	25	53	58	41	60	28	22	40	37	41	21	13
aantal stations		21	7	3	37	7	4	1	1	3	21	2	13	21	7	46	2	1	8	12	22	7	2
kaal		21,0	14,0	5,0	21,2	13,3	10,4	6,7	16,7	18,3	19,1	20,0	48,7	20,7	53,6	42,1	64,9	16,7	53,1	88,3	49,3	57,6	95,5

Bijlage 4. Verdeling van de sublitorale levensgemeenschappen op hard substraat

Westb = Westbout, Burgh-w = Burghsluis-west, Burg = Burghsluis, Pt = Plompetoren, Sch-wII = Schelphoek-westII, Sch-w = Schelphoek-west, Sch-m = Schelphoek-midden, Sch-o = Schelphoek-oost, Flau = Flaauwers inlaag, Kts = Kisternol, Lok = Lokkersnol, Ww = Weldamseweg, Zie= Zierikzee, Kul = Kurkernol, Zeel-w = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-west, Zeel-m = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-midden, Zeel-o = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-oost, Zuidb = Zuidbout, Zijpe-b = Zijpe Blindedam, Zijpe-z = Zijpe Zoetersbout, Zijpe-r = Zijpe-referentie. Breuk = breukstenen bestorting, staal = staalslakkenbestorting.


2009
Westb
Burgh
Plt
Sch-w breuk
Sch-m breuk
Sch-m sts1
Sch-o breuk
Flau
Kis
Lok
Lok-o breuk
Ww
Zier
Kul
Zeel-west breuk
Zeel-midden breuk
Zeel-pijler beton
Zeel-oost breuk
Zuidb
Zijpe-B
Zijpe-Z
Zijpe-r
0.0-2.5
2.6-5.0
5.1-7.5
7.6-10.0
10.1-12.5
12.6-15.0
15.1-17.5
17.6-20.0
20.1-22.5
22.6-25.0
M2
C1a
M1a
M1b
I3a3
I1a
I1b
C1b1
I5b
I4b
I3a5
I3a2
C1b3
I5-diep1
C4
C3a
I3a1
Z2b
veen
M3
2010
Westb
Burgh-w
Burgh
Plt
Sch-wII breuk
Sch-w sts1
Sch-o klb
Zie
Zeel-west sts1
Zeel-midden sts1
Zeel-oost sts1
kol-1
kol-2
2011
Westb
Burgh-w
Burgh
Plt
Sch-w sts1
Sch-m sts1
Sch-o sts1
Zie
Zeel-west sts1
Zeel-midden sts1
Zeel-oost sts1
I2a1
C1b4
I3a5
kol-2b
kol-1
Ecorif:
2012
Westb
Burgh-w
Burgh
Plt
Sch-w sts1
Sch-m sts1
Sch-o sts1
Zie
Zeel-west sts1
Zeel-midden sts1
Zeel-oost sts1
2013
Westb
Burgh-w
Burgh
Plt
Sch-w sts1
Sch-m sts1
Sch-o sts1
Zie
Zeel-west sts1
Zeel-midden sts1
Zeel-oost sts1
Mz-1
2014
Westb
Bur-w
Burg
Plt
Sch-wII breuk
Sch-w sts1
Sch-m sts1
Sch-o sts1
Zie
Zeel-west sts1
Zeel-midden sts1
Zeel-oost sts1
I4b
Mz-1
2015
Westb
Bur-w
Burg
Plt
Sch-wII west
Sch-wII oost
Sch-w sts1
sch-m sts1
sch-o sts1
Zie
Zeel-west sts1
Zeel-midden sts1
Zeel-oost sts1
M5b
C2
C1b5

Bijlage 5 Infauna: soortensamenstelling infauna gemeenschappen Oosterschelde

Tabel. Geordende tabel van de zachtsubstraat gemeenschappen in de Oosterschelde in 2009-2014. Vet gedrukte dichtheden geven een presentie van de soort in 66.7% van de stations van een gemeenschap, onderstreepte waarden geven per soort een voorkomen van minimaal 90% van de totale kwantiteit binnen de onderzochte stations. Afkortingen: An - Anthozoa, Br -- Bryozoa, Cr - Crustacea, Ech - Echinodermata, Echi - Echiura, Mol - Mollusca, Ne - Nemertea, Ol - Oligochaeta, Ph - Phoronida, Pl - Plathyhelminthes, Po - Polychaeta, Pyc -Pycnogonidae, Sp - Porifera en Tu - Tunicaten.

		A1	A4	A5	A6	A7	B1	B2	B3	D	E	G	H	I	K	M	N	O	leeg
Nudibranchia	(Mol)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**50,2**	-
Brachyura	(Cr)	-	-	-	-	-	5,6	0,7	-	16,7	-	-	-	-	-	-	**50,2**	-	-
Mytilus edulis	(Mol)	-	-	1,3	-	-	-	7,0	-	16,7	-	-	-	-	-	**50,2**	-	-	-
Streblospio shrubsoli	(Po)	**184,2**	-	**323,8**	-	-	76,3	99,1	-	-	6,3	10,0	39,1	-	**50,2**	-	-	-	-
Sycon ciliatum	(Sp)	-	-	-	-	-	-	1,4	25,1	-	-	-	-	-	**50,2**	-	-	-	-
Fabricia stellaris stellaris	(Po)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**200,9**	-	-	-	-
Actiniaria	(An)	83,7	25,1	19,8	-	-	**139,5**	58,6	75,3	**100,5**	-	10,0	-	**226,0**	-	-	-	-	-
Ascidiacea	(Tu)	-	-	9,3	-	-	1,9	13,3	**75,3**	-	-	-	-	25,1	-	-	-	-	-
Asterias rubens	(Ech)	-	-	-	-	-	-	2,8	25,1	-	-	-	-	25,1	-	-	-	-	-
Crangon crangon	(Cr)	-	-	11,9	**50,2**	-	9,3	12,6	50,2	-	-	-	11,2	25,1	-	-	-	-	-
Malmgreniella darbouxi	(Po)	-	-	-	25,1	-	14,9	5,6	-	50,2	-	-	-	25,1	-	-	-	-	-
Photis (spec.)	(Cr)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25,1	-	-	-	-	-
Tornus subcarinatus	(Mol)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25,1	-	-	-	-	-
Ruditapes philippinarum	(Mol)	-	-	2,6	-	-	-	54,4	75,3	50,2	-	-	**184,2**	-	-	-	-	-	-
Bivalve (spec.)	(Mol)	-	-	18,5	-	-	83,7	7,7	50,2	-	-	-	184,2	-	-	-	-	-	-
Nephtys hombergii	(Po)	**167,4**	**100,5**	55,5	50,2	**75,3**	**93,0**	61,4	-	16,7	-	10,0	**167,4**	-	-	-	-	-	-
Phoronida	(Ph)	16,7	-	-	-	-	68,8	26,5	-	-	-	-	39,1	-	-	-	-	-	-
Abra prismatica	(Mol)	-	-	10,6	25,1	-	-	4,9	-	-	-	-	27,9	-	-	-	-	-	-
Owenia fusiformis	(Po)	-	-	9,3	-	-	37,2	30,7	-	-	-	-	27,9	-	-	-	-	-	-
Spisula subtruncata	(Mol)	-	-	1,3	-	-	5,6	0,7	-	-	-	-	22,3	-	-	-	-	-	-
Ophiothrix fragilis	(Ech)	-	-	2,6	-	-	7,4	7,0	-	-	-	30,1	11,2	-	-	-	-	-	-
Ophiuroidea	(Ech)	-	-	1,3	-	-	7,4	57,9	**50,2**	33,5	-	-	11,2	-	-	-	-	-	-
Ampelisca brevicornis	(Cr)	-	-	2,6	-	-	3,7	28,6	-	-	-	-	5,6	-	-	-	-	-	-
Cerastoderma edule	(Mol)	-	-	-	-	25,1	-	1,4	-	-	-	-	5,6	-	-	-	-	-	-
Gammaridea	(Cr)	-	-	4,0	-	-	5,6	11,9	-	-	-	-	5,6	-	-	-	-	-	-
Monocorophium insidiosum	(Cr)	-	-	1,3	-	-	7,4	9,1	-	-	-	-	5,6	-	-	-	-	-	-
OSTRACODA	(Cr)	-	-	2,6	-	-	-	34,2	-	-	-	-	5,6	-	-	-	-	-	-
Oligochaeta	(Oli)	**3147,5**	**351,6**	**1831,9**	**452,0**	25,1	**788,7**	**3342,2**	**351,6**	83,7	583,9	**753,4**	27,9	25,1	-	-	-	-	-
Nereis succinea	(Po)	-	-	-	-	-	-	2,1	-	-	-	20,1	-	-	-	-	-	-	-
Aora typica	(Cr)	-	-	1,3	-	-	11,2	87,9	-	-	-	10,0	-	-	-	-	-	-	-
Arenicola (spec.)	(Po)	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	10,0	-	-	-	-	-	-	-
Gammarus locusta	(Cr)	-	-	2,6	-	-	5,6	2,8	-	-	-	10,0	-	-	-	-	-	-	-
Gattyana cirrosa	(Po)	-	-	1,3	-	-	7,4	24,4	25,1	-	-	10,0	-	-	-	-	-	-	-
Nephtys caeca	(Po)	-	-	-	-	-	1,9	-	-	-	-	10,0	-	-	-	-	-	-	-
Platynereis dumerilli	(Po)	-	-	-	-	-	-	2,1	-	-	-	10,0	-	-	-	-	-	-	-
Capitella capitata	(Po)	-	-	260,4	100,5	75,3	29,8	204,4	-	-	**144,4**	10,0	-	-	-	-	-	-	-
Abra alba	(Mol)	-	-	148,0	**150,7**	-	**965,5**	**628,5**	-	16,7	131,8	50,2	16,7	-	-	-	-	-	-
Heteromastus filiformis	(Po)	**184,2**	100,5	70,1	25,1	-	**346,0**	**482,0**	**477,2**	33,5	75,3	-	-	50,2	-	-	-	-	-
Corophiidae	(Cr)	-	-	1,3	-	-	14,9	41,9	-	-	12,6	-	-	-	-	-	-	-	-
Aoridae	(Cr)	-	-	14,5	-	-	13,0	24,4	-	-	6,3	-	-	-	-	-	-	-	-
BRYOZOA	(Br)	-	-	7,9	25,1	-	3,7	10,5	-	-	6,3	-	-	-	-	-	-	-	-
Caprellidae	(Cr)	-	-	5,3	50,2	-	3,7	285,3	-	-	6,3	-	-	-	-	-	-	-	-
Nereis diversicolor	(Po)	-	-	-	-	-	-	2,1	-	16,7	6,3	-	-	-	-	-	-	-	-
Pholoe inornata	(Po)	-	-	-	-	-	3,7	51,6	-	-	6,3	-	-	-	-	-	-	-	-

(vervolg)

		A1	A4	A5	A6	A7	B1	B2	B3	D	E	G	H	I	K	M	N	O	leeg
Scoloplos armiger	(Po)	-	-	146,7	-	-	**591,6**	**1064,5**	-	**368,3**	-	10,0	33,5	-	-	-	-	-	-
Lanice conchilega	(Po)	-	-	-	-	-	145,1	237,9	25,1	**150,7**	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Phyllodoce mucosa	(Po)	-	-	2,6	-	-	5,6	108,8	-	117,2	-	-	5,6	-	-	-	-	-	-
Decapoda	(Cr)	-	-	-	-	-	1,9	14,6	-	100,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ensis (spec.)	(Mol)	-	-	2,6	-	-	11,2	34,2	75,3	**50,2**	-	-	5,6	-	-	-	-	-	-
Cheirocratus sundevallii	(Cr)	-	-	-	-	-	-	73,2	-	50,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nephtys (spec.)	(Po)	33,5	-	15,9	-	-	24,2	4,2	25,1	**50,2**	6,3	-	-	-	-	-	-	-	-
Ampharete acutifrons	(Po)	-	-	1,3	-	-	1,9	60,0	-	33,5	-	-	5,6	-	-	-	-	-	-
Crepidula fornicata	(Mol)	-	-	1,3	**50,2**	-	1,9	145,8	25,1	33,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Eumida (spec.)	(Po)	-	-	-	-	-	14,9	17,4	-	33,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Glycera (spec.)	(Po)	-	-	15,9	-	-	1,9	**89,3**	50,2	16,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kurtiella bidentata	(Mol)	-	50,2	-	-	-	1,9	20,2	-	16,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polynoidae	(Po)	-	-	2,6	-	-	7,4	3,5	-	16,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Autolytus (spec.)	(Po)	-	-	-	-	-	1,9	-	-	16,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bodotria pulchella	(Cr)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	16,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Syllis gracillis	(Po)	-	-	-	-	-	-	-	-	16,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aphelochaeta marioni	(Po)	**301,4**	-	**674,1**	**1155,2**	**75,3**	**381,3**	**2978,0**	**1130,1**	**33,5**	62,8	-	22,3	-	-	-	-	-	-
Venerupis corrugata	(Mol)	-	-	1,3	75,3	-	-	48,8	100,5	-	-	-	11,2	-	-	-	-	-	-
Notomastus latericeus	(Po)	-	25,1	17,2	-	-	20,5	**258,8**	75,3	16,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carcinus maenas	(Cr)	-	-	-	25,1	-	-	7,0	25,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nemertea	(Ne)	-	-	10,6	50,2	-	63,2	13,3	25,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Abra nitida	(Mol)	-	-	2,6	-	-	-	7,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pseudopolydora pulchra	(Po)	-	-	22,5	-	-	18,6	333,4	**50,2**	-	-	-	11,2	-	-	-	-	-	-
Cossura longocirrata	(Po)	-	-	88,6	**150,7**	-	40,9	135,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Veneridae	(Mol)	-	-	-	25,1	-	1,9	45,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Macoma balthica	(Mol)	-	25,1	2,6	**100,5**	-	11,2	25,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Flabelligera affinis	(Po)	-	-	-	25,1	-	-	10,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mya arenaria	(Mol)	-	-	-	25,1	-	1,9	9,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Crassicorophium bonellii	(Cr)	-	-	1,3	-	-	3,7	7,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Exogone naidina	(Po)	-	-	5,3	-	-	-	7,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Idotea (spec.)	(Cr)	-	-	1,3	-	-	1,9	5,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hesionidae	(Po)	-	-	1,3	-	-	3,7	4,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Perioculodes longimanus	(Cr)	-	-	4,0	-	25,1	5,6	4,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pygospio elegans	(Po)	-	-	1,3	-	-	1,9	2,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Neoamphitrite (spec.)	(Po)	16,7	-	1,3	-	-	1,9	2,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PORIFERA	(Sp)	-	-	1,3	25,1	-	-	2,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jassa marmorata	(Cr)	-	-	2,6	-	-	-	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nereis (spec.)	(Po)	16,7	-	1,3	-	-	7,4	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Diastylis bradyi	(Cr)	-	-	1,3	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stenothoidae	(Cr)	-	-	1,3	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polydora cornuta	(Po)	-	-	2,6	25,1	25,1	52,1	7,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Spiophanes bombyx	(Po)	-	-	-	-	-	109,8	23,7	**50,2**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Eteone (spec.)	(Po)	-	-	4,0	-	-	14,9	66,3	50,2	-	-	-	5,6	-	-	-	-	-	-
HYDROZOA	(Hy)	-	-	1,3	-	-	1,9	3,5	25,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Neoamphitrite figulus	(Po)	-	-	2,6	-	-	1,9	21,6	25,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Palaemon (spec.)	(Cr)	-	-	-	-	-	-	-	25,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sthenelais boa	(Po)	-	-	-	-	-	31,6	76,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Monocorophium sextonae	(Cr)	-	-	1,3	-	-	27,9	68,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Microdeutopus anomalus	(Cr)	-	-	-	-	-	29,8	55,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pholoe baltica	(Po)	-	-	-	-	-	37,2	35,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nereis longissima	(Po)	-	-	4,0	-	-	11,2	30,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Microdeutopus (spec.)	(Cr)	-	-	2,6	-	-	3,7	23,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Phyllodoce (spec.)	(Po)	-	-	2,6	-	-	18,6	23,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bodotria scorpioides	(Cr)	-	-	1,3	-	-	1,9	9,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sabella (spec.)	(Po)	-	-	-	-	-	9,3	7,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Melita obtusata	(Cr)	-	-	-	-	-	5,6	6,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Petricola pholadiformis	(Mol)	-	-	-	-	-	5,6	5,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Anoplodactylus petiolatus	(Pyc)	-	-	-	-	-	1,9	4,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ophiura albida	(Ech)	-	-	-	-	-	1,9	4,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aonides oxycephala	(Po)	-	-	-	-	-	1,9	5,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nassarius (spec.)	(Mol)	-	-	-	-	-	5,6	3,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polychaeta (spec.)	(Po)	-	-	-	-	-	7,4	3,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Phyllodoce groenlandica	(Po)	-	-	-	-	-	1,9	2,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nereis virens	(Po)	-	-	-	-	-	1,9	2,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jassa (spec.)	(Cr)	-	-	-	-	-	7,4	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aphroditidae	(Po)	-	-	-	-	-	1,9	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Malmgreniella (spec.)	(Po)	-	-	-	-	-	1,9	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nymphon (spec.)	(Pyc)	-	-	-	-	-	1,9	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Spio martinensis	(Po)	-	-	-	-	-	1,9	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tellina fabula	(Mol)	-	-	-	-	-	3,7	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(vervolg)

		A1	A4	A5	A6	A7	B1	B2	B3	D	E	G	H	I	K	M	N	O	leeg
Mediomastus fragilis	(Po)	-	-	2,6	-	-	-	310,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hemichordata	(Tu)	-	-	1,3	-	-	-	62,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polycirrus (spec.)	(Po)	-	-	2,6	-	-	1,9	59,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Harmothoe impar	(Po)	-	-	-	-	-	-	18,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cheirocratus (spec.)	(Cr)	-	-	-	-	-	-	13,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kefersteinia cirrata	(Po)	-	-	-	-	-	-	7,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TANAIDACEA	(Cr)	-	-	-	-	-	-	7,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Microphthalmus aberrans	(Po)	-	-	-	-	-	-	6,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Balanus crenatus	(Cr)	-	-	-	-	-	-	4,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Eumida sanguinea	(Po)	-	-	-	-	-	-	4,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Eteoninae	(Po)	-	-	-	-	-	-	4,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Melinna elisabethae	(Po)	-	-	-	-	-	-	4,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Amphilochus neapolitanus	(Cr)	-	-	-	-	-	-	3,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lepidonotus squamatus	(Po)	-	-	-	-	-	-	3,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Syllidia armata	(Po)	-	-	-	-	-	-	3,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Achelia echinata	(Pyc)	-	-	-	-	-	-	2,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nephtys cirrosa	(Po)	-	-	-	-	-	-	2,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nicolea zostericola	(Po)	-	-	-	-	-	-	2,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ammothea hilgendorfi	(Pyc)	-	-	-	-	-	-	2,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hippolyte varians	(Cr)	-	-	-	-	-	-	2,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pholoe (spec.)	(Po)	-	-	-	-	-	-	2,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bodotriidae	(Cr)	-	-	-	-	-	-	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hippolyte (spec.)	(Cr)	-	-	-	-	-	-	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lepidonotus (spec.)	(Po)	-	-	-	-	-	-	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lysianassa ceratina	(Cr)	-	-	-	-	-	-	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Platyhelminthes	(Pla)	-	-	-	-	-	-	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Proceraea cornuta	(Po)	-	-	-	-	-	-	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Amphipoda (spec.)	(Cr)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Arenicola marina	(Po)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Atylidae	(Cr)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Atylus swammerdami	(Cr)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Autolytus edwardsi	(Po)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Autylus prolifer	(Po)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ciona intestinalis	(Tu)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Crassostrea gigas	(Mol)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Elminius modestus	(Cr)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Epitonium clathrus	(Mol)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Eulalia viridis	(Po)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Harmothoe imbricata	(Po)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Liocarcinus holsatus	(Cr)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Liocarcinus navigator	(Cr)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lumbrineridae	(Po)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Macropodia (spec.)	(Cr)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Macropodia rostrata	(Cr)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Magelona (spec.)	(Po)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Monocorophium acherusicum	(Cr)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ophiodromus flexuosus	(Po)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pectinaria koreni	(Po)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Poecilochaetus serpens	(Po)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polydora ciliata	(Po)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SABELLIDA	(Po)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Scolelepis fuliginosa	(Po)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stenothoe marina	(Cr)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stenothoe monoculoides	(Cr)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Terebellidae	(Po)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Melita (spec.)	(Cr)	-	-	-	-	-	7,4	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ophiura ophiura	(Ech)	-	-	-	-	-	7,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bathyporeia (spec.)	(Cr)	-	-	-	-	-	3,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gastropoda	(Mol)	-	-	-	-	-	3,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polydora (spec.)	(Po)	-		-	-	-	1,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Spio (spec.)	(Po)	-	-	-	-	-	1,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Spionidae	(Po)	-	-	-	-	-	1,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tellina tenuis	(Mol)	-	-	-	-	-	1,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gammarus (spec.)	(Cr)	-	-	2,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Echiurus echiurus	(Echiura)	-	25,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Echinocardium cordatum	(Ech)	50,2	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tellimya ferruginosa	(Mol)	16,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Index (base 2)		1,805	1,674	2,149	2,689	2,047	2,816	3,022	3,280	3,043	1,130	1,567	2,099	1,955	1,252	0,000	0,000	0,000	****
Evenness		0,623	0,704	0,674	0,709	0,946	0,728	0,663	0,810	0,891	0,527	0,793	0,842	0,842	0,790	0,000	0,000	0,000	****
gemiddeld aantal soorten		7,3	5,0	9,5	14,5	4,5	15,5	24,3	17,0	12,3	3,8	4,2	6,4	5,0	3,0	1,0	1,0	1,0	0,0
dichtheid		4219,0	703,2	3888,6	2687,1	326,5	4574,3	12572,7	3063,8	1573,8	1054,8	964,3	898,5	452,0	301,4	50,2	50,2	50,2	0,0
totaal aantal soorten		12	8	70	22	7	95	163	27	29	13	15	26	9	3	1	1	1	1
n stations		3	2	38	2	2	27	72	2	3	8	5	9	2	1	1	1	1	1

Bijlage 6 Ruwe data sedimentvallen en sediment dikte

Inhoud van de sedimentvallen, fracties in $g.m^{-2}.dag^{-1}$.

september	1	2	3	4	5	6	7	8
3.5 meter	Burg	Sch-w	Sch-o	Kis	Zie-gr	Zie	Zeel	Wem
in:	21-08	18-08	17-08	17-08		19-08	19-08	20-08
uit:	22-09	14-09	14-09	21-09		11-09	21-09	16-09
n dagen:	32	27	28	35		23	33	27
>2.8	214,5	0,0	59,5	3,2		1,6	2,3	2,4
2.8-1.4	50,9	0,0	114,3	1,3		0,8	0,3	0,3
1.4-0.6	229,9	0,3	377,7	4,5		1,6	2,5	1,0
0.6-0.3	117,1	0,7	178,4	2,4		2,8	18,9	2,8
0.3-0.15	86,3	5,5	34,5	7,2		10,5	28,5	9,0
0.15-0.09	207,0	18,6	23,6	25,2		9,3	22,5	63,0
0.09-0.05	157,2	22,4	34,2	43,6		25,5	12,7	34,8
<0.05	679,3	385,5	520,5	666,2		259,6	190,8	414,1
% org in slib	8,6	8,4	11,4	7,8		7,5	8,7	9,5

september	1	2	3	4	5	6	7	8
7.5 meter	Burg	Sch-w	Sch-o	Kis	Zie-gr	Zie	Zeel	Wem
in:	21-08	18-08	17-08	17-08		19-08	19-08	20-08
uit:	22-09	14-09	14-09	21-09		11-09	21-09	16-09
n dagen:	32	27	28	35		23	33	27
>2.8	192,7	0,7	1,7	2,1		0,0	6,5	0,0
2.8-1.4	5,2	0,3	38,5	1,1		0,0	2,5	1,7
1.4-0.6	334,8	0,7	131,5	5,0		0,4	6,8	0,3
0.6-0.3	371,2	2,1	70,1	0,5		2,4	10,1	1,4
0.3-0.15	66,6	6,2	31,9	9,0		6,9	15,8	11,4
0.15-0.09	118,3	19,3	47,8	21,0		11,3	16,9	97,5
0.09-0.05	120,9	17,2	41,5	39,3		20,6	13,0	84,7
<0.05	764,4	656,3	697,9	717,3		24,7	173,9	272,8
% org in slib	12,3	8,1	8,3	9,0		8,2	8,6	8,5

september	1	2	3	4	5	6	7	8
15 meter	Burg	Sch-w	Sch-o	Kis	Zie-gr	Zie	Zeel	Wem
in:	21-08	18-08	17-08	17-08		19-08	19-08	20-08
uit:	22-09	14-09	14-09	21-09		11-09	21-09	-
n dagen:	32	27	28	35		23	33	
>2.8	198,2	0,0	419,2	0,8		0,4	0,3	
2.8-1.4	216,0	0,0	1095,2	0,3		0,0	1,1	
1.4-0.6	1380,9	0,3	711,2	1,1		2,0	1,4	
0.6-0.3	523,8	2,4	66,4	0,3		14,6	3,7	
0.3-0.15	106,4	12,7	145,5	2,7		29,1	15,2	
0.15-0.09	188,1	59,9	90,4	18,1		29,9	16,9	
0.09-0.05	82,3	46,9	143,5	41,2		60,7	13,0	
<0.05	719,4	79,6	795,9	852,5		563,7	235,1	
% org in slib	12,5	5,7	15,8	7,4		8,1	9,0	

(vervolg).

oktober	1	2	3	4	5	6	7	8
3.5 meter	Burg	Sch-w	Sch-o	Kis	Zie-gr	Zie	Zeel	Wem
in:	22-09	14-09	14-09	21-09		11-09	21-09	16-09
uit:	13-10	13-10	12-10	12-10		14-10	14-10	15-10
n dagen:	21	29	28	21		33	23	29
>2.8	337,9	0,0	0,3	2,7		0,0	0,0	58,4
2.8-1.4	35,0	1,3	140,8	1,8		0,0	0,0	2,9
1.4-0.6	129,8	2,2	483,0	1,8		0,6	0,4	6,7
0.6-0.3	38,1	0,6	120,3	0,9		1,7	0,8	1,6
0.3-0.15	27,9	11,5	43,5	34,5		6,5	15,4	5,5
0.15-0.09	58,0	18,0	39,5	24,4		6,5	15,0	27,6
0.09-0.05	53,6	24,1	61,8	23,0		14,7	9,3	36,2
<0.05	64,2	339,7	522,9	374,7		252,0	111,2	298,0
% org in slib	6,2	8,7	11,2	9,2		8,6	8,0	9,7

oktober	1	2	3	4	5	6	7	8
7.5 meter	Burg	Sch-w	Sch-o	Kis	Zie-gr	Zie	Zeel	Wem
in:	22-09	14-09	14-09	21-09	11-09	11-09	21-09	16-09
uit:	13-10	13-10	12-10	12-10	14-10	14-10	14-10	15-10
n dagen:	21	29	28	21	33	33	23	29
>2.8	664,4	0,0	64,1	0,4	0,3	0,6	4,9	18,6
2.8-1.4	5,3	0,0	454,8	0,4	0,3	0,3	0,0	2,9
1.4-0.6	13,7	0,6	96,7	1,3	1,4	0,8	0,4	6,4
0.6-0.3	16,8	1,0	209,9	0,9	0,3	1,4	2,8	1,6
0.3-0.15	23,9	16,4	31,2	28,3	9,6	6,5	16,6	9,6
0.15-0.09	60,7	18,6	51,8	34,1	17,5	6,8	17,0	76,3
0.09-0.05	46,1	44,3	43,5	46,9	24,8	14,9	11,7	66,7
<0.05	71,8	657,8	484,7	325,1	332,0	241,3	105,5	356,7
% org in slib	8,6	7,9	13,8	8,0	8,4	8,4	8,0	9,4

oktober	1	2	3	4	5	6	7	8
15 meter	Burg	Sch-w	Sch-o	Kis	Zie-gr	Zie	Zeel	Wem
in:	22-09	14-09	14-09	21-09	11-09	11-09	21-09	16-09
uit:	13-10	13-10	12-10	12-10	14-10	14-10	14-10	-
n dagen:	21	29	28	21	33	33	23	
>2.8	20,4	2,6	0,0	0,0	12,7	3,9	0,0	
2.8-1.4	15,1	0,3	0,0	0,4	0,3	0,3	0,0	
1.4-0.6	188,7	1,3	0,0	0,9	0,8	0,6	0,4	
0.6-0.3	348,1	0,6	0,0	0,9	0,0	0,6	2,0	
0.3-0.15	50,0	13,8	1,7	7,1	2,5	6,2	9,3	
0.15-0.09	112,9	50,7	2,0	23,0	16,1	16,6	22,6	
0.09-0.05	89,5	55,8	0,7	46,1	34,4	27,1	15,4	
<0.05	510,7	764,9	2,0	447,8	510,4	351,2	184,0	
% org in slib	11,7	8,8	16,7	8,4	8,8	9,0	9,0	

Sedimentdikte op vier transecten bij de Schelphoek-westII.

transect: west			transect: west-midden			transect: midden-oost			transect: oost		
N51 41,132; O3 48.719			N51 41,128; O3 48,753			N51 41,122; O3 48,785			N51 41,118; O3 48.827		
N51 41,153; O3 48,749			N51 41,150; O3 48,776			N51 41,142; O3 48,802			N51 41,142; O3 48,823		
substraat	diepte NAP	sed in m	substraat	diepte NAP	sed in m	substraat	diepte NAP	sed in m	substraat	diepte NAP	sed in m
grind	14,7	0,00	grind	13,9	0,14	grind	15,8	0,04	grind	16,0	0,02
grind	14,5	0,00	grind	13,7	0,10	grind	15,7	0,02	grind	15,9	0,01
grind	14,4	0,01	grind	13,6	0,02	grind	15,6	0,04	grind	15,8	0,01
grind	14,4	0,01	grind	13,6	0,02	grind	15,5	0,04	grind	15,7	0,03
grind	14,2	0,01	grind	13,6	0,01	grind	15,4	0,08	grind	15,6	0,01
grind	14,1	0,03	grind	13,4	0,01	grind	15,2	0,03	grind	15,4	0,01
grind	14,0	0,04	grind	13,2	0,03	grind	15,0	0,03	grind	15,2	0,02
grind	14,0	0,02	grind	12,8	0,03	grind	14,8	0,01	grind	15,0	0,02
grind	13,8	0,01	grind	12,5	0,09	grind	14,7	0,04	grind	14,8	0,02
grind	13,7	0,02	grind	12,4	0,13	grind	14,5	0,05	steen	14,5	0,02
grind	13,6	0,02	grind	12,2	0,14	steen	14,3	0,03	steen	14,4	0,00
grind	13,5	0,02	grind	12,1	0,21	steen	14,1	0,04	steen	14,1	0,00
grind	13,4	0,01	grind	12,0	0,20	steen	14,1	0,01	steen	14,0	0,02
grind	13,2	0,01	grind	11,7	0,20	grind	14,0	0,01	steen	14,0	0,01
grind	13,0	0,02	grind	11,6	0,15	grind	13,8	0,04	steen	13,7	0,07
steen	12,6	0,00	grind	11,6	0,16	grind	13,7	0,01	steen	13,7	0,03
grind	12,6	0,01	grind	11,4	0,10	grind	13,5	0,05	steen	13,3	0,07
grind	12,5	0,02	grind	11,3	0,13	grind	13,3	0,03	steen	13,2	0,03
grind	12,4	0,02	grind	11,3	0,12	grind	13,2	0,01	steen	13,0	0,01
grind	12,4	0,01	grind	11,1	0,14	grind	13,1	0,01	steen	12,9	0,02
grind	12,3	0,02	grind	11,0	0,11	grind	12,8	0,01	grind	12,8	0,03
grind	12,2	0,01	grind	11,0	0,11	grind	12,6	0,03	grind	12,5	0,03
grind	12,1	0,01	grind	10,8	0,14	grind	12,6	0,05	grind	12,3	0,03
grind	11,9	0,02	grind	10,7	0,07	grind	12,5	0,02	grind	12,1	0,06
grind	11,8	0,03	grind	10,6	0,07	grind	12,4	0,03	grind	11,9	0,10
grind	11,8	0,02	grind	10,4	0,05	grind	12,3	0,1	grind	11,9	0,12
grind	11,7	0,02	grind	10,3	0,03	grind	12,1	0,02	grind	11,9	0,16
grind	11,6	0,00	grind	10,1	0,01	grind	11,9	0,02	grind	11,8	0,13
grind	11,5	0,02	grind	9,9	0,01	grind	11,7	0,02	grind	11,7	0,15
grind	11,4	0,00	grind	9,8	0,02	grind	11,4	0,01	grind	11,5	0,01
grind	11,3	0,00	grind	9,6	0,02	grind	11,3	0,02	grind	11,3	0,01
grind	11,2	0,02	grind	9,4	0,02	grind	11,0	0,03	grind	11,1	0,04
grind	11,1	0,02	grind	9,2	0,02	grind	10,7	0,04	grind	10,9	0,01
grind	10,9	0,01	grind	9,2	0,02	grind	10,6	0,03	grind	10,7	0,02
grind	10,9	0,03	grind	9,0	0,01	grind	10,3	0,02	grind	10,5	0,02
grind	10,8	0,06	grind	8,9	0,01	grind	10,2	0,02	grind	10,3	0,02
grind	10,8	0,06	grind	8,8	0,02	grind	10,0	0,02	grind	10,1	0,01
grind	10,7	0,04	steen	8,2	0,01	grind	9,9	0,02	grind	9,9	0,01
grind	10,6	0,05	steen	7,9	0,02	grind	9,7	0,03	grind	9,7	0,02
grind	10,6	0,03	steen	7,6	0,13	grind	9,6	0,02	grind	9,5	0,02
grind	10,4	0,04	steen	7,4	0,06	grind	9,5	0,03	grind	9,3	0,01
steen	10,3	0,01	steen	7,5	0,07	grind	9,4	0,01	grind	9,1	0,02
grind	10,2	0,02	steen	7,4	0,06	grind	9,3	0,01	grind	8,8	0,03
grind	10,1	0,01	steen	7,3	0,08	grind	9,1	0,03	grind	8,6	0,03
grind	10,1	0,01	grind	7,1	0,03	grind	8,9	0,01	grind	8,4	0,01
grind	9,9	0,03	grind	6,8	0,01	grind	8,8	0,02	grind	8,2	0,02
grind	9,7	0,01	grind	6,6	0,02	grind	8,6	0,02	grind	8,0	0,02
grind	9,5	0,01	grind	6,4	0,02	grind	8,5	0,01	grind	8,0	0,01

(vervolg).

substraat	diepte NAP	sed in m	substraat	diepte NAP	sed in m	substraat	diepte NAP	sed in m	substraat	diepte NAP	sed in m
grind	9,5	0,02	grind	6,3	0,01	grind	8,3	0,02	grind	7,6	0,02
grind	9,2	0,01	grind	6,1	0,02	grind	8,0	0,05	grind	7,5	0,02
grind	9,1	0,00	grind	6,0	0,01	grind	7,8	0,02	grind	7,5	0,01
grind	9,1	0,01	grind	5,9	0,01	grind	7,6	0,02	grind	7,1	0,07
grind	9,0	0,03	grind	5,7	0,02	grind	7,4	0,01	grind	6,9	0,03
grind	8,9	0,01	grind	5,5	0,09	grind	7,3	0,03	grind	6,6	0,02
grind	8,7	0,02	grind	5,3	0,05	steen	7,0	0,15	grind	6,4	0,01
grind	8,5	0,03	grind	5,1	0,02	steen	6,9	0,18	grind	6,2	0,02
grind	8,3	0,01	grind	4,9	0,02	steen	6,7	0,13	steen	6,0	0,01
grind	8,1	0,04	grind	4,8	0,03	grind	6,5	0,01	steen	5,9	0,04
grind	8,0	0,02	grind	4,6	0,04	grind	6,3	0,05	steen	5,5	0,00
grind	8,0	0,02	grind	4,3	0,05	grind	6,1	0,12	steen	5,4	0,00
grind	7,9	0,01	grind	4,2	0,05	grind	5,9	0,21	steen	5,1	0,00
grind	7,8	0,01	grind	4,1	0,02	grind	5,7	0,12	steen	4,9	0,00
grind	7,7	0,01	grind	3,9	0,02	grind	5,5	0,14	steen	4,7	0,00
grind	7,6	0,01	grind	3,7	0,05	grind	5,4	0,11	steen	4,8	0,00
grind	7,4	0,02	steen	3,2	0,03	grind	5,2	0,15	steen	4,8	0,00
grind	7,3	0,01	steen	2,7	0,02	grind	4,9	0,13	steen	4,9	0,00
grind	7,0	0,02	steen	2,2	0,00	grind	4,8	0,12	steen	5,0	0,00
grind	7,0	0,01	steen	2,7	0,02	grind	4,6	0,09	steen	4,9	0,00
grind	6,9	0,03	steen	2,3	0,01	grind	4,5	0,06			
grind	6,9	0,03	steen	2,0	0,01	grind	4,3	0,08			
grind	6,8	0,01				grind	4,1	0,18			
grind	6,7	0,02				grind	4,0	0,13			
grind	6,6	0,01				grind	3,7	0,05			
grind	6,5	0,01				steen	3,6	0,09			
grind	6,2	0,01				steen	3,2	0,04			
grind	6,1	0,01				steen	3,2	0,03			
grind	6,0	0,01									
grind	5,9	0,00									
grind	5,7	0,01									
grind	5,6	0,01									
grind	5,6	0,01									
grind	5,5	0,01									
grind	5,4	0,01									
grind	5,4	0,01									
grind	5,2	0,01									
grind	5,0	0,02									
grind	5,1	0,03									
grind	4,9	0,02									
grind	4,7	0,01									
grind	4,5	0,01									
grind	4,3	0,00									
grind	4,3	0,01									
grind	4,2	0,02									
grind	4,0	0,02									
grind	3,9	0,02									
grind	3,9	0,03									
grind	3,7	0,00									
grind	3,8	0,04									
grind	3,7	0,01									
steen	3,4	0,00									
steen	3,2	0,00									
steen	2,9	0,00									
steen	2,6	0,00									
steen	2,5	0,00									
steen	2,5	0,00									
steen	2,4	0,00									
steen	2,2	0,00									

Bijlage 7. Ruwe data zware metalen

Gehalten aan de zware metalen (mg/kg droge stof) aluminium (Al), arseen (As), barium (Ba), cadmium (Cd), kobalt (Co), chroom (Cr), koper (Cu), ijzer (Fe), kwik (Hg), mangaan (Mn) molybdeen (Mo), nikkel (Ni), lood (Pb), antimoon (Sb), seleen (Se), vanadium (V), zink (Zn) in mg/kg droge stof en pollution load index (PLI) voor mosselen bemonsterd op locaties in de Oosterschelde in 2015. Type= type dijkversteviging waarbij REF = referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = nabij staalslak en breuksteen bestortingen op pijler van de Zeelandbrug.

ID	Loc	Type	Al	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	V	Zn	PLI	Drc
9	Zld pijler	SSBS	20	13	2.13	0.6	1.01	1.91	9.4	136	0.181	26	2.56	2.29	1.26	<0.066	3.43	<0.133	1.29	88	4.25	
0	Zld pijler	SSBS	18	12	0.392	0.594	0.992	0.994	7.1	133	0.183	16	2.7	1.92	1.42	<0.087	3.65	<0.174	0.894	86	3.38	
1	Zld pijler	SSBS	24	14	0.611	0.807	1.46	1.65	8.8	187	0.209	22	4.17	2.72	2.29	<0.086	4.1	<0.172	2.28	113	4.81	
2	Zld pijler	SSBS	23	13	0.751	0.619	0.932	1.01	8.5	154	0.179	18	2.05	1.72	1.38	<0.069	3.35	<0.137	1.26	97	3.67	
3	Zld pijler	SSBS	17	11	0.343	0.657	0.911	1.09	8.3	142	0.177	14	1.86	1.84	1.39	<0.09	3.4	<0.181	0.941	100	3.27	
4	Zld pijler	SSBS	28	13	0.496	0.625	1.06	1.25	11	160	0.195	15	2.98	2.08	1.37	<0.088	4.04	<0.177	1.6	92	3.99	

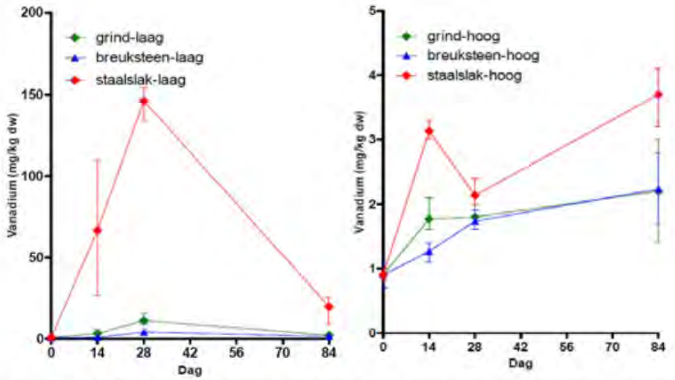
(Vervolg)

Gehalten aan de zware metalen (mg/kg droge stof) aluminium (Al), arseen (As), barium (Ba), cadmium (Cd), kobalt (Co), chroom (Cr), koper (Cu), ijzer (Fe), kwik (Hg), mangaan (Mn) molybdeen (Mo), nikkel (Ni), lood (Pb), antimoon (Sb), seleen (Se), vanadium (V), zink (Zn) in mg/kg droge stof, pollution load index (PLI) en droge stof (%) voor oesters bemonsterd op locaties in de Oosterschelde in 2015. Type= type dijkversteviging waarbij REF = referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = nabij staalslak en breuksteen bestortingen op pijler van de Zeelandbrug.

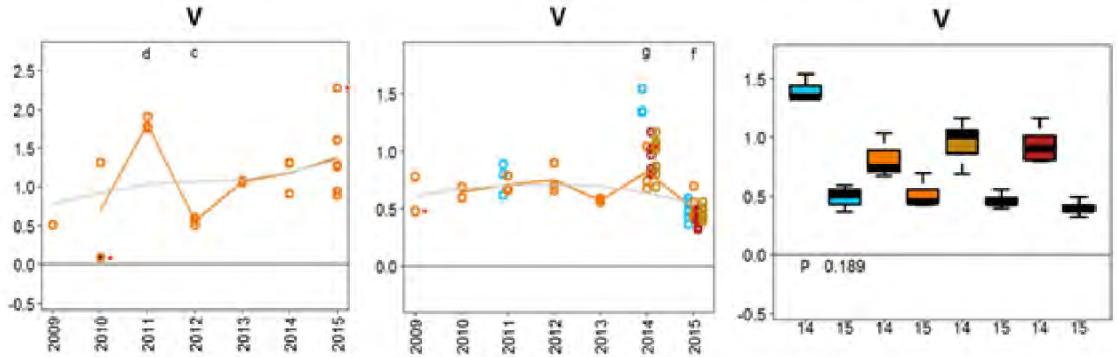
MonsterID	Loc	Type	Al	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	V	Zn	PLI	Droge stof
2015_001	Zldwest	BS	5.4	17	0.293	0.769	0.269	0.12	63	137	0.125	62	0.906	0.319	0.513	<0.088	4.04	<0.175	0.325	1113	2.73	11
2015_002	Zldwest	BS	6.6	15	0.33	0.85	0.223	0.155	88	154	0.129	46	0.993	0.343	0.497	<0.094	3.38	<0.188	0.379	1173	2.86	11
2015_003	Zldwest	BS	5.6	15	0.32	0.871	0.221	0.135	79	138	0.121	52	0.978	0.384	0.447	<0.101	3.58	<0.201	0.341	1226	2.77	9.9
2015_004	Zldwest	SS	5.2	16	0.305	0.835	0.266	0.161	86	147	0.148	58	1.18	0.41	0.505	<0.097	4.34	<0.194	0.446	1379	3.08	10
2015_005	Zldwest	SS	10	17	0.361	0.813	0.233	0.132	59	162	0.124	49	1.09	0.437	0.527	<0.101	3.94	<0.201	0.517	1007	3.01	9.9
2015_006	Zldwest	SS	14	13	0.34	0.803	0.248	0.138	68	155	0.118	61	1.19	0.37	0.515	<0.105	3.66	<0.21	0.489	1224	3.06	9.5
2015_007	Zldmidden	BS	14	15	0.287	0.913	0.243	0.193	64	157	0.134	56	1.09	0.422	0.52	<0.097	3.75	<0.194	0.49	1208	3.16	10
2015_008	Zldmidden	BS	16	13	0.295	0.973	0.224	0.167	89	174	0.118	40	1.02	0.377	0.52	<0.1	3.65	<0.201	0.424	1436	3.1	10
2015_009	Zldmidden	BS	9.6	14	0.618	0.861	0.243	0.142	77	157	0.113	45	1.15	0.373	0.538	<0.097	3.76	<0.194	0.475	1307	3.13	10
2015_010	Zldmidden	SS	11	15	0.323	0.989	0.246	0.147	76	144	0.136	41	1.05	0.364	0.514	<0.096	3.81	<0.193	0.425	1350	3.02	10
2015_011	Zldmidden	SS	8	15	0.256	0.747	0.244	0.136	82	131	0.135	47	1.01	0.33	0.438	<0.088	3.9	<0.176	0.432	1225	2.81	11
2015_012	Zldmidden	SS	8.7	14	0.385	0.966	0.235	0.158	86	153	0.151	55	1.23	0.366	0.529	<0.094	3.69	<0.189	0.435	1501	3.18	11
2015_013	Zldoost	BS	9.6	22	0.317	0.867	0.22	0.127	77	143	0.124	40	0.918	0.394	0.465	<0.093	3.54	<0.187	0.388	1195	2.89	11
2015_014	Zldoost	BS	6.3	13	0.289	0.785	0.222	0.135	64	141	0.107	38	0.853	0.328	0.461	<0.096	3.43	<0.192	0.373	1040	2.57	10
2015_015	Zldoost	BS	10	12	0.329	0.826	0.223	0.124	67	146	0.115	47	0.963	0.489	0.496	<0.101	3.64	<0.203	0.399	1038	2.83	9.9
2015_016	Zldoost	SS	14	14	0.35	0.861	0.246	0.263	53	199	0.126	43	1.3	0.433	0.61	<0.086	4.38	<0.171	0.553	921	3.27	12
2015_017	Zldoost	SS	7.5	12	0.294	0.765	0.213	0.117	51	147	0.121	41	0.967	0.368	0.492	<0.104	3.58	<0.209	0.396	886	2.6	9.6
2015_018	Zldoost	SS	5.1	14	0.479	0.923	0.241	0.136	71	142	0.14	48	1.23	0.458	0.495	<0.103	4.07	<0.207	0.446	1204	3	9.7
2015_025	Zuidbout	Ref	5.7	15	0.238	1.13	0.288	0.164	193	156	0.199	46	0.724	0.349	0.553	<0.09	3.59	<0.181	0.47	2323	3.25	11
2015_026	Zuidbout	Ref	15	14	0.281	1.04	0.326	0.384	276	181	0.215	34	0.621	0.808	0.595	<0.095	3.25	<0.189	0.591	2764	4.02	11
2015_027	Zuidbout	Ref	12	13	0.404	1.01	0.272	0.215	208	161	0.174	39	0.753	0.415	0.576	<0.101	3.56	<0.203	0.557	2914	3.63	9.9
2015_028	Zuidbout	Ref	8.6	13	0.315	0.941	0.239	0.174	154	132	0.163	30	0.571	0.339	0.599	<0.093	3.24	<0.186	0.429	1930	3.01	11
2015_029	Zuidbout	Ref	7.1	13	0.249	0.831	0.23	0.15	90	145	0.153	35	0.635	0.322	0.5	<0.086	3.02	<0.171	0.369	1363	2.68	12
2015_030	Zuidbout	Ref	8.9	14	0.264	0.909	0.274	0.201	154	150	0.2	39	0.723	0.388	0.466	<0.097	3.3	<0.195	0.551	2096	3.24	10
2015_031	Zldpijler	SSBS	13	18	0.913	0.961	0.293	0.21	147	170	0.201	31	1.14	0.442	0.473	<0.1	4.05	<0.201	0.555	1888	3.81	10
2015_032	Zldpijler	SSBS	10	15	0.361	1	0.241	0.143	154	152	0.155	25	1.27	0.445	0.375	<0.094	4.23	<0.189	0.447	1895	3.22	11
2015_033	Zldpijler	SSBS	11	14	0.352	0.812	0.239	0.145	96	141	0.136	29	1.03	0.436	0.478	<0.101	3.86	<0.201	0.42	1494	2.98	9.9
2015_034	Zldpijler	SSBS	79	14	0.589	0.831	0.249	0.328	83	245	0.134	31	1	0.442	0.581	<0.089	3.67	<0.178	0.694	1155	3.9	11
2015_035	Zldpijler	SSBS	5.9	14	0.342	0.986	0.242	0.125	99	151	0.162	39	1.22	0.416	0.48	<0.098	3.95	<0.196	0.443	1317	3.01	10
2015_036	Zldpijler	SSBS	7	18	0.55	0.993	0.263	0.144	99	137	0.166	27	1.21	0.501	0.49	<0.112	3.67	<0.224	0.457	1723	3.22	8.9

Bijlage 8. Relevante figuren mesocosm experiment 2015

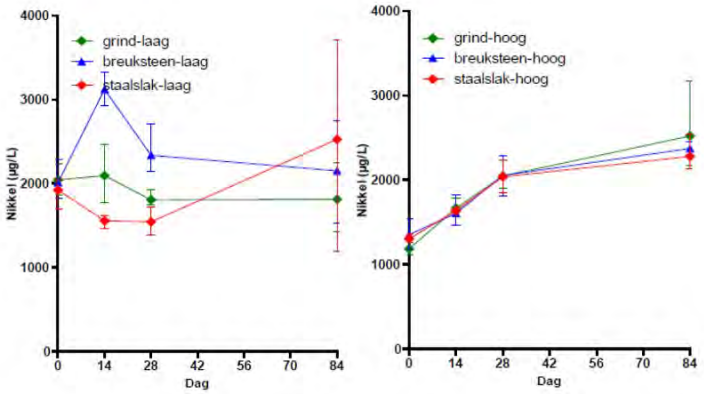
(zie Foekema e.a., 2016)



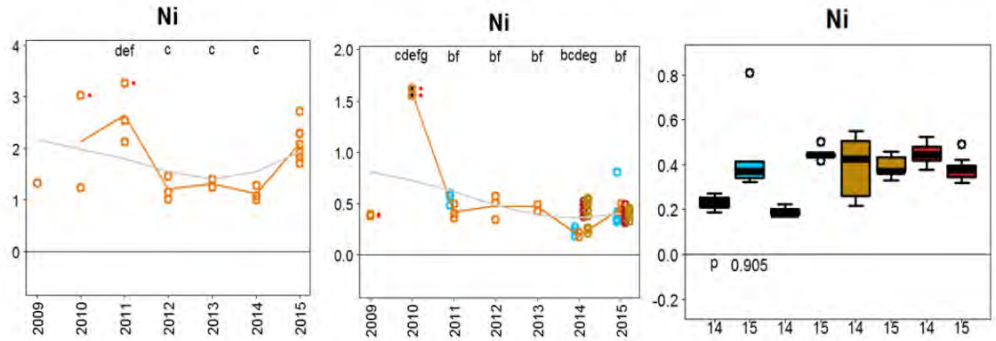
Figuur 1 Vanadium concentraties in mosselen tijdens het mesocosm experiment (Foekema e.a., 2016). Links: vanadium concentraties in mosselen bij een lage water verversing; rechts: vanadium concentraties in mosselen bij een voor de Oosterschelde representatieve water verversing.



Figuur 2 .Vanadium concentraties in schelpdieren tijdens de veldmonitoring. Links: vanadium concentraties in mosselen bij de Zeelandbrug in de periode 2009-2015; midden: vanadium concentraties in oesters bij de Zeelandbrug in de periode 2009-2015; rechts: spreiding in vanadium gehalte (mg/kg droge stof) in oesterweefsel in 2014 en 2015 bemonsterd op de referentielocatie Zuidbout (blauw), op de pijler van de Zeelandbrug (nabij staalslak en breuksteen bestortingen)(oranje), op een ondergrond van staalslakken (geel) en op een ondergrond van breukstenen (rood).



Figuur 3. Nikkel concentraties in mosselen tijdens het mesocosm experiment (Foekema e.a., 2016). Links: nikkel concentraties in water bij een lage water verversing; rechts: nikkel concentraties in water bij een voor de Oosterschelde representatieve water verversing.



Figuur 4 Nikkel concentraties in schelpdieren tijdens de veldmonitoring. Links: nikkel concentraties in mosselen bij de Zeelandbrug in de periode 2009-2015; midden: nikkel concentraties in oesters bij de Zeelandbrug in de periode 2009-2015; rechts: spreiding in nikkel gehalte (mg/kg droge stof) in oesterweefsel in 2014 en 2015 bemonsterd op de referentielocatie Zuidbout (blauw), op de pijler van de Zeelandbrug (nabij staalslak en breuksteen bestortingen)(oranje), op een ondergrond van staalslakken (geel) en op een ondergrond van breukstenen (rood).

Tabel 1. Gemeten minimum en maximum concentraties van enkele relevante metalen in mosselen tijdens de mesocosm studie met respectievelijk grind, breuksteen en staalslakken (en hoge en lage waterverversing), en de veldmonitoring 2009-2014 (Foekema e.a., 2016).

Mossel *M. edulis*		Grind Hoog	Grind laag	Breuksteen hoog	Breuksteen laag	Staalslak hoog	Staalslak laag	Veld
Cadmium (μg/kg ds)	Min	432	493	418	471	405	463	415
	Max	441	682	455	637	445	658	556
Mangaan (mg/kg ds)	Min	6.2	8.0	6.7	7.4	7.0	7.7	8.0
	Max	21	23	23	23	19	16	47
Molybdeen (μg/kg ds)	Min	443	402	471	425	447	360	1695
	Max	588	491	525	472	536	475	2966
Nikkel (μg/kg ds)	Min	1353	2012	1186	1807	1305	1547	1002
	Max	2373	3119	2522	2095	2281	2526	19473
Vanadium (mg/kg ds)	Min	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9
	Max	2	4	2	11	4	146	10

Gehaltes aan zware metalen in biota op stort- en referentielocaties in de Oosterschelde & Westerschelde. Data rapport 2014

[redacted] &
[redacted]

Technisch rapport C079/15





IMARES Wageningen UR

(IMARES - Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies)

Opdrachtgever: RWS Zeeland / Waterdienst
Poelendaelesingel 18
4335 JA Middelburg

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van Rijkswaterstaat

Publicatiedatum: 20 mei 2015

IMARES is:

- een onafhankelijk, objectief en gezaghebbend instituut dat kennis levert die noodzakelijk is voor integrale duurzame bescherming, exploitatie en ruimtelijk gebruik van de zee en kustzones;
- een instituut dat de benodigde kennis levert voor een geïntegreerde duurzame bescherming, exploitatie en ruimtelijk gebruik van zee en kustzones;
- een belangrijke, proactieve speler in nationale en internationale mariene onderzoeksnetwerken (zoals ICES en EFARO).

P.O. Box 68	P.O. Box 77	P.O. Box 57	P.O. Box 167
1970 AB IJmuiden	4400 AB Yerseke	1780 AB Den Helder	1790 AD Den Burg Texel
Phone: +31 (0)317 48 09 00	Phone: +31 (0)317 48 09 00	Phone: +31 (0)317 48 09 00	Phone: +31 (0)317 48 09 00
Fax: +31 (0)317 48 73 26	Fax: +31 (0)317 48 73 59	Fax: +31 (0)223 63 06 87	Fax: +31 (0)317 48 73 62
E-Mail: imares@wur.nl	E-Mail: imares@wur.nl	E-Mail: imares@wur.nl	E-Mail: imares@wur.nl
www.imares.wur.nl	www.imares.wur.nl	www.imares.wur.nl	www.imares.wur.nl

© 2014 IMARES Wageningen UR

IMARES, onderdeel van Stichting DLO.
KvK nr. 09098104,
IMARES BTW nr. NL 8113.83.696.B16.
Code BIC/SWIFT address: RABONL2U
IBAN code: NL 73 RABO 0373599285

De Directie van IMARES is niet aansprakelijk voor gevolgschade, noch voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van IMARES; opdrachtgever vrijwaart IMARES van aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van de opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag weergegeven en/of gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier gebruikt worden zonder schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

Inhoudsopgave

Samenvatting 5

1 Inleiding 7

2 Methoden 9

2.1 Bemonstering biota 9

2.2 Analysemethode & detectielimiet 9

2.3 Berekening Pollution Load Index 10

2.4 Data analyse 10

2.4.1 Trends in de tijd voor mossel, oester en zakpijp op de Zeelandbrug Pijler 10

2.4.2 Vergelijking tussen soorten, locaties en type stort 11

3 Resultaten 13

3.1 Trend in de tijd voor locatie Zeelandbrugpijler (2009-2014) 13

3.1.1 Mosselen (Mytilus edulis) 13

3.1.2 Japanse oester (Crassostrea gigas) 13

3.1.3 Zakpijp (Ciona intestinalis) 14

3.2 Vergelijking tussen soorten, locaties en type stort materiaal 14

3.2.1 Verschillen tussen soorten 15

3.2.2 Verschillen tussen bemonsteringslocaties 17

3.2.3 Effecten van het type stort materiaal 19

4 Discussie 22

4.1 Trend in metaalgehalten in schelpdieren en zakpijpen 22

4.2 Verschillen in metaalaccumulatie tussen soorten 24

4.3 Verschillen tussen locaties en bekken 25

4.4 Effecten van type stort materiaal 25

5 Conclusie en aanbevelingen 26

5.1 Conclusie 26

5.2 Aanbevelingen 26

Kwaliteitsborging 28

Referenties 29

Verantwoording 31

Bijlage A. Overzicht van biota bemonsteringen 32

Bijlage B. Trend in concentratie metalen, droge stof en PLI 33

Bijlage C. Verschillen in metaalaccumulatie tussen soorten 36

Bijlage D: Verschillen in metaalaccumulatie tussen locaties 38

Bijlage E. Effect type ondergrond in metaalaccumulatie 40

Bijlage F. OSPAR normoverschrijdingen 63

Bijlage G. Overzicht bemonsteringen - Oosterschelde 64

Bijlage H. Overzicht bemonsteringen - Westerschelde 70

Bijlage I. Ruwe data zware metalen 73

Samenvatting

Om erosie van de oevers en geulwanden tegen te gaan, is er in 2008 (pilot) en 2009 (structureel) begonnen om 'bestortingen' uit te voeren om de oevers te beschermen. Deze bestortingen zijn uitgevoerd met staalslakken (SS) en breukstenen (BS). Om met zekerheid vast te kunnen stellen dat als gevolg van deze bestortingen geen negatieve effecten optreden op het mariene milieu is een monitoringsprogramma ingevoerd om inzicht te krijgen in gehalten aan zware metalen in aanwezige biota meerdere jaren na het aanbrengen van vooroeververdediging.

Dit rapport beschrijft de resultaten van de metaalanalyses in biota bemonsterd op verschillende locaties in de Oosterschelde en Westerschelde. Hierbij wordt onderscheid gemaakt naar (1) de langlopende reeks voor drie soorten op de Zeelandbrug waarbij ingegaan wordt op de jaarlijkse variatie in metaalconcentratie en een mogelijke trend in de tijd (2009-2014), en (2) de verschillen tussen locaties, type stort en referentielocaties, en verschillen tussen verschillende biota soorten gericht op de uitgebreide bemonstering zoals uitgevoerd in 2014.

Trend in de tijd (2009-2014)

Trendanalyse (2009-2014) van de metaalgehalten in mosselen *Mytilus edulis*, Japanse oesters *Crassostrea gigas* en zakpijpen *Ciona intestinalis* op de Zeelandbrugpijler voorafgaand (T0) en vijf jaar na het storten (T1-T5) van breukstenen en staalslakken laat geen duidelijke verschillen in gehalte voor en na bestorting zien. Daarnaast impliceren de overeenkomsten tussen stort- en referentielocatie, dat in het geval dat er een trend optreedt, deze eerder verklaard kan worden door autonome ontwikkelingen en niet door het storten van de oeververdediging. De variatie in metaalconcentraties tussen jaren komt overeen met overige studies (Mubiana e.a. 2005, 2006), waar soms nog hogere variatie gemeten is wanneer ook seizoen effecten meegenomen werden.

Verschillen tussen soorten, locaties en type stort materiaal (2014 bemonstering)

Uit deze studie blijkt dat de metaalaccumulatie tussen soorten sterk verschillend is en afhankelijk van het soort metaal. Gemiddeld gezien (PLI) liggen metaalgehalten hoger in zakpijpen in vergelijking tot schelpdieren (mosselen en oesters) en kreeften. Dit is echter niet voor alle metalen zo; uitzonderingen waren de hoge gehalten aan kwik en arseen voor kreeften (bruinvlees) en hoge zink gehaltes in oesters.
Enkel voor oesters en blaaswieren zijn verschillen gevonden tussen de bekkens, met gemiddeld hogere waardes (PLI) in de Westerschelde ten opzichte van de Oosterschelde. Het is met de huidige bemonsteringsopzet niet mogelijk te bepalen of dit daadwerkelijk een bekken-effect is of dat dit komt door het geringe aantal monsterpunten in de Westerschelde (n=2) waarvan er tevens één de relatief vervuilde locatie Hoedekenskerke betreft.

Er zijn verschillen gemeten tussen de biota bemonsterd op de stortlocaties ten opzichte van de referentielocaties, de verschillen geven echter geen eenduidig beeld. Er zijn geen soorten of locaties geïdentificeerd die consequent hogere metaalgehalten laten zien voor stortlocaties (BS of SS) wanneer deze vergeleken worden met de bijbehorende referentielocaties, maar de resultaten tonen soms hogere, soms lagere en soms vergelijkbare gehalten.

Conclusies

Op basis van de historische data (trend 2009-2014) en de uitgebreide bemonstering zoals uitgevoerd in 2014 is er geen eenduidig effect gevonden in de metaalgehalten in biota als gevolg van het storten van de oeververdediging met staalslakken en breukstenen. Dit geldt zowel voor de temporele trend als ruimtelijke analyse. Desondanks kunnen we (korte termijn) effecten van type bestorting niet geheel uitsluiten.

Doordat er sprake is van grote jaarlijkse- en ruimtelijke variatie in metaalgehalten is het voor de monitoring in de bekkens belangrijk lange tijdreeksen op te bouwen en voldoende referentieplekken te bemonsteren. Op dit moment is er voor alleen de Zeelandbrug een meerjarige reeks beschikbaar en ligt, over het algemeen, het aantal bemonsteringen op referentielocaties lager dan het aantal bemonsteringen op een ondergrond van staalslakken dan wel breukstenen. Hierdoor is de invloed van wat gemeten wordt op de referentielocaties en wat er gebeurd bij de Zeelandbrug groot voor conclusies die getrokken worden en bestaat er het risico dat conclusies het gevolg zijn van lokale variaties in metaalgehalten die niet veroorzaakt worden door de ondergrond. Het is daarom aan te bevelen om het aantal referentielocatie te vergroten en op meerdere locaties een tijdsserie op te bouwen. De situatie zoals gemeten in dit programma is absoluut relevant omdat het de actuele situatie in de bekkens vertegenwoordigd, maar in de mesocosmstudie, zoals ingezet in 2015 ingezet, kunnen effecten van staalslakken en breukstenen beter geïsoleerd worden van de autonome processen die in de bekkens plaats vinden.

Er zijn voor drie metalen een milieukwaliteitsnorm vastgesteld (OSPAR 2009). In de huidige monitoring wordt kwik niet overschreden terwijl voor lood (vooral in zakpijpen) en cadmium (Japanse oester en in mindere mate voor de mossel en geweispons) wel overschrijdingen waargenomen zijn. Omdat overschrijdingen zowel op de referentie- als op de stortlocaties waargenomen zijn kan dit niet direct toegeschreven worden aan het storten van de staalslakken en breukstenen.

1 Inleiding

De stromingen in de Ooster- en Westerschelde zorgen lokaal voor erosie van de oevers en geulwanden. Om dat proces tegen te gaan, is er in 2008 (pilot) en 2009 (structureel) begonnen om op die locaties waar deze erosie de stabiliteit van de waterkering in gevaar brengt of de reeds bestaande oeverwerken ondermijnt, 'bestortingen' uit te voeren om de oevers te beschermen. Deze bestortingen zijn uitgevoerd met staalslakken en breukstenen. Beide materialen zijn qua fysische eigenschappen goed geschikt voor dijkverzwaring en voldoen aan de kwaliteitseisen uit het Besluit Bodemkwaliteit. Breuksteen is een natuursteen die uit steengroeven wordt gewonnen, en een staalslak is een steenachtig product dat overblijft bij de productie van staal. Door het gebruik van staalslakken en breukstenen kunnen er mogelijk zware metalen in het water terecht komen wat effecten zou kunnen hebben op aanwezige biota.

Welke metalen uitlogen en in welke mate is afhankelijk van de samenstelling van de breukstenen en staalslakken. Het is bekend dat uit breukstenen de volgende metalen uit kunnen logen: arseen (As), barium (Ba), cadmium (Cd), kobalt (Co), molybdeen (Mo), fluoride (F), kwik (Hg), molybdeen (Mo), sulfaat (S), antimoon (Sb), seleen (Se), tin (Sn), vanadium (V). Het aantal metalen dat bekend is bij uitloging van staalslakken is beperkter: aluminium (Al), barium (Ba), cadmium (Cd), chroom (Cr), ijzer (Fe), fluoride (F), mangaan (Mn), molybdeen (Mo), antimoon (Sb), seleen (Se) en vanadium (V) (zie Heuvel-Greve e.s. 2010 en referenties daarin).

Om met zekerheid vast te kunnen stellen dat er geen negatieve effecten optreden op het mariene milieu n.a.v. de oeververdediging is door Rijkswaterstaat besloten om een monitoringsprogramma uit te voeren. Het doel van dit monitoringsprogramma is om inzicht te krijgen in gehalten aan zware metalen in aanwezige biota meerdere jaren na het aanbrengen van vooroeververdediging.

Tabel 1: Samenvattend overzicht van de monitoring naar accumulatie van zware metalen in biota in de Oosterschelde en Westerschelde in chronologische volgorde inclusief referentie naar rapportages. Een overzicht gespecificeerd per cluster wordt weergeven in Tabel 5 van Bijlage A.

Jaar	Trans-formatie	Doel	Rapport
2009	T0	• Bepaling van gehalten van zware metalen in verschillende dominant aanwezige epifaunasoorten op de locatie vóór het storten van de staalslakken en breukstenen	Van den Heuvel-Greve e.a. (2009)
2010	T1	• Accumulatie van zware metalen analyse	Van den Heuvel-Greve e.a. (2011)
2011	T2	• Accumulatie van zware metalen in een 6-tal biota : – Blaaswier *Fucus vesiculosus*, – Mossel *Mytilus edulis*, – Japanse oester *Crassostrea gigas*, – Zakpijpsoorten *Ciona intestinalis* en *Styela clava* – Geweispons *Haliclona oculata*	Van den Heuvel-Greve e.a. (2012)
2012	T3	• Accumulatie van zware metalen in twee biotasoorten op Zeelandbrug-pijler: – Mossel *Mytilus edulis* – Japanse oester *Crassostrea gigas* • Toxiciteitstesten met Molybdeen	Van den Heuvel-Greve e.a. (2013) Glorius e.a. (2013)
2013	T4	• Accumulatie van zware metalen in twee biotasoorten op Zeelandbrug-pijler: – Mossel *Mytilus edulis* – Japanse oester *Crassostrea gigas*	Tangelder e.a. (2014a), Schellekens e.a. (2014)

Jaar	Trans-formatie	Doel	Rapport
2014	T5(/T0)	• Accumulatie van zware metalen in een 7-tal biotasoorten op verschillende locaties (zie Tabel 2) in Oosterschelde en Westerschelde: – Mossel *Mytilus edulis*, – Japanse oester *Crassostrea gigas*, – Platte oester *Ostrea edulis*, – Zakpijpsoorten *Ciona intestinalis, Styela clava* en *Ascidiella aspersa*, – Kreeft *Homarus gammarus* • Accumulatie van zware metalen in Kreeften *Homarus gammarus* bij de Zeelandbrug, Wemeldinge (T0) en 2 referentie locaties	Dit rapport, Tangelder e.a. (2015b in voorbereiding) Tangelder e.a. (2015a)

In tabel 1 is een samenvattend overzicht opgenomen van de monitoring die tot dusverre heeft plaatsgevonden en is gerapporteerd. In 2009 is begonnen met de bepaling van gehalten van zware metalen in dominant aanwezige epifaunasoorten op stortlocaties vóór het storten van de staalslakken en breukstenen (Cluster I locaties). De meeste van deze locaties zijn vervolgens ook in 2010 (T1) en 2011(T2) bemonsterd om uitloging van metalen uit staalslakken en breukstenen en accumulatie daarvan op de aanwezige biota te bepalen. Vanwege kostenoverwegingen zijn monitoringsactiviteiten sinds 2012 ingeperkt. Dientengevolge zijn voor de T3 (2012) en T4 (2013) monitoring alleen op de Zeelandbrug (Oosterschelde) de mossel en Japanse oester bemonsterd. In 2014 is besloten wederom een uitgebreidere bemonstering uit te voeren waarbij meerdere biota en locaties bemonsterd zijn. De T0-T2 bemonsteringen zijn leidend geweest voor de opzet van de bemonstering in 2014. Naast de T5 metingen voor de Cluster I locaties zijn er nieuwe locaties toegevoegd. De nieuwe locaties betreffen Cluster III locaties waarbij geplande stortactiviteiten in 2015 plaats zullen vinden. De metingen op deze cluster III locaties (uitgevoerd in 2014) gelden daarom als T0 bepalingen (situatie vóór het aanbrengen van stortmateriaal).

Dit rapport beschrijft de resultaten van de metaalanalyses in biota bemonsterd op verschillende locaties in de Oosterschelde en Westerschelde. Hierbij wordt onderscheid gemaakt naar (1) de langlopende reeks in mossel *Mytilus edulis*, Japanse oester *Crassostrea gigas* en de doorzichtige zakpijp *Ciona intestinalis* op de Zeelandbrug waarbij ingegaan wordt op de jaarlijkse variatie in metaalconcentratie en een mogelijke trend in de tijd (2009-2014), en (2) de verschillen tussen locaties, type stort en referentie locaties, en verschillen tussen biota soorten gericht op de bemonstering uitgevoerd in 2014. Resultaten van deze studie dienen als input voor een samenvattende rapportage, Tangelder e.a. (2015b, in voorbereiding), waarin de verschillende onderdelen in onderling perspectief geplaatst worden evenals implicaties voor toekomstige monitoractiviteiten. Dit omvat naast analyse van zware metalen een samenvatting van epi- en infauna bestandsopname van zowel hard als zacht substraat (uitgebreid beschreven in De Kluijver e.a. (2015, in voorbereiding) en in Tangelder e.a. (2015c, in voorbereiding).

2 Methoden

2.1 Bemonstering biota

Tussen eind juli en begin september zijn in 2014 verschillende dominante epifauna soorten bemonsterd door Stichting Zeeschelp om gehalten aan metalen te bepalen om zodoende mogelijke effecten van vooroeververdediging te bepalen (zie voor details Kluijver e.a. 2015). In 2014 zijn er meerdere locaties bemonsterd om een bekkenwijde respons voor meerdere stortlocaties te bepalen. Dit betrof aan de ene kant locaties die reeds bemonsterd zijn tussen 2009-2011 waarbij de 2014 bemonstering de T5 meting weergeeft, anderzijds betrof dit locaties die gelden als nieuwe stortlocaties en waar in 2014 de T0 bemonstering voor uitgevoerd is, zie voor een overzicht Tabel 5 in Bijlage A. Op iedere locatie zijn de dominant aanwezige soorten verzameld voor analyse, echter niet op iedere locatie konden alle soorten verzameld worden. Bijlage E & F geven gedetailleerd weer welke soorten op welke locaties in welke jaren zijn bemonsterd. Voor een kaart met de verschillende bestorting en bemonsteringslocaties wordt verwezen naar het samenvattend eindrapport, Tangelder e.a. (2015a, in voorbereiding).

Van iedere soort zijn per monster meerdere individuen samengenomen en gehomogeniseerd tot een mengmonster. Op iedere locatie is op drie posities een monster verzameld die onafhankelijk van elkaar geanalyseerd zijn (triplo) (zie voor details De Kluijver e.a. 2015, in voorbereiding). Voor de analyse van schelpdieren is uitsluitend schelpdiervlees gebruikt voor analyse, voor de overige biota is het hele organisme meegenomen voor analyse. Soms is het echter niet gelukt om op elke locatie 3 monsters te verzamelen (gebrek aan materiaal), en zijn er derhalve maar 1 of 2 waarnemingen beschikbaar. Vooral in de eerste jaren van het monitoringsprogramma zijn er veelal slechts 1 of 2 monsters verzameld. Bijlage G & H geven aan hoeveel monsters er per soort, per locatie voor een specifiek jaar geanalyseerd zijn.

Na bemonstering zijn de monsters gekoeld getransporteerd en opgeslagen in kunststofmaterialen (PP, PE en PVC). De pincetten die gebruikt zijn tijdens deze handeling zijn eveneens van kunststof. De monsters zijn opgeslagen bij -26 ^{0}C, in gewassen, zuur- en demi-gespoelde glazen flessen, afgedicht met Idpe-inlegstop en PP-schroefdeksel. De schelpdieren zijn voor de duur van een nacht verwaterd voordat ze in de vriezer zijn opgeslagen. Verwatering vond plaats in een continue doorstroomd kunststofaquarium van ongeveer 500 liter, met gefilterd zeewater afkomstig uit de Oosterschelde (Jacobahaven).

2.2 Analysemethode & detectielimiet

De keuze van de te analyseren metalen in 2014 is gebaseerd op de lijst van zware metalen die in het Besluit Bodemkwaliteit staan. Het betreft de volgende stoffen: As (arseen), Ba (barium), Cd (cadmium), Co (kobalt), Cr (chroom), Cu (koper), Hg (kwik), Mo (molybdeen), Ni (nikkel), Pb (lood), Sb (antimoon), Se (seleen), Sn (tin), V (vanadium) en Zn (zink). Additioneel op deze stoffenlijst zijn ook Al (aluminium), Fe (ijzer) en Mn (mangaan) geanalyseerd, omdat deze metalen niet op de lijst van zware metalen van het Besluit Bodemkwaliteit staan, maar ook uit staalslakken kunnen logen (Jonkers 1987). Dezelfde set is in voorgaande jaren geanalyseerd.

De metaalanalyses zijn uitgevoerd door TNO Triskelion te Zeist. Na homogenisatie is een deel van het monster in duplo ontsloten met salpeterzuur en waterstofperoxide, volgens TNO voorschrift LSP/072. In de verkregen oplossing is het gehalte bepaald m.b.v. ICP-MS, volgens TNO voorschrift LSP/055. De kwantificering vindt plaats aan de hand van externe kalibratiestandaarden en om te corrigeren voor fluctuaties in de apparatuur is gebruik gemaakt van een interne standaard (rhodium). Concentraties zijn teruggerekend naar eenheden per droogstofgewicht. Voor het bepalen van het droge stofgehalte is het gewogen monster gedroogd in een stoof (103 ± 3°C) tot constant gewicht en na afkoelen in een exsiccator terug gewogen.

De detectielimiet of aantoonbaarheidsgrens van een analyse is de laagste waarde die gerapporteerd kan worden. Beneden deze grens vallen de waarden binnen de ruis van de bepaling en kan geen betrouwbaar gehalte worden opgegeven. De detectielimiet kan op verschillende manieren worden vastgesteld. In de analyse uitgevoerd door TNO is de detectielimiet de laagste standaard uit de kalibratie curve aangehouden als onderste te bepalen waarde. Het ene metaal is door de gebruikte apparatuur in lagere concentraties te meten dan andere, dus er bestaan verschillen in detectielimieten tussen verschillende metalen. De detectielimiet van een metaal in een monster is echter ook afhankelijk van de hoeveelheid (massa) monster die is ingewogen voor de bepaling en is daarmee dus voor elk monster verschillend. Wordt 2x meer ingewogen van eenzelfde monster dan zal de detectielimiet 2x lager zijn. Er kunnen dus verschillen in detectielimieten zijn van een metaal binnen 1 gemeten jaar (tot 3 monsters dus 3 detectielimieten per metaal per jaar), maar uiteraard ook tussen jaren.

2.3 Berekening Pollution Load Index

De Pollution Load Index (PLI) is berekend als maat voor de totale metaalvervuiling (Tomlinson et al. (1980)). De formule om de PLI te berekenen wordt hieronder weergegeven. In feite betreft de index het geometrisch gemiddelde van de concentraties van metalen.

$$PLI = \sqrt[n]{CF_1 \times CF_2 \times \ldots CF_n}$$

n = aantal metalen opgenomen in de index
CF_1 = concentratie metaal nr. 1
CF_2 = concentratie metaal nr. 2
CF_n = concentratie metaal nr. n

De metalen Sb (antimoon) en Sn (tin) zijn in de PLI-berekening buitenbeschouwing gelaten omdat gehalten in verreweg de meeste gevallen onder de detectielimiet lagen (>65%). Voor de overige metalen zijn alle meetwaarden meegenomen, ook die onder de detectielimiet liggen, zodat de PLI-waarde altijd op eenzelfde aantal metalen is gebaseerd.

2.4 Data analyse

2.4.1 Trends in de tijd voor mossel, oester en zakpijp op de Zeelandbrug Pijler

Omdat er op voorhand geen voorspelling is gedaan hoe trends in de tijd zouden moeten verlopen is er op een exploratieve manier gekeken waarbij verschillende verbanden onderzocht zijn. Voor al de geanalyseerde metalen, droge stof en PLI-waarde is bekeken:

1. een lineair toe- dan wel afname in metaalgehalten over de tijd (jaren),
2. een plotselinge verhoging dan wel verlaging in metaalgehalte
3. een verhoging dan wel verlaging in individuele jaren

1. Een gestaagde toe- dan wel afname in metaalgehalten over de tijd is onderzocht aan de hand van lineaire (least squares) regressielijnen. Hiervoor is het volgende model gedefinieerd:

$$y_i = \text{intercept} + \beta_1 \cdot \text{jaar}_\text{i} + \varepsilon_\text{i}$$

y	metaalgehalte
jaar	verklarende factor
$\varepsilon_i = N(0,\sigma^2)$	de door het model niet verklaarde variatie waarvan verondersteld is dat deze normaal verdeelt is rondom de waarde 0.
$i = 1,2,\ldots$	de observaties (genomen monsters)

Om te onderzoeken of er sprake is van een significante trend wordt getoetst of de null hypothese (de geschatte parameterwaarde $\beta = 0$) al dan niet verworpen moet worden (F-test met 0.05 significantie niveau). Berekeningen zijn uitgevoerd in R (R Development Core Team (2014)).

2. Om vast te stellen of er plotselinge veranderingen opgetreden zijn in metaalgehalten is een 'changepoint' analyse uitgevoerd. In deze analyse wordt bekeken of en op welk moment in de tijd de statistische eigenschappen van een getallenreeks significant veranderd (nul hypothese = geen plotselinge verandering). In de analyses die hier uitgevoerd zijn is bekeken of en waar er een (enkele) sprong aanwezig is in gemiddelde metaalgehalten. Berekeningen zijn uitgevoerd in R (R Development Core Team (2014)) met functies beschikbaar binnen het pakket 'changepoint' (Killick e.a., 2014).

3. Als laatste zijn verschillen in metaalgehalten tussen de jaren getoetst met ANOVA in combinatie met een Tukey posthoc test.

Metaalgehalten zijn weergegeven in grafieken waaraan de uitkomsten van de bovenstaande analyses toegevoegd zijn. Metaalgehalten die onder de detectielimiet liggen zijn voorzien van een zwarte stip. Lineaire verbanden zijn, wanneer significant bevonden ($p<0.05$), met grijze stippellijnen weergegeven. De richtingscoëfficiënt, correlatiecoëfficiënt en p-waarde is in dat geval in de grafiek weergegeven. Als modelvalidatie zijn de residuals (de afwijkingen van de datapunten t.o.v. de door het model voorspelde waarden) bekeken om te zien of deze normaal verdeeld zijn en om vast te stellen of de variatie hetzelfde is voor de verschillende jaren. Plotselinge veranderingen in gemiddelde waarden zijn weergegeven met horizontale lijnen, en verschillen tussen jaren zijn weergeven met letters. Op basis van de grafieken is vastgesteld of aan de voorwaarden voor de statistische analyses (normale verdeling, gelijke variatie, invloed uitschieters etc) voldaan wordt en dus of voorspelde verbanden betrouwbaar zijn.

2.4.2 Vergelijking tussen soorten, locaties en type stort

Om het verschil tussen soorten, locaties en type stort te onderzoeken zijn verschillende dataselecties gemaakt om op die manier onderscheidt te maken in verklarende variabelen. Het verschil in metaalaccumulatie tussen soorten is onderzocht door te kijken naar het verschil in metaalgehalten in soorten bemonsterd in 2014 op de Zeelandbrug waarbij ook referentielocatie Zuidbout meegenomen is. In dat jaar zijn op die locaties drie zakpijpsoorten bemonsterd (*Styela clava, Ciona intestinalis en Ascidiella aspersa*), de Japanse oester (*Crassostrea gigas*) en platte oester (*Ostrea edulis*), de mossel (*Mytilus edulis*) en de kreeft (*Homarus gammarus*).

Om potentiele locatieverschillen te onderzoeken zijn de metaalgehalten in weefsel van blaaswier (*Fucus vesiculosus*) en Japanse oesters (*Crassostrea gigas*) bemonsterd op verschillende locaties in 2014 vergeleken. Het betreft de Oosterscheldelocaties Gorishoek, Wemeldinge, Zeelandbrug en Schelphoek en de Westerscheldelocaties Hoedekenskerke en Ritthem.

De invloed van een nieuwe ondergrond van staalslakken dan wel breukstenen is onderzocht door de metaalaccumulatie in weefsel van de zakpijpsoorten *Styela clava* en *Ciona intestinalis* bemonsterd op de Zeelandbrug in 2011 en 2014, de zakpijpsoort *Ascidiella aspersa* en de kreeft *Homarus gammarus* bemonsterd op de Zeelandbrug in 2014 en de Japanse oester *Crassostrea gigas* bemonsterd op de Zeelandbrug, Schelphoek en Hoedekenskerke in 2014 op de verschillende ondergronden te vergelijken.

Verschillen in metaalaccumulatie (tussen soorten en ondergronden) zijn univariaat onderzocht door PLI-waarden te vergelijken. Daarnaast zijn metaalgehalten multivariaat onderzocht met 'Principale-Componenten Analysis' (PCA) oriëntaties. In een PCA wordt de variatie in metaalgehalten tussen de monsters gereduceerd door de variatie tussen monsters weer te geven in een beperkter aantal hoofdcomponenten (assen).

Het resultaat is een ordinogram waarbij de, in metaalaccumulatie, op elkaar gelijkende monsters dicht bij elkaar komen te liggen en de onderling sterk verschillende monsters ver van elkaar af liggen. Door de vergelijking van groepen van monsters te vergemakkelijken zijn de centrumpunten van de groepen berekend en opgenomen in de oriëntatie-grafiek. Ook zijn de afstanden van deze centrumpunten tot de verschillende metalen berekend en tussen groepen vergeleken om vast te stellen welke metalen gehalten relatief hoog zijn.

Metaalgehalten zijn z-getransformeerd om te corrigeren voor verschillen in range. Hieruit is een gelijkheidsmatrix berekend op basis van Euclidean afstanden (lineaire relaties) waarop de eigenanalyse plaatsvind die als basis dient voor de oriëntatie. Metalen die in meer dan 75% van de gevallen onder de detectielimiet liggen zijn verwijderd voor analyse.

Naast de PCA-oriëntaties zijn de onbewerkte metaalgehalten grafische weergegeven in grafieken om een juiste interpretatie te faciliteren.

3 Resultaten

3.1 Trend in de tijd voor locatie Zeelandbrugpijler (2009-2014)

Japanse oesters en mosselen zijn jaarlijks bemonsterd op de Zeelandbrugpijler en deze dataset is daarom zeer geschikt om jaarlijkse ontwikkelingen in metaalgehalten te volgen (zie ook tabel 2). Zakpijpen *Ciona intestinalis* zijn op deze locatie in 2009, 2010, 2011 en 2014 bemonsterd. Biota aanwezig op de pijler staan onder invloed staan van zowel staalslakken als breukstenen (SSBS). De organismen zijn niet direct verzameld op de oeververdediging maar op een hoogte boven de verdediging waarbij aan de ene kant breuksteen en aan de andere kant staalslakken gebruikt zijn om de oevers te verstevigen. In Figuur 1 wordt de trend van alle metalen gezamenlijk beschouwd (PLI) en daarmee wordt een algemeen overzicht gegeven van de verschillen in metaalgehalten vóór en meerdere jaren na het aanbrengen van de vooroeververdediging voor mossels, oesters en zakpijpen afzonderlijk. Bijlage B geeft een overzicht van alle afzonderlijke geanalyseerde metalen inclusief de resultaten van de statistische analyses.

3.1.1 Mosselen (Mytilus edulis)

Uitgedrukt in PLI liggen metaalgehalten in mosselweefsel twee jaar na het aanbrengen van vooroeververdediging (T2=2011) hoger in vergelijking tot de jaren 2010, 2012 en 2014 (Figuur 1). De metalen aluminium (Al), en ijzer (Fe) dragen het sterkst bij aan de hoge PLI-waarde in 2011 en laten statistisch significante verschillen in gemiddelde waarden zien tussen de jaren 2011 en 2012 wat een indicatie kan zijn voor een sterke verandering tussen deze jaren (Bijlage B). Ook voor chroom (Cr), kwik (Hg), mangaan (Mn), nikkel (Ni), lood (Pb), antimoon (Sb) en vanadium (V) liggen de gehalten in 2011 statistisch significant hoger, waarbij aangemerkt moet worden dat het niet bekend is of lood en nikkel kunnen uitlogen uit breukstenen of staalslakken (zie ook pagina 7). Daarnaast is van belang dat antimoongehaltes vrijwel alle jaren onder de detectielimiet lagen en de gerapporteerde waardes met voorzichtigheid moeten worden gelezen.

Molybdeen (Mo) gehalten zijn in 2011 en 2012 hoger ten opzichte van 2009-2010 en in 2013 en 2014 statistisch significante lager dan in 2011 - 2012. In 2014 zijn de waardes vergelijkbaar met 2010. Voor de overige metalen (As, Ba, Co, Cu, Se, Sn, Zn) kan geen duidelijke toe- of afname geconstateerd worden behalve voor cadmium (Cd). Cd lijkt onverminderd toe te nemen met 0.07 $mgkg^{-1}$ droge stof per jaar. Hierbij dient opgemerkt te worden dat de trendlijn sterk bepaald wordt door één waarneming in 2010 met gehalten die onder de detectielimiet ligt.

Omdat er voor mosselen geen metingen beschikbaar zijn op referentielocaties kan er geen onderscheid gemaakt worden tussen autonome ontwikkelingen in het gebied en invloed van bestorting. Het is daarom niet bekend of de jaarlijkse variatie natuurlijke variatie betreft of een effect is van uitloging van metalen uit oeververdediging of een natuurlijke variatie betreft. Omdat er in 2009 (T0) slechts één monster geanalyseerd is kan deze niet meegenomen worden in statistische analyse, en de verschillen tussen duplo's/triplo's in opvolgende jaren laat zien dat een behoorlijke variatie verwacht mag worden tussen monsters verzameld op dezelfde locatie. Wel is het opvallend de (ene) T0 meting voor veel metalen lager ligt in vergelijking tot gehalten in 2011.

3.1.2 Japanse oester (Crassostrea gigas)

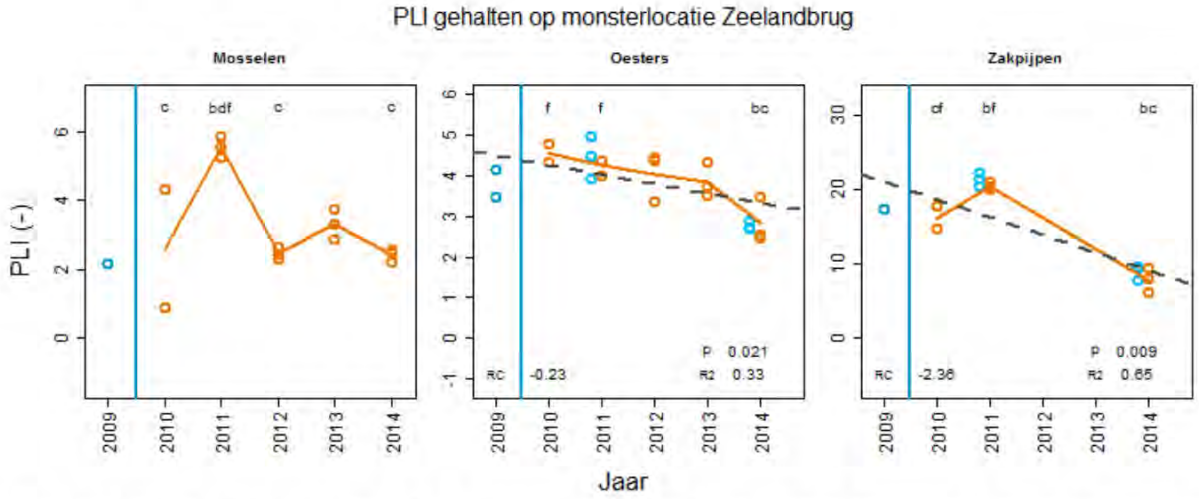
Uit de analyses voor Japanse oester op de Zeelandbrugpijler lijkt, wanneer alle metalen gezamenlijk beschouwd worden (PLI), PLI waarden 1 jaar na bestorting niet significant hoger te liggen en daarnaast het metaalgehalte in oesterweefsel gestaag af te nemen (significante lineaire regressie, RC=-0.23, $p<0.021$, Figuur 1). De metalen aluminium (Al), kobalt (Co), chroom (Cr), kwik (Hg) en lood (Pb) dragen voor een belangrijk deel bij aan deze afname en laten allen een significant dalende trend zien.

Molybdeen (Mo) laat ook een continue afname zien, waarbij er een sterke afname wordt waargenomen tussen de jaren 2010 en 2011. De verandering in nikkelgehalte (Ni) is vergelijkbaar met molybdeen, maar ondanks hoge waardes in 2010 liggen deze onder de detectielimiet waardoor gemeten waarden onzeker zijn. De verschillen in detectielimiet tussen jaren is afhankelijk van de hoeveelheid materiaal dat gebruikt is voor analyse, en omdat er in 2010 minder materiaal is ingewogen ligt de detectielimiet in dat jaar hoger (zie ook sectie 2.2).

In tegenstelling tot mossel zijn voor Japanse oester in 2011 en 2014 wel monsters geanalyseerd afkomstig van de referentielocatie Zuidbout. De metaalconcentratie in oesterweefsels van oesters bemonsterd op de referentielocatie laten eenzelfde afnemende trend zien. De gehalten zijn vergelijkbaar met die van oesters bemonsterd op de Zeelandbrugpijler onder invloed van de vooroeververdediging met staalslakken en breukstenen. Er kan daarom niet zondermeer geconcludeerd worden dat de initiële toename één jaar na storten en de daaropvolgende afname een effect is van het aanbrengen van de vooroeververdediging, maar dat de verschillen tussen jaren eerder verklaard kunnen worden door autonome ontwikkelingen in dit gebied.

3.1.3 Zakpijp (Ciona intestinalis)

Vanwege kostenoverwegingen zijn in 2012 en 2013 geen *Ciona intestinalis* bemonsteringen uitgevoerd op de Zeelandbrug waardoor de trend in de tijd voor deze soort minder betrouwbaar bepaald kan worden. Metaalgehalten in 2011 zijn over het algemeen hoger dan in 2014, zowel op de referentielocatie als de locatie die onder invloed staan van oeververdediging. Ondanks dat niet statistisch onderbouwd is het opvallend dat ook de PLI waarden in 2014 lager liggen dan de enkele T0-waarde. De metalen lood (Pb), nikkel (Ni) en zink (Zn) laten geen jaarverschillen zien.



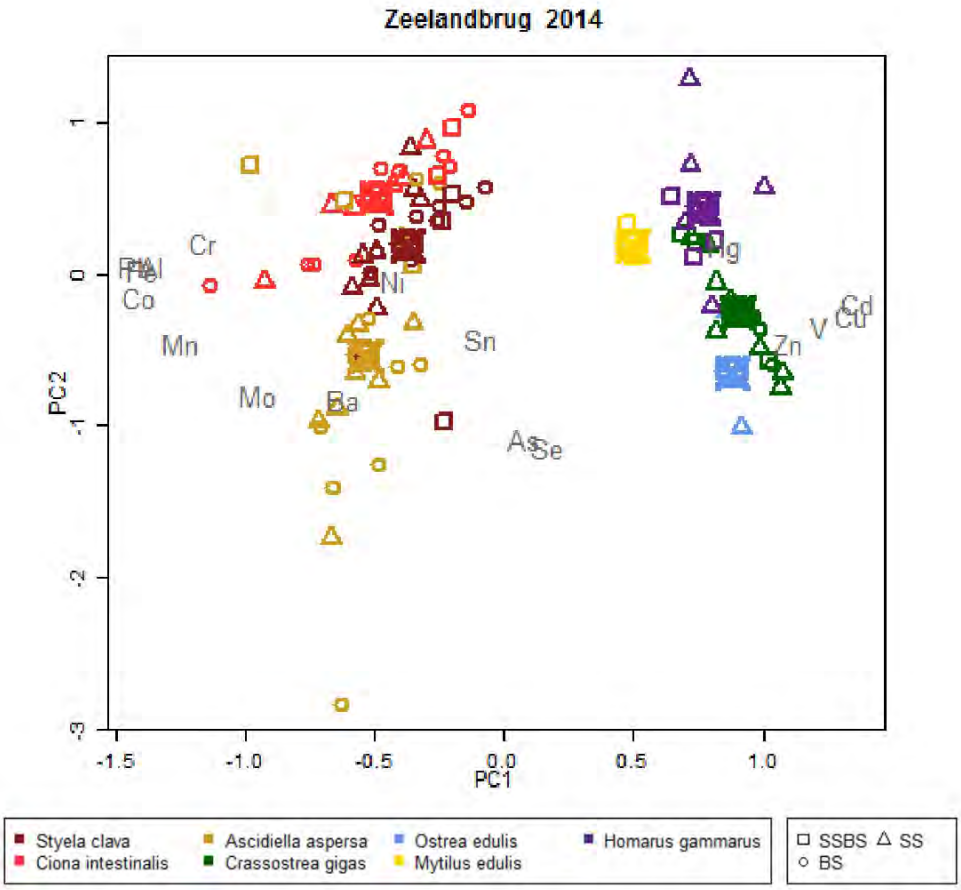
Figuur 1: Trend in metaalgehaltes (PLI) in mosselen (Mytilus edulis), oesters (Crassostrea gigas) en zakpijpen (Ciona intestinalis) op de Zeelandbrugpijler van 2009 tot en met 2014. Donker blauwe datapunten geven T0 bemonstering weer, verticale lijn scheidt jaren voor en na stort van oeververdediging. Licht blauwe punten betreffen metingen op de referentielocatie Zuidbout.

3.2 Vergelijking tussen soorten, locaties en type stort materiaal

In 2014 is er een groot aantal soorten en locaties bemonsterd, waarbij organismen zowel op breukstenen (BS), staalslakken (SS), een combinatie van beiden (SSBS) en op referentielocaties (REF) verzameld zijn.

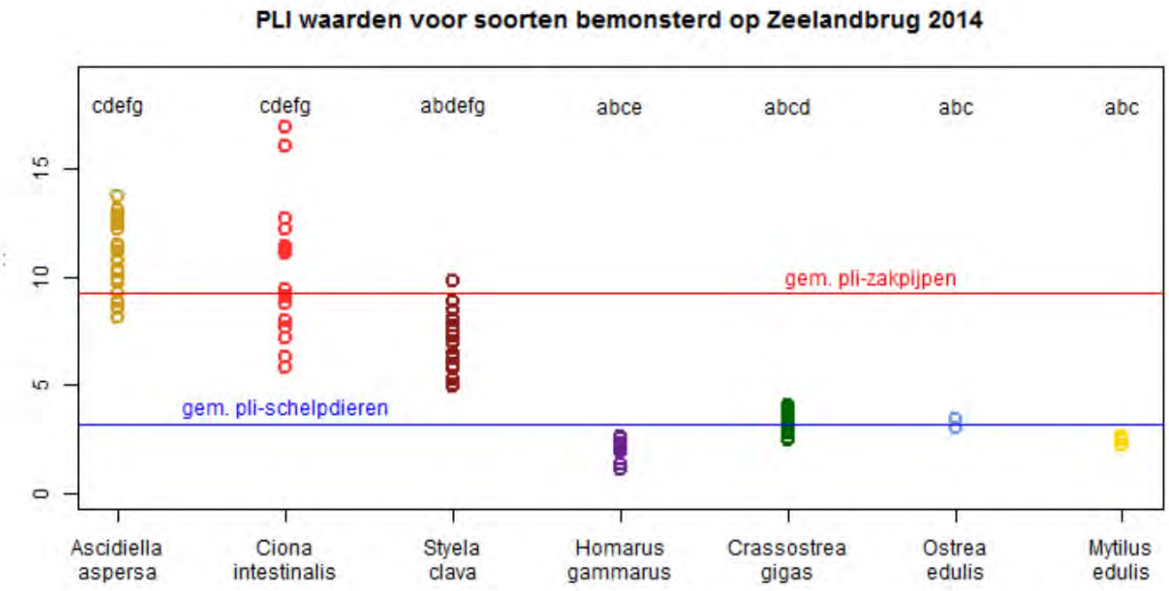
3.2.1 Verschillen tussen soorten

De opname en ophoping van zware metalen door planten en dieren varieert sterk, zowel tussen soorten als tussen metalen. Grote verschillen in metaalaccumulatie worden ook hier gevonden waarbij de invloed van het type ondergrond vele male kleiner is dan het verschil tussen soorten en tussen metaal, zie Figuur 2 en Bijlage C.



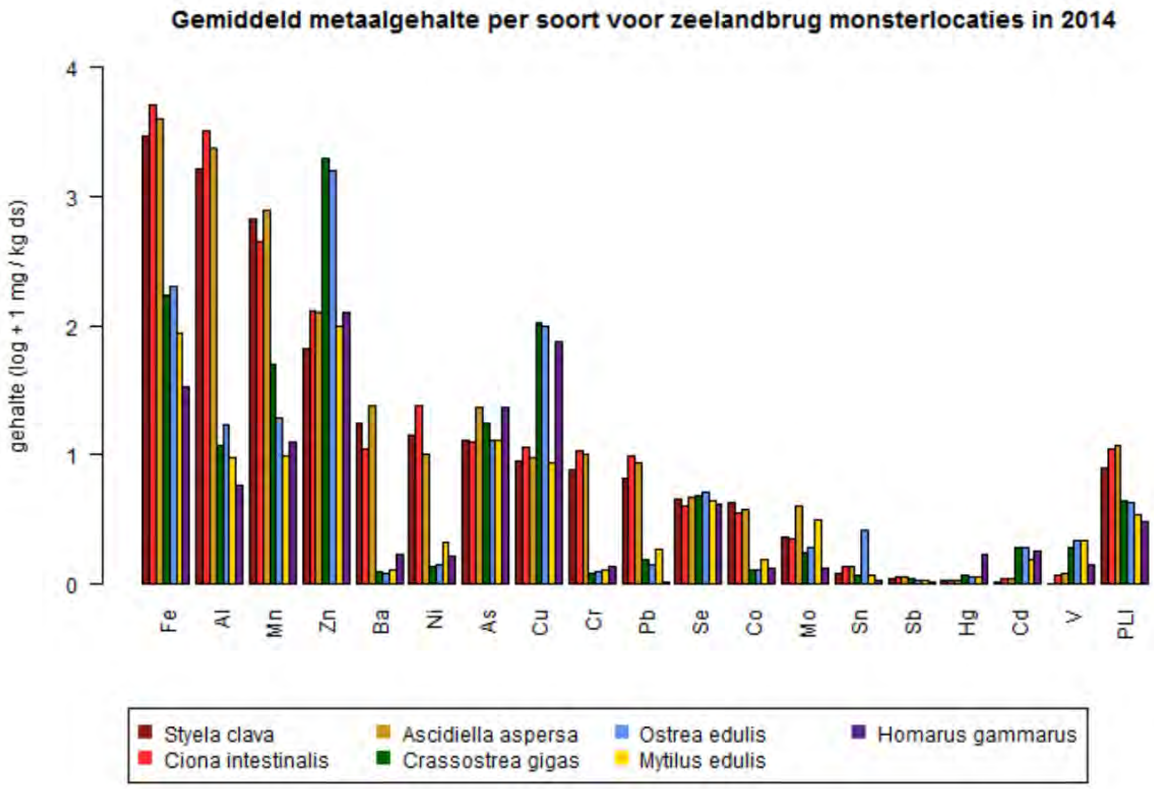
Figuur 2: Principal component (PCA) oriëntatie op z-gestransformeerde metaalgehalte in de zakpijpsoorten Styela clava, Ciona intestinalis en Ascidiella aspersa, de oesters Crassostrea gigas en Ostrea edulis, de mossel Mytilus edulis en de kreeft Homarus gammarus bemonsterd op de Zeelandbrug in 2014. Scaling factor 2 (nadruk op metaalverschillen). Metalen met meer dan 75% meetwaarden onder de detectielimiet zijn buitenbeschouwing gelaten.

Wanneer alle metalen gezamenlijk beschouwd worden (PLI) dan blijkt de metaalaccumulatie in de zakpijpsoorten *Styela clava*, *Ciona intestinalis* en *Ascidiella aspersa* een factor 2.8 hoger te liggen vergeleken met de schelpdieren *Crassostrea gigas, Ostrea edulis, Mytilus edulis* (Figuur 3 en Bijlage C). De hoogste metaalgehalten (uitgedrukt in PLI-waarden) worden gemeten in de zakpijp *Ascidiella aspersa.* De hoge ijzer (Fe), aluminium (Al) en mangaan (Mn) gehalten in zakpijpen verklaren in grote mate de verschillen in PLI waardes tussen soorten, zie Bijlage C.



Figuur 3: PLI-waarden voor 3 zakpijpsoorten, kreeft, 2 oestersoorten en mossel bemonsterd op de Zeelandbrug in 2014. Significante verschillen worden aangegeven met lettercode.

Maar ook de relatieve gehalten van afzonderlijke metalen verschillen sterk tussen soorten (Figuur 4 en Bijlage C). Opvallend zijn de hoge waardes kwik (Hg) gemeten in het bruinvlees van de kreeften en de hoge zink (Zn) gehalte in oesters en koper (Cu) in oesters en kreeften waarbij gehalten hoger zijn dan gemeten in zakpijpen. Daarnaast liggen ook cadmium (Cd) en vanadium (V) gehalten in mosselen, oesters en kreeften hoger dan in zakpijpen.



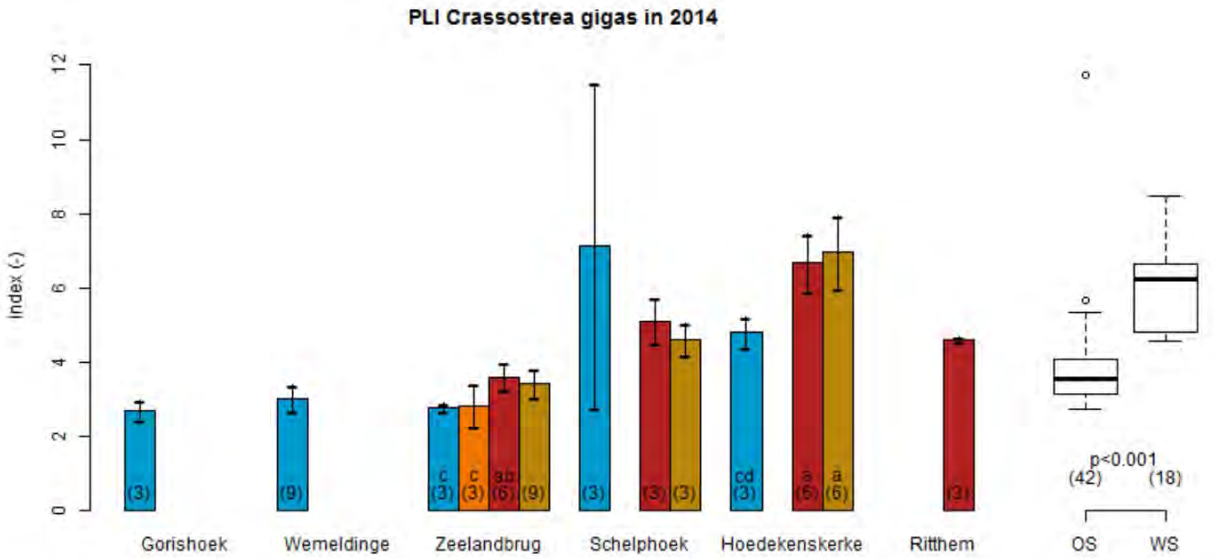
Figuur 4: Gemiddelde metaalgehalte per soort zoals gemeten op de bemonsteringslocaties rond de Zeelandbrug (stort locaties) en bij de Zuidbout (referentielocatie) in 2014.

3.2.2 Verschillen tussen bemonsteringslocaties

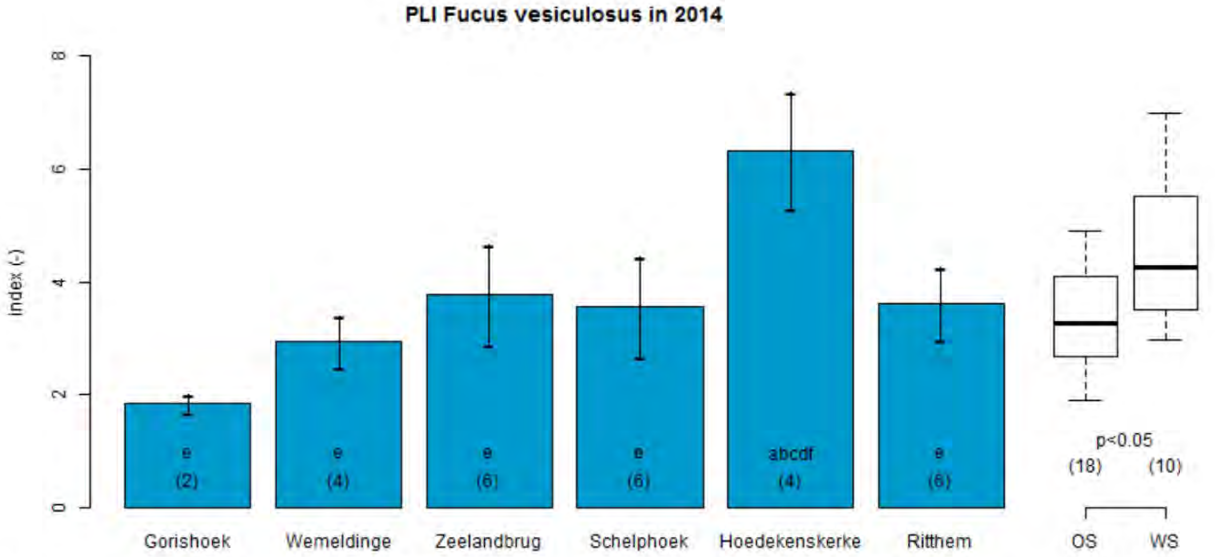
In Figuur 5 en 6 worden de PLI-waarden in oesterweefsel en blaaswier bemonsterd in 2014 weergegeven voor de monsterlocaties Gorishoek, Wemeldinge, Zeelandbrug en Schelphoek gelegen in de Oosterschelde en Hoedekenskerke en Ritthem gelegen in de Westerschelde.

Wanneer alle metalen gezamenlijk beschouwd worden (PLI), blijkt metaalgehalte in zowel oesterweefsel als blaaswier in de Westerschelde hoger ligt dan in de Oosterschelde met vooral hoge metaalgehalten bij Hoedekenskerke. De metalen koper (Cu) en zink (Zn) zijn opvallend hoger in de Westerschelde en voor specifiek Hoedekenskerke ook cadmium (Cd), aluminium (Al) en seleen (Se), zie Bijlage D.

In de Oosterschelde zijn voor blaaswier geen en voor oesters wel verschillen tussen locaties gevonden in PLI-waarden. In oesterweefsel van oesters bemonsterd in de Schelphoek (stroomafwaarts) liggen metaalgehalten hoger dan bemonsterd op de Zeelandbrug, Wemeldinge en Gorishoek (stroomopwaarts), zie Bijlage D. Hiervoor zijn aluminium (Al), kwik (Hg), molybdeen (Mo) en lood (Pb) vooral verantwoordelijk, zie Bijlage D. Er zijn geen verschillen gevonden tussen Gorishoek, Wemeldinge en Zeelandbrug in PLI-waarden. In de Westerschelde treden in uitsluitend blaaswier verschillen op tussen locaties. Metaalgehalten bij Ritthem (stroomafwaarts) zijn lager vergeleken met Hoedekenskerke. Barium (Ba), cadmium (Cd), kobal (Co), chroom (Cr), koper (Cu), nikkel (Ni) en seleen (Se) zijn hiervoor vooral verantwoordelijk.



Figuur 5: Links gemiddelde (±SD) Pollution Load Index (PLI) voor Japanse oesters verzameld op verschillende ondergronden en locaties in 2014. Blauwe bars zijn referente/T0 metingen, orange staalslakken + breukstenen, rood breukstenen en geel staalslakken. Bemonsteringslocaties in de Oosterschelde: Gorishoek, Wemeldinge, Zeelandbrug, Schelphoek, en in de Westerschelde: Hoedekenskerke en Ritthem. Rechts gehalten uitgedrukt per bekken. Significant verschillende PLI waardes tussen ondergrondtype worden aangegeven met letters binnen locaties (ANOVA, p<0.05; Tukey Post hoc). Hierbij zijn de volgende referentie en stortlocaties gekoppeld: Zuidbout aan Zeelandbrug, Schelphoek-west II aan Schelphoek, Kappellebank aan Hoedenskerke, en voor Ritthem was geen referentielocatie beschikbaar in 2014. De PLI uitschieter bij Schelphoek wordt veroorzaakt door hoge kobalt (Co), chroom (Cr), molybdeen (Mo) en nikkel (Ni) gehalten, zie Bijlage D.



Figuur 6: Links gemiddelde (±SD) Pollution Load Index (PLI) voor blaaswier Fucus vesiculosus verzameld op verschillende locaties in 2014. Bemonsteringslocaties in de Oosterschelde: Gorishoek, Wemeldinge, Zeelandbrug, Schelphoek, en in de Westerschelde: Hoedekenskerke en Ritthem. Rechts gehalten uitgedrukt per bekken. Rechts gehalten uitgedrukt per bekken. Significant verschillende PLI waardes tussen locaties worden aangegeven met letters binnen locaties (ANOVA, p<0.05; Tukey Post hoc). Hierbij zijn de volgende referentie en stortlocaties gekoppeld: Zuidbout aan Zeelandbrug, Schelphoek-west II aan Schelphoek, Kappellebank aan Hoedenskerke, en voor Ritthem was geen referentielocatie beschikbaar in 2014. De PLI uitschieter bij Schelphoek wordt veroorzaakt door hoge kobalt (Co), chroom (Cr), molybdeen (Mo) en nikkel (Ni) gehalten, zie Bijlage D.

3.2.3 Effecten van het type stort materiaal

Het is bekend dat de metalen die mogelijk uitlogen kunnen verschillen tussen breukstenen en staalslakken en afhankelijk is van de samenstelling van het gebruikte materiaal (zie pagina 7; Heuvel-Greve e.a. 2010 en referenties daarin). Daarom is er een analyse uitgevoerd die gericht is op analyse van de afzonderlijke metalen (zie Bijlage E). Hiervoor is een selectie gemaakt van de data waarbij een groot aantal monsters en aanwezigheid van referentielocaties doorslaggevend was. In Tabel 2 worden de locaties, soorten en jaren weergegeven die in deze analyse opgenomen zijn.

Tabel 2: Aantal monsters per soort, jaar en ondergrond welke onderzocht zijn voor mogelijke effecten van het typen ondergrond op metaalgehalten.

		2011				2014			
Soort	**Locatie**	**Referentie**	**Breukstenen**	**Staalslakken**	**Staalslakken & Breukstenen**	**Referentie**	**Breukstenen**	**Staalslakken**	**Staalslakken & Breukstenen**
Ciona intestinalis	Zeelandbrug	3	9	9	3	3	9	6	3
Styela clava	Zeelandbrug	3	7	7	3	3	9	9	3
Ascidiella aspersa	Zeelandbrug					3	9	9	3
Crassostrea gigas	Zeelandbrug					3	6	9	3
	Schelphoek					3	3	3	
	Hoedekenskerke					3	6	6	
Homarus gammarus	Zeelandbrug					5		5	5

De multivariate analyses (PCA) laten een significant effect zien van ondergrondtype op metaalgehalten voor de zakpijpen *Styela clava* en *Ciona intestinalis* en voor Japanse oesters (locaties Zeelandbrug en Hoedekenskerke). Er worden in deze soorten relatief hoge metaalgehalten op een ondergrond van staalslakken en breukstenen in vergelijking tot referentielocaties, zie Tabel 6 & 7 in Bijlage E. Voor de zakpijpsoort *Ascidiella aspersa* worden geen verschillen met de referentielocatie gevonden tussen een ondergrond van breukstenen dan wel staalslakken. Voor Japanse Oesters bemonsterd bij Schelphoek en voor kreeften bemonsterd bij Zeelandbrug zijn metaalgehalten op ondergrond van staalslakken juist relatief laag in vergelijking tot de referentie.

Uit de PCA analyses valt verder op dat, in vergelijking tot referentielocaties, kwik (Hg) relatief vaak in hoge concentraties op zowel breukstenen en staalslakken gemeten wordt, seleen relatief vaak hoog is op een ondergrond van breukstenen en molybdeen (Mo) en cadmium (Cd) op een ondergrond van staalslakken, zie Figuur 16 in Bijlage E. Barium (Ba), kobalt (Co) en mangaan (Mn) gehalten zijn relatief vaak hoog op de referentielocaties.

Wanneer metaalgehalten in biota bemonsterd op de nieuw aangebrachte ondergrond van staalslakken en breukstenen worden vergeleken met gehalten op de referentielocatie dan valt op dat (1) verschillen erg afhankelijk zijn van de soort, het bemonsteringsjaar (voor zakpijpen) en de locatie (voor Japanse oesters) en (2) dat er geen specifieke metalen uitspringen maar verschillen optreden over de hele linie van metalen, zie Tabel 3 en Bijlage E.

In zakpijpen bemonsterd in 2011 zijn gehalten van veel metalen lager op de nieuwe ondergrond (6/18 metalen), in oesters (locaties Zeelandbrug en Hoedekenskerke) liggen gehalten voor veel metalen juist hoger op de nieuwe ondergrond (11/18 metalen) en voor kreeften zijn er weinig verschillen gevonden tussen de nieuwe ondergrond en referentielocaties. Metaalgehalten in zakpijpen bemonsterd in 2014

(Zeelandbrug) laten op de nieuwe ondergrond juist weer weinig verschillen met referentielocaties zien evenals Japanse oesters bemonsterd bij Schelphoek (2014).

Tabel 3: Overzicht van aantal significante verschillen tussen de nieuwe ondergrond en het referentiegebied. Verhoogde metaalgehalten links, verlaagde metaalgehalten rechts. Omdat het aantal gegevens voor oesters vele male groter was dan dat voor de overige soorten zijn oesters apart weergegeven. Zakpijpen (zwart) en kreeft (rood) zijn alleen op de Zeelandbrug bemonsterd, de cijfers geven aan welk jaar het betreft, 2011 (11) of 2014 (14). Oesters zijn alleen in 2014 bemonsterd maar wel op drie locaties, Zeelandbrug (Z), Schelphoek (S) en Hoedekenskerke (H).

verhoogd							verlaagd						
	Zakpijpen + kreeft Zeelandbrug			Oesters 2014				Zakpijpen + kreeft Zeelandbrug			Oesters 2014		
	BS	SS	SSBS	BS	SS	SSBS		BS	SS	SSBS	BS	SS	SSBS
Al							Al						
As						Z	As	11	11				
Ba							Ba	11	11		Z	Z	
Cd	11			Z			Cd						
Co				H	H		Co	11	11 (2)				
Cr					Z		Cr						
Cu				H	H		Cu	11	11				
Fe				Z	Z		Fe						
Hg				HZ	H		Hg			14			
Mn							Mn	11	11	11			
Mo				HZ	HZ		Mo		**14**				
Ni				H	H		Ni						
Pb			14	Z	Z		Pb						
Sb*							Sb*	14	14 (2)		S	S	
Se	11	11		HZ	HZ		Se						
Sn							Sn				S	S	
V					H		V				Z	Z	Z
Zn							Zn		11				
PLI				HZ	H		PLI						

*Alle gehalten onder de detectielimiet behalve voor kreeft.

4 Discussie

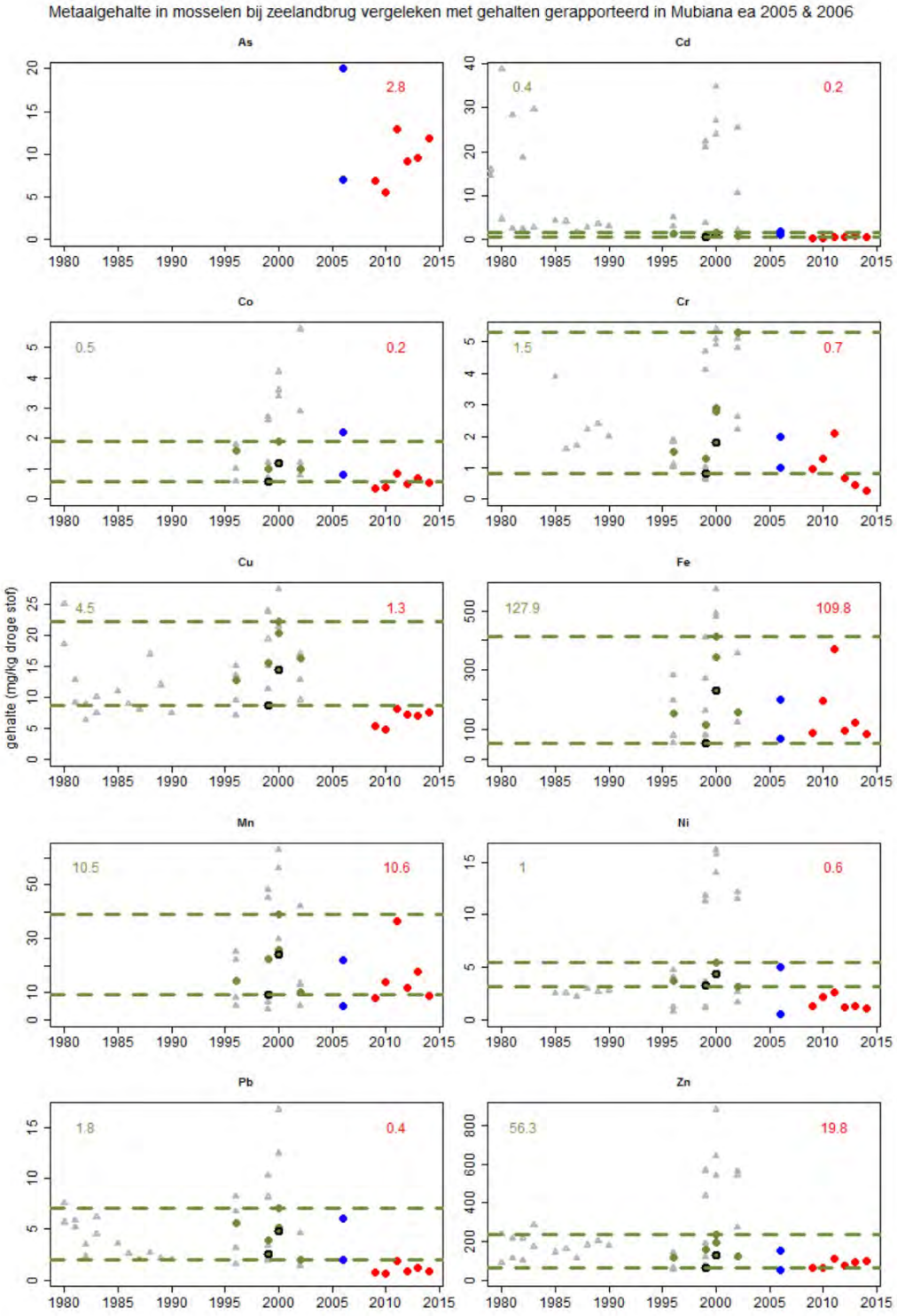
4.1 Trend in metaalgehalten in schelpdieren en zakpijpen

Trendanalyse (2009-2014) van de metaalgehalten in mosselen *Mytilus edulis*, Japanse oesters *Crassostrea gigas* en zakpijpen *Ciona intestinalis* op de Zeelandbrugpijler voorafgaand (T0) en vijf jaar na het storten (T1-T5) van breukstenen en staalslakken impliceert dat jaarlijkse variatie eerder verklaard kan worden door autonome ontwikkelingen dan door het storten van de oeververdediging. Ondanks de geleidelijke afname van metaalgehalten in Japanse oesters en zakpijpen na het aanbrengen van de vooroeververdediging op de Zeelandbrugpijler, blijkt dat de metaalgehalten in Japanse oesters en zakpijpen op de referentielocatie Zuidbout eenzelfde trend laten zien en vergelijkbare concentraties gemeten worden. Ook de afwezigheid van duidelijke verschillen in metaalgehalten voor (T0) en na (T1) bestorting wijzen op een geringe invloed van het storten van staalslakken en breukstenen op de gehalten aan zware metalen in lokaal levende epifauna.

Voor mosselen zijn geen gegevens beschikbaar van referentielocaties in de buurt van de Zeelandbrug. Opvallend was een toename van metalen in 2011, twee jaar na het aanbrengen van de oeververdediging. Echter, ook de metaalgehaltes in zakpijpen zijn veelal hoger in 2011 ten opzichte van 2010, maar voor deze soort zijn vergelijkbare gehalten waargenomen voor de Zeelandbrug en referentielocatie in 2011. Dit duidt erop dat ook voor mosselen niet uitgesloten kan worden dat de hogere concentraties in 2011 eveneens het gevolg zijn van autonome jaarlijkse variatie.

Gehalten aan zware metalen in biota verschillen zowel binnen als tussen jaren als gevolg van zowel biologische en fysisch-/chemische processen die de biologische beschikbaarheid van metalen bepalen. Op basis van eerder uitgevoerde studies door derden hebben we informatie toegevoegd aan onze bevindingen. In verschillende studies uitgevoerd door Mubiana en andere worden metaalgehalten in mosselen verzameld in zowel de Ooster- als Westerschelde gerapporteerd (Mubiana e.a., 2005 & Mubiana e.a., 2006). Ondanks methodologische verschillen kunnen deze gegevens gebruikt worden om een beter idee te krijgen over de natuurlijke variatie. Een significant seizoeneffect is aangetoond in mosselen bemonsterd in de Ooster- en Westerschelde met piekconcentraties tussen maart en april (tijdens de voortplanting) en lage concentraties in de wintermaanden (Mubiana e.a., 2005).

Mubiana en andere hebben ook gekeken naar trends in metaalgehalten in mosselweefsel over een wat langere periode. In beide studies van Mubiana is zowel naar de Oosterschelde als Westerschelde gekeken. Hieruit blijkt dat de verschillen tussen de Ooster- en Westerschelde gering zijn en dat voor beide bekkens een ruimtelijke trend waargenomen kan worden met hogere metaalgehalten landinwaarts. Wanneer de metaalgehalten in mosselen verzameld bij de Zeelandbrug in deze studie vergeleken worden met gerapporteerde gehalten bij Wemeldinge (de locatie uit studie van Mubiana die het dichts bij de Zeelandbrug ligt) waar mosselen verzameld zijn in 1996, 1999, 2000 en 2002 blijkt dat metaalgehalten in of onder de concentratierange vallen zoals door Mubiana e.a. gemeten, zie Figuur 7. De variatie in metaalgehalte (standaard deviatie) in mosselen gevonden in deze studie ligt voor de meeste metalen lager in vergelijking tot metaalgehalte gemeten in mosselen bij Wemeldinge omdat in de studie Mubiana en andere ook seizoen variatie meegenomen is; naast metingen in de zomer zijn er ook metingen uitgevoerd in de winter- en lentemaanden. Dit verklaart de hogere standaard deviatie in de studies van Mubiana.



Figuur 7: Historische metaalgehalten in mossel Mytulis edulis bemonsterd in de Ooster- en Westerschelde gerapporteerd in Mubiana e.a. 2005 & 2006 en in dit rapport. Rode stippen; metaalgehalten in mosselen verzameld bij de Zeelandbrug (deze studie). Blauwe stippen; minimale en maximale waarden in mosselen bemonsterd op 7 locaties in de Westerschelde en 6 locaties in de Oosterschelde (Mubiana e.a. 2006). Groene stippen; mosselen verzameld in de Oosterschelde bij Wemeldinge waarbij metingen in augustus en oktober zwart omlijnt zijn (Mubiana e.a. 2005), en grijze driehoeken: mosselen verzamelt in de Westerschelde op Westkapelle, Vlissingen, Ellewoutsdijk en Hansweert (Mubiana e.a. 2005). Linksboven standaarddeviatie van metaalgehalten in mosselen verzameld bij Wemeldinge, rechtsboven standaarddeviatie in mosselen verzameld bij de Zeelandbrug.

4.2 Verschillen in metaalaccumulatie tussen soorten

Uit deze studie blijkt dat de metaalaccumulatie tussen soorten sterk verschillend is en afhankelijk van het metaal. Gemiddeld gezien (PLI) liggen metaalgehalten hoger in zakpijpen in vergelijking tot schelpdieren (mosselen en oesters) en kreeften. Dit is echter niet voor alle metalen zo, uitzonderingen in de huidige database zijn kwik en arseen voor kreeften en zink voor oesters.

De sterke variatie in ophoping van metalen tussen soorten komt o.a. door (geo)chemische factoren (o.a. organisch gehalte, zuurgraad van het water) en soort-specifieke kenmerken zoals de voedselstrategie (hoe neemt een organisme zijn voedsel op), filtratiecapaciteit, en met name de manier waarop organismen fysiologisch omgaan met metalen. Sommige metalen zijn essentiële elementen voor een goed functionerend metabolisme en worden gereguleerd terwijl dit voor andere metalen niet zo is. Soorten kunnen metalen opnemen door uitloging van deze metalen in het water, maar ook door direct contact met de ondergrond. De mate van ophoping van metalen- en eventuele effecten van (verhoogde) gehalten varieert daarom zowel tussen soorten als voor metalen. De ene soort is gevoeliger voor effecten van het ene metaal, terwijl de andere soort gevoeliger is voor effecten van een ander metaal. Een uitvoerige beschrijving van toxiciteit van metalen die uit kunnen logen uit breukstenen en staalslakken is weergegeven in de literatuurstudie in Glorius & Van den Heuvel-Greve (2011).

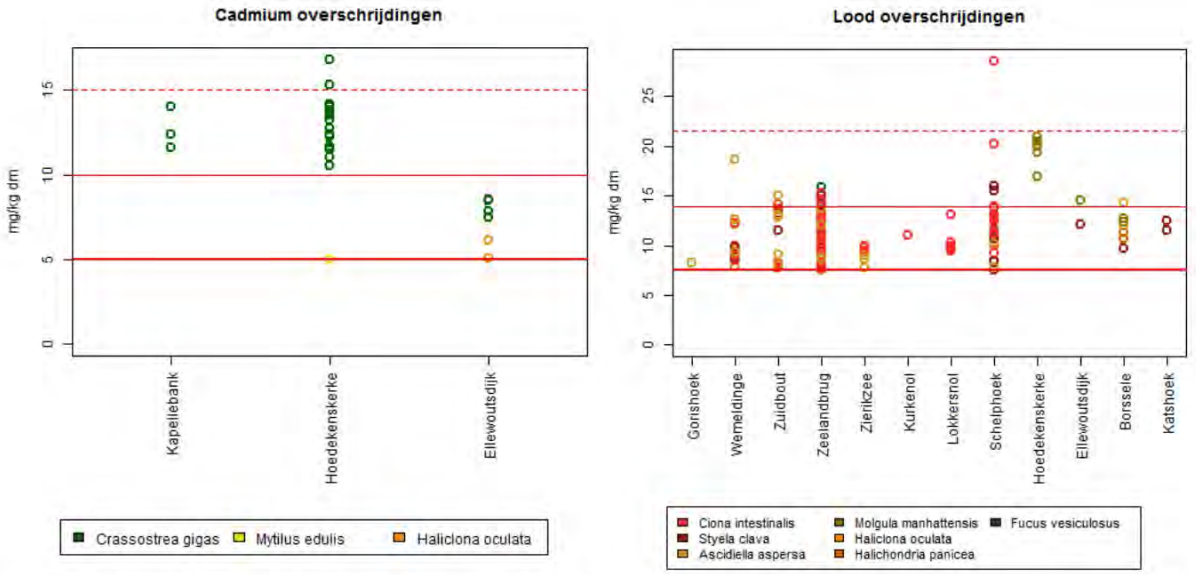
Door het vergelijken van gehalten aan zware metalen in organismen met bestaande normen voor biota kan ingeschat worden of een metaal effect kan geven. Normen voor metalen in biota zijn echter vrijwel niet beschikbaar. De KRW heeft voor drie prioritaire stoffen een MilieuKwaliteitsNorm (MKN) voor biota afgeleid: (methyl)kwik, hexachloorbenzeen en hexachloorbutadieen. De MKN voor (methyl)kwik is vastgesteld op 0,02 mg/kg natgewicht. In ongewervelde dieren is grofweg 50% van het gemeten kwik aanwezig in de vorm van (methyl)kwik. Het natgewicht gehalte aan kwik in organismen is om te rekenen aan de hand van het drooggewicht gehalte en het droge stof percentage. Als het berekende natgewicht gehalte vervolgens wordt gehalveerd kan toetsing aan de MKN-norm plaatsvinden.

Tabel 4 Normen voor metaalgehalten in biota, die toegepast worden binnen de KRW en OSPAR.

Metaal	Norm	Specificatie	Referentie
(Methyl)Kwik	0,02 mg/kg natgewicht	Voor biota	EC, 2008
Kwik	2,5 mg/kg drooggewicht	Voor mosselen en oesters	OSPAR, 2009
Lood	7,5 mg/kg drooggewicht	Voor mosselen en oesters	OSPAR, 2009
Cadmium	5,0 mg/kg drooggewicht	Voor mosselen en oesters	OSPAR, 2009

Voor kwik zijn geen en voor cadmium en lood zijn wel normoverschrijdingen (OSPAR) geconstateerd, zie Bijlage F en Figuur 8. Van de 28 overschrijdingen van de cadmiumnorm liggen er 21 boven 2x de normwaarde. Naast enkele beperkte overschrijdingen in mossel *Mytilus edulis* en geweispons *Haliclona oculata* zijn vooral voor oester C*rassotroseas gigas* veel en grote normoverschrijdingen geconstateerd. Oesters bemonsterd bij Hoedekenskerke en Kapellebank springen eruit met gehalten boven 2x de normwaarde, zie Figuur 8.

Van de 163 normoverschrijdingen voor lood liggen 21 overschrijdingen boven 2x de normwaarde waarbij zakpijpsoorten sterk vertegenwoordigd zijn. Op de locaties Schelphoek en Hoedekenskerke zijn de hoogste normoverschrijdingen geconstateerd, zie Figuur 8. Opgemerkt dient te worden dat het niet bekend is dat lood uit staalslakken en breukstenen kan uitlogen.



Figuur 8: Geconstateerde overschrijdingen van de OSPAR norm voor cadmium (links) en lood (rechts). De OSPAR norm wordt weergegeven met de horizontale dikke rode lijnen, de rode lijnen geven 2x de norm weer en de rode stippel lijnen 3x de norm.

4.3 Verschillen tussen locaties en bekken

Mubiana e.a. hebben gekeken naar verschillen in metaalaccumulatie in mosselen tussen de Oosterschelde en Westerschelde (Mubiana e.a., 2006). Uit deze studie blijkt dat metaalgehalten stroomopwaarts hoger zijn en er geen verschillen zijn tussen beide bekkens. Een hogere biologische beschikbaarheid in de (minder vervuilde) Oosterschelde als gevolg van groter aandeel van kleine zwevende deeltjes (<20 um) met een hoger koolstofpercentage wordt als voornaamste verklaring gezien voor het feit dat er geen verschillen gevonden zijn in metaalaccumulatie tussen beide bekkens.

In deze studie zijn verschillen in metaalaccumulatie gevonden tussen de bekkens met hogere PLI-waarden voor oester en blaaswier bemonsterd in de Westerschelde vergeleken met Oosterschelde. Hierbij dient opgemerkt te worden dat het aantal monsterlocatie in de Westerschelde (n=2) lager lag dan in de Oosterschelde (n=4) waardoor de Westerschelde minder representatief bemonsterd is. In de Oosterschelde is geen trend gevonden met hogere metaalgehalten landinwaarts. Een mogelijke verklaring kan zijn dat er geen locaties bemonsterd zijn aan de uiterst oostelijke kant.

4.4 Effecten van type stort materiaal

Wanneer metaalgehalten in weefsel van biota op de ondergrond van staalslakken en breukstenen vergeleken worden met gehalten in biota op referentielocaties dan worden er verschillen in metaalgehalten aangetoond. Verschillen wijzen echter niet consequent in dezelfde richting; metaalgehalten liggen soms hoger op de nieuwe ondergrond van staalslakken dan wel breuksteunen, soms lager en soms zijn er geen verschillen gevonden met referentielocaties. Er zijn geen soorten, jaren of locaties geïdentificeerd die consequent hoge of lage gehalten laten zien op de nieuwe ondergrond van staalslakken dan wel breukstenen wanneer deze vergeleken worden met de referentielocaties. Er zijn over het algemeen meer bemonsteringen uitgevoerd op een ondergrond van breukstenen en staalslakken dan op referentieplekken. Dit is van invloed op de statistische analyse. De invloed van wat gemeten wordt op de referentieplek is groter voor het resultaat van de analyse dan de invloed van de metingen van de stortsteenlocaties.

5 Conclusie en aanbevelingen

5.1 Conclusie

Er is geen eenduidig effect van aanbrengen oeververdediging (zowel in temporele trend als ruimtelijke analyse) op basis van de gemeten metaalgehalten in diverse biota.

Mosselen verzameld bij de Zeelandbrug wijken niet af van historische metingen vermeld in de literatuur. Echter, in sommige soorten op sommige locaties in enkele jaren worden hogere waardes gemeten vergeleken met T0, maar er is geen consistente trend waargenomen.

Door het ontbreken van metingen enkele jaren voor het aanbrengen van de nieuwe dijkversteviging is onbekend wat gehalten en variatie in metaalgehalten waren voor bestorting. Door ontbreken van continue metingen op (meerdere) referentielocaties is het lastig autonome variatie in de tijd te bepalen, waardoor het ook statistisch moeilijker is eventuele verschillen tussen bemonsteringsplekken en het type stort materiaal te onderscheiden. Dit kan deels opgevangen worden door gebruik te maken van gerapporteerde historische gegevens over metaalaccumulatie. Deze zijn echter niet voor alle relevante soorten beschikbaar en gerapporteerde gehalten kunnen door methodologische verschillen afwijkend zijn. Desondanks kunnen we (korte termijn) effecten van type bestorting niet uitsluiten. In 2014 (T5) worden immers hogere waardes gevonden voor organismen direct verzameld op staalslakken en breukstenen (Zeelandbrug, Japanse oester) in vergelijking tot de referentielocatie.

Metaalgehalten bij Wemeldinge (T0) en Gorishoek (referentielocatie) komen overeen met gehalten gemeten bij Zuidbout (referentielocatie van Zeelandbrug).

5.2 Aanbevelingen

Uitloging van metalen vanuit de nieuwe ondergrond van staalslakken en breukstenen is een van de routes waarmee metalen beschikbaar komen voor opname, metalen kunnen ook uitlogen uit oude (vervuilde) sedimentlagen en via afstroom uit land vanuit het achterliggende stroomgebied aangevoerd worden. Daarnaast is niet altijd bekend wat de leeftijd is van de bemonsterde organismen en invloed daarvan in de metaalaccumulatie. De situatie zoals gemeten in dit programma is dus wel het meest relevant omdat het de actuele situatie in de bekkens vertegenwoordigd, maar kan niet voorkomen dat factoren die mogelijk van invloed zijn op de metaalaccumulatie anders dan de ondergrond van staalslakken en breukstenen een rol spelen en waar dus ook de referentiegebieden onderhevig aan zijn. Bovengenoemde factoren resulteren in de (grote)variaties in metaalgehalten zoals in deze studie gemeten. Door het uitvoeren van mesocosm studie, zoals in 2015 ingezet is, kunnen dergelijke factoren uitgesloten worden waardoor het effect van een ondergrond van staalslakken en breukstenen in metaalaccumulatie geïsoleerd wordt en variaties in metaalaccumulatie verkleind worden.

Doordat er sprake is van grote jaarlijkse- en ruimtelijke variatie in metaalgehalten is het voor de monitoring in de bekkens belangrijk lange tijdreeksen op te bouwen en voldoende referentieplekken te bemonsteren. Op dit moment is er voor alleen de Zeelandbrug een meerjarige reeks beschikbaar en ligt, over het algemeen, het aantal bemonsteringen op referentielocaties (n=3) lager dan het aantal bemonsteringen op een ondergrond van staalslakken dan wel breukstenen (n=6 of 9). Hierdoor is de invloed van wat gemeten wordt op de referentielocaties en wat er gebeurd bij de Zeelandbrug groot voor conclusies die getrokken worden en bestaat er het risico dat conclusies het gevolg zijn van lokale variaties in metaalgehalten die niet veroorzaakt worden door de ondergrond.

Het is verstandig om de bemonsteringen bij de Zeelandbrug te continueren omdat daar de meeste bemonsteringen uitgevoerd zijn.

Tijdreeksen zouden uitgebreid kunnen worden door plekken te bemonsteren waar al relatief veel gegevens verzameld zijn. Schelphoek in de Oosterschelde en Ritthem en Hoedekenskerke in de Westerschelde zijn dergelijke locaties. Analyses zullen krachtiger worden als er nog een derde plek gevonden wordt in beide bekkens waar een tijdreeks opgebouwd kan worden. Dit is ook van belang omdat de ervaring leert dat niet altijd de gewenste soorten bemonsterd kunnen worden.

Het is erg belangrijk om referentieplekken mee te nemen in de monitoring en het aantal monsters per referentieplek (op dit moment 3) minimaal te verdubbelen. Het is hierbij van belang om referentiemonsters op voldoende onderlinge afstand van elkaar te nemen en het liefst vergelijkbaar met de afstand tussen individuele staalslak- en breuksteenbemonsteringen. De referentielocaties Zuidbout (referentie voor Zeelandbrug), Schelphoek west (voor Schelphoek), Kapellebank (voor Hoedekenskerke) kunnen bemonsterd worden. Ten westen van bemonsteringslocatie Ritthem zal nog een referentielocatie gevonden moeten worden.

Het is aan te bevelen te concentreren op soorten die niet mobiel zijn en waarvan reeds veel gegevens verzameld zijn; zoals zakpijpen, mosselen en oesters. Kreeften kunnen meegenomen omdat ze een hogere positie in de voedselketen vertegenwoordigen, territoriaal en dus plaatsgebonden zijn en het bovendien een commerciële soort is. De ervaring dat soorten niet altijd op alle plekken aanwezig zijn pleit voor een simultane bemonstering van verschillende soorten.

Kwaliteitsborging

IMARES beschikt over een ISO 9001:2008 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem (certificaatnummer: 124296-2012-AQ-NLD-RvA). Dit certificaat is geldig tot 15 december 2015. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV Certification B.V. Daarnaast beschikt het chemisch laboratorium van de afdeling Vis over een NEN-EN-ISO/IEC 17025:2005 accreditatie voor testlaboratoria met nummer L097. Deze accreditatie is geldig tot 27 maart 2013 en is voor het eerst verleend op 27 maart 1997; deze accreditatie is verleend door de Raad voor Accreditatie.

Referenties

Glorius, S.T., Heuvel-Greve, M.J. van den, Foekema, E.M., (2013), "Variatie gehalte zware metalen op locatie Zeelandbrug en toxiciteit molybdeen – data rapport", IMARES Wageningen UR, rapport C105/13.

Heuvel-Greve, M.J. van den, (2009), "T0 monitoring vooroeververdediging Oosterschelde; cluster 1 – 2009", IMARES Wageningen UR, rapport C137/09.

Heuvel-Greve, M. van den, A. van den Brink, S. Glorius, C. Schipper, M. de Kluijver, M. Dubbeldam, (2011), "Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde 2010: T1 Cluster 1/T0 Cluster 2", IMARES Wageningen UR, rapport C029/11.

Heuvel-Greve, M. van den, A. van den Brink, S. Glorius, C. Schipper, A. Gittenberger, M.J. de Kluijver, M. Dubbeldam, (2012), "Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde en Westerschelde 2011: T2 Cluster 1", IMARES Wageningen UR, rapport C081/12.

Killick, R., Idris A. Eckley, (2014), "Changepoint: An R Package for Changepoint Analysis", *Journal of Statistical Software*, 58(3), 1-19.

Kluijver, M.J. de, M.C. Dubbeldam, B.J.L. van Broekhoven, (2015, in voorbereiding), "Levensgemeenschappen op de harde substraten bij Zuidhoek/de Val (Schouwen-Duiveland); T5-inventarisatie eulittoraal en vooroever 2014", Stichting Zeeschelp.

Kluijver, M.J. de, Dubbeldam, M.C., Van Broekhoeven, B.J.L. (2015, in prep), "Levensgemeenschappen op de harde substratenin het eulittoraal en op de vooroever. T6 inventarisatie Oosterschelde en T4 inventarisatie Westerschelde, 2014", Stichting Zeeschelp, Jacobahaven.

Mubiana V.K., Qadah, D., Meys, J., Blust, R., (2005), "Temporal and spatial trends in heavy metal concentrations in marine mussel *Mytilus edulis* from the Western Scheldt estuary (The Netherlands)", *Hydrobiologica,* (540), 169 – 180.

Mubiana, V.K., Blust, R. (2006), "Metal content of marine mussels from Western Scheldt Estuary and nearby protected Marine Bay, the Netherlands: impact of past and present contamination", *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 77(2): 203-210.

Oksanen,J., F. Guillaume Blanchet, Roeland Kindt, Pierre Legendre, Peter R. Minchin, R. B. O'Hara, Gavin L. Simpson, Peter Solymos, M. Henry H. Stevens and Helene Wagner (2013), "Vegan: Community Ecology Package", R package version 2.0-10. http://CRAN.R-project.org/package=vegan

Tangelder, M., Brummelhuis, E.B.M., Kluijver, M. de, Heuvel-Greve, M.J. van den, (2014), "Data rapport: Het effect van vooroeververdediging op bodemorganismen in de Oosterschelde in 2013", IMARES Wageningen UR, rapport C119.14.

Schellekens, T., Glorius, S.T., Heuvel-Greve, M.J. van den, (2014), "Variatie en trend van de gehaltes zware metalen op locatie Zeelandbrug – Data rapport 2013". Imares Wageningen UR rapport C055.14.

Tangelder, M., Goudswaard, K. en Es, Y. (2015a). "Bepaling zware metalen in kreeften op nieuwe vooroevers in de Oosterschelde", IMARES Wageningen UR rapport C039/15.

Tangelder, M., Van den Heuvel-Greve, M.J., De Kluiver, Glorius, S.T., Jansen, H., (2015b, in prep.), ”Data rapport: Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde en Westerschelde 2015”, IMARES rapport, Yerseke.

Tangelder, M., De Kluiver, M., Brummelhuis, E.B.M., Van den Heuvel-Greve, M.J. (2015c, in prep.) Data rapport: Effect van vooroeververdediging op bodemorganismen in Oosterschelde en Westerschelde in 2014. IMARES rapport, Yerseke.

Tomlinson, D. L., Wilson, J. G., Harris, C. R., en Jeffrey, D. W. (1980), ”Problems in the assessment of heavy-metal levels in estuaries and the formation of a pollution index”, *Helgoland Marine Research*, (33), pp 566 – 575.

Jonkers, D. (1987). Opname van zware metalen uit en kolonisatie van ovenslakken en beton door benthische mariene organismen. Mariene Zoölogie, Rijksuniversiteit Groningen, Groningen, p.p. 86.

Kovach, W.L., 1999. MVSP - A Multi Variate Statistical Package for Windows, version 3.1. Kovach Computing Services, Pentraeth, Wales, UK.

OSPAR (2009). Background document on CEMP Assessment Criteria for QSR 2010.

R Development Core Team (2012). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL. http://www.R-project.org/.

Verantwoording

Rapport : C079/15
Projectnummer : 4303107301

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en het betreffende afdelingshoofd van IMARES.

Akkoord:

Onderzoeker

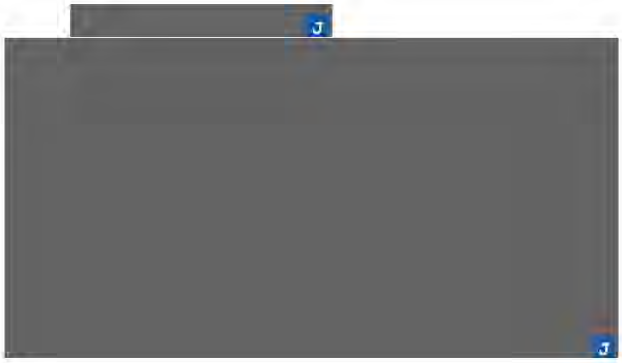
Handtekening:



Datum:

Akkoord:

Handtekening:



Datum:

Bijlage A. Overzicht van biota bemonsteringen

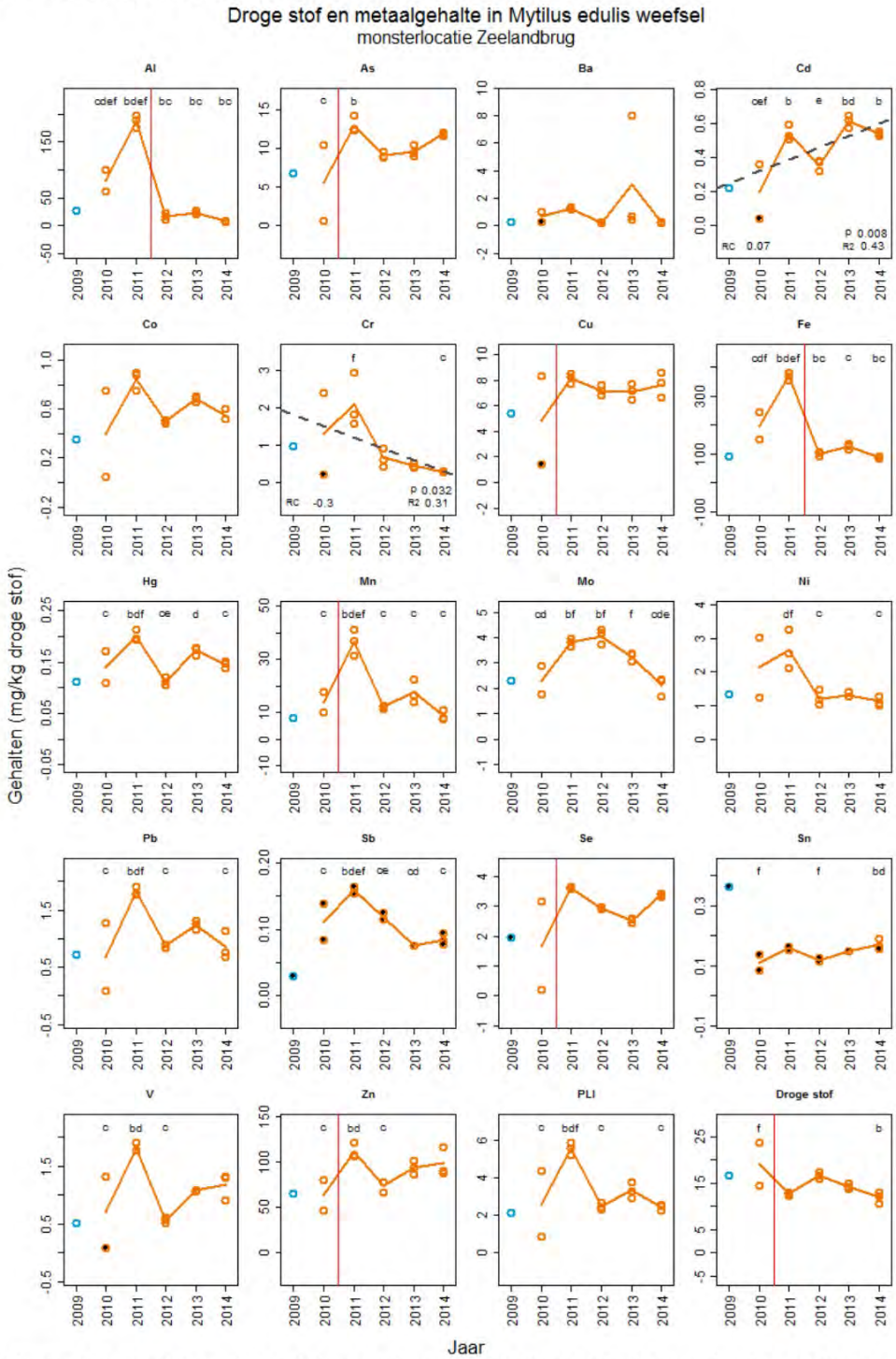
Tabel 5: Bemonstering van locaties uitgesplitst per jaar. Gearceerde cellen geven aan dat er epifauna verzameld is en er wordt daarbij per locatie aangegeven of het een T0-T5 bemonstering betreft. Wanneer organismen verzameld zijn op de nieuwe ondergrond dan wordt het ondergrondtype gespecificeerd met BS voor Breuksteen, SS voor Staalslakken en NB voor niet bekend; op sommige locaties zijn meerdere typen aanwezig, dit wordt aangegeven met bijv 'BS & SS', wanneer de organismen verzameld zijn op een locatie onder invloed staan van beide typen (maar zich dus niet op de nieuwe ondergrond bevinden) wordt dat aangegeven als SSBS (bijv Zeelandbrug pijler, waarbij organismen verzameld worden op een hoogte boven de verdediging waarbij aan de ene kant Breuksteen en aan de andere kant Staalslakken gebruikt zijn).

	Locatie*	Type Stort	Jaar stort	Cluster	Ref locatie	Bemonstering						Opmerkingen 2014 Bemonstering
						2009	2010	2011	2012	2013	2014	
Oosterschelde	Burghsluis-west	ZG	2014	2			T0					
	Schelphoek-west	SS	2009	1	KN	T0	T1	T2			T5	Slib laag op stort
	Schelphoek-west II	ZG**	2014	2	KN						T0	
	Schelphoek-midden	BS	2009	1	KN	T0	T1	T2			T5	
	Schelphoek-oost	SS	2009	1	KN	T0	T1	T2			T5	
	Lokkersnol-oost	BS & SS	2009	1	KN	T0	T1					
	Zeelandbrug-west	BS & SS	2009	1	ZB	T0	T1	T2			T5	
	Zeelandbrug-midden	BS & SS	2009	1	ZB		T1	T2			T5	
	Zeelandbrug-oost	BS & SS	2009	1	ZB	T0	T1	T2			T5	
	Zeelandbrug pijler	SSBS	2009	1	ZB	T0	T1	T2	T3	T4	T5	
	Zierikzee	NB	2014	2.2	KN					T0		
	Wemeldinge-west	NB	2016	3	GH						T0	oesterrif
	Wemeldinge-west 30m	NB	2016	3	GH						T0	oesterrif
	Wemeldinge-oost	NB	2016	3	GH						T0	oesterrif
	Buitenhaven NJ	*Ref*	-	-	-							touw
	Kurkenol (KN)	*Ref*	-	-	-							
	Zuidbout (ZB)	*Ref*	-	-	-							oesterrif
	Gorishoek (GH)	*Ref*	-	-	-							oesterrif
Westerschelde	Ritthem-west	SS	2009	1	PP	T0	T1	T2			T5	
	Ritthem-midden	SS	2009	1	PP	T0	T1	T2			T5	
	Ritthem-oost	SS	2009	1	PP	T0	T1	T2			T5	
	Borssele	SS	2010	1	PP		T0					
	Ellewoutsdijk-west	SS	2010	2.2	PP		T0					
	Ellewoutsdijk-midden	SS	2010	2.2	PP		T0					
	Ellewoutsdijk-haven	SS	2010	2.2	PP		T0					
	Hoedekenskerke-zuid	SS	2011	2.1	KB		T0				T3	
	Hoedekenskerke-haven	BS & SS	2011	2.1	KB		T0				T3	
	Hoedekenskerke-noord	BS & SS	2011	2.1	KB		T0				T3	
	Paulinapolder (PP)	*Ref*	-	-	-							
	Kapellebank (KB)	*Ref*	-	-	-							oesterrif

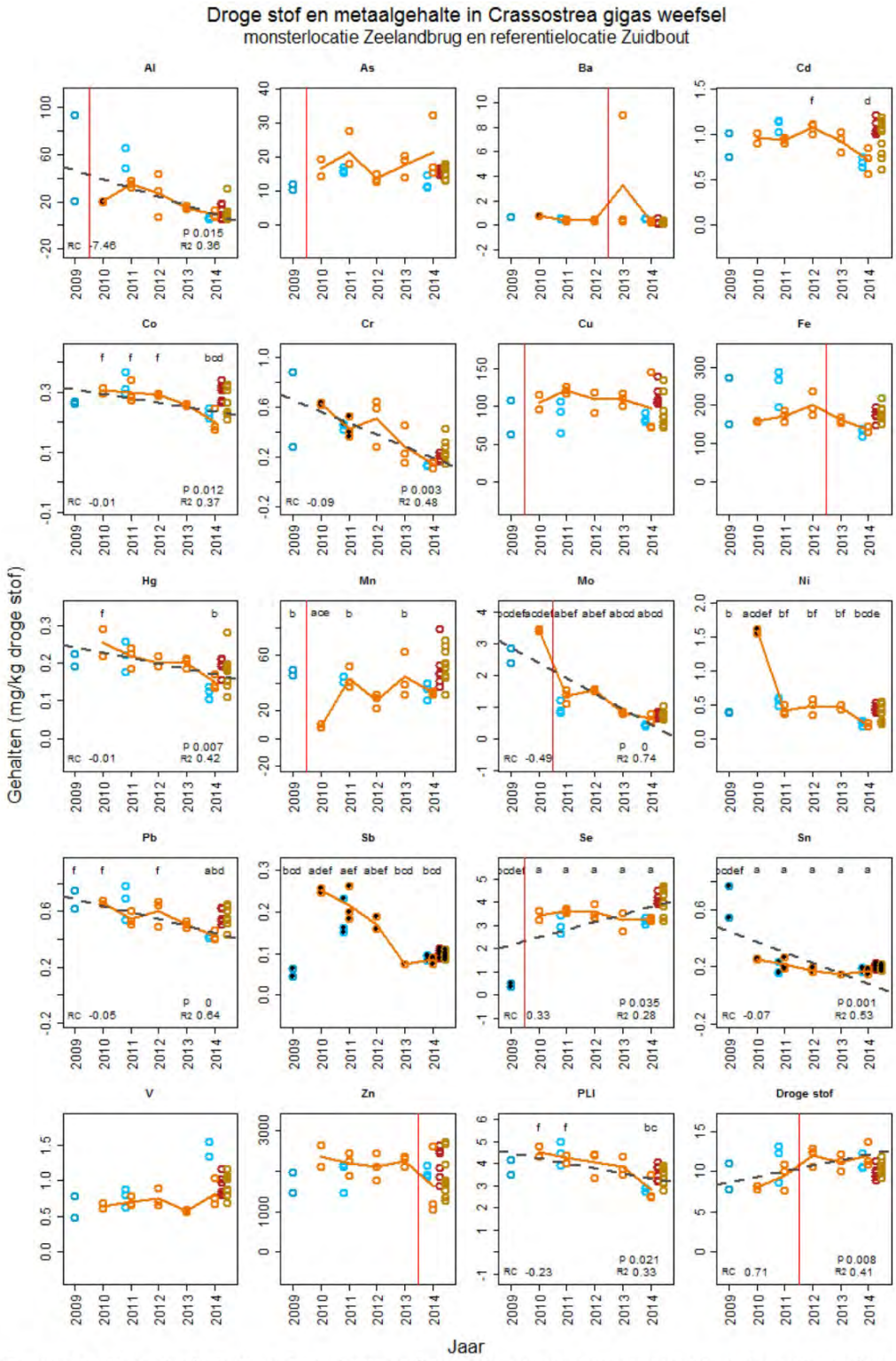
** Dit overzicht bevat geen informatie over de extra fucus bemonsteringslocaties zoals uitgevoerd in 2011 (zie hiervoor Van den Heuvel-Greve e.a. 2012)*

*** Bij locatie Schelphoek-west II wordt geëxperimenteerd met een nieuw ontwerp oever. Op de nieuwe bestorting van zeegrind zijn kleine hopen bestort met zowel breuksteen als zandsteen.*

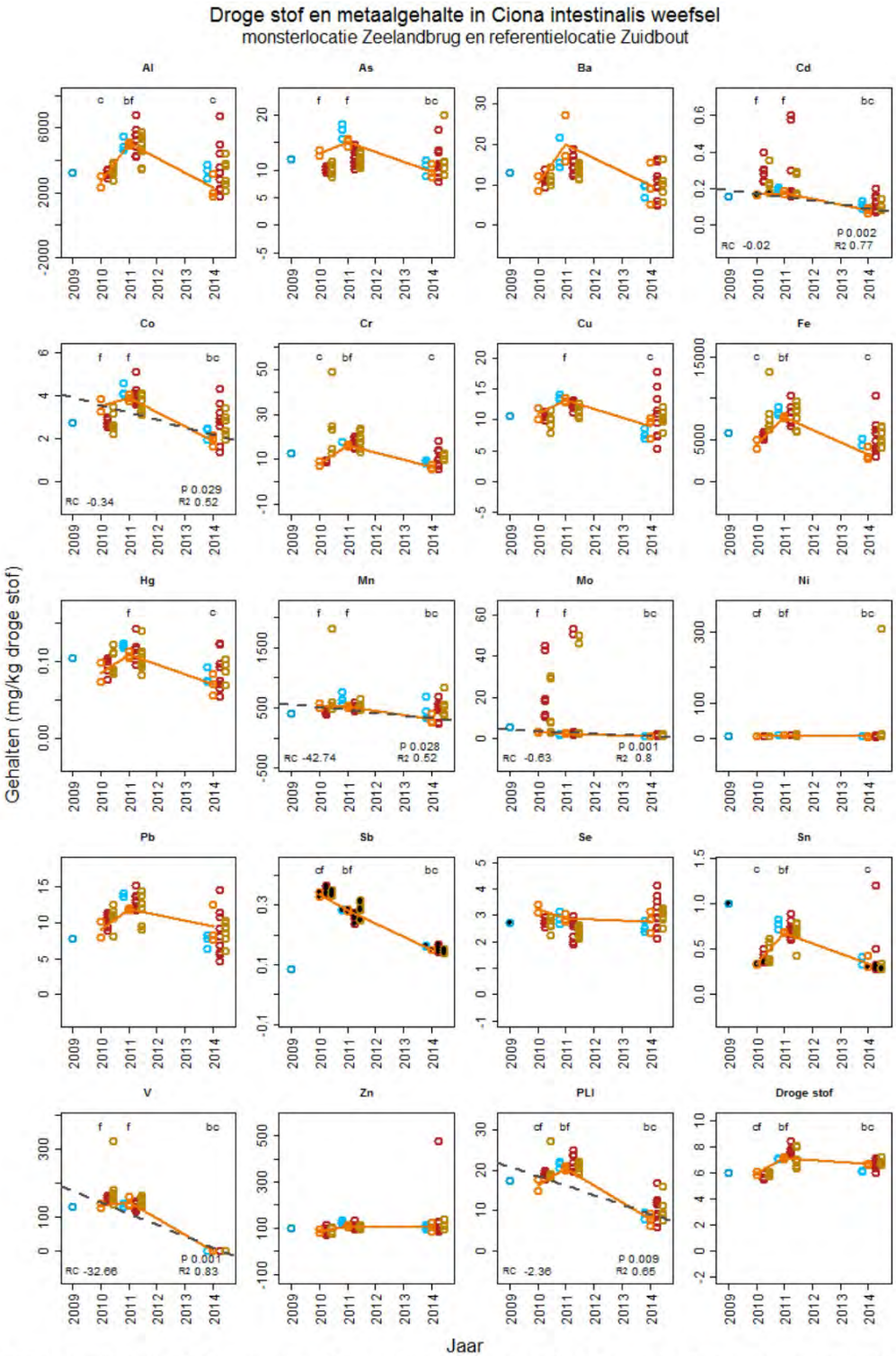
Bijlage B. Trend in concentratie metalen, droge stof en PLI



Figuur 9: Metaalgehalten, PLI en droge stof voor de mossel Mytilus edulis bemonsterd op de Zeelandbrug en Zuidbout in de periode 2009 (T0) en 2014. Blauwe stippen zijn bemonsteringen op de referentielocatie, oranje stippen zijn bemonsteringen onder invloed van staalslakken & breukstenen, rode stippen zijn bemonsteringen op breukstenen en gele stippen zijn bemonsteringen op staalslakken. Metaalgehalten die onder de detectielimiet liggen worden weergeven met zwarte stippen. Gemiddelde waarden op een ondergrond van staalslakken & breukstenen worden door oranje lijnen weergegeven. De volgende statistische resultaten hebben alleen betrekking op ondergronden onder invloed van staalslakken & breukstenen (oranje stippen): (1) significante lineaire verbanden worden door grijze stippellijnen weergeven. De richtingscoëfficiënt, p-waarde en correlatiewaarde worden onder in de grafiek weergegeven. (2) Wanneer er sprake is van een significante sprong in (jaargemiddelde)gehalten dan wordt deze weergegeven door een verticale rode lijn. (3) De lettercode geeft significante verschillen tussen de jaren weer (ANOVA, Tukey Posthoc).

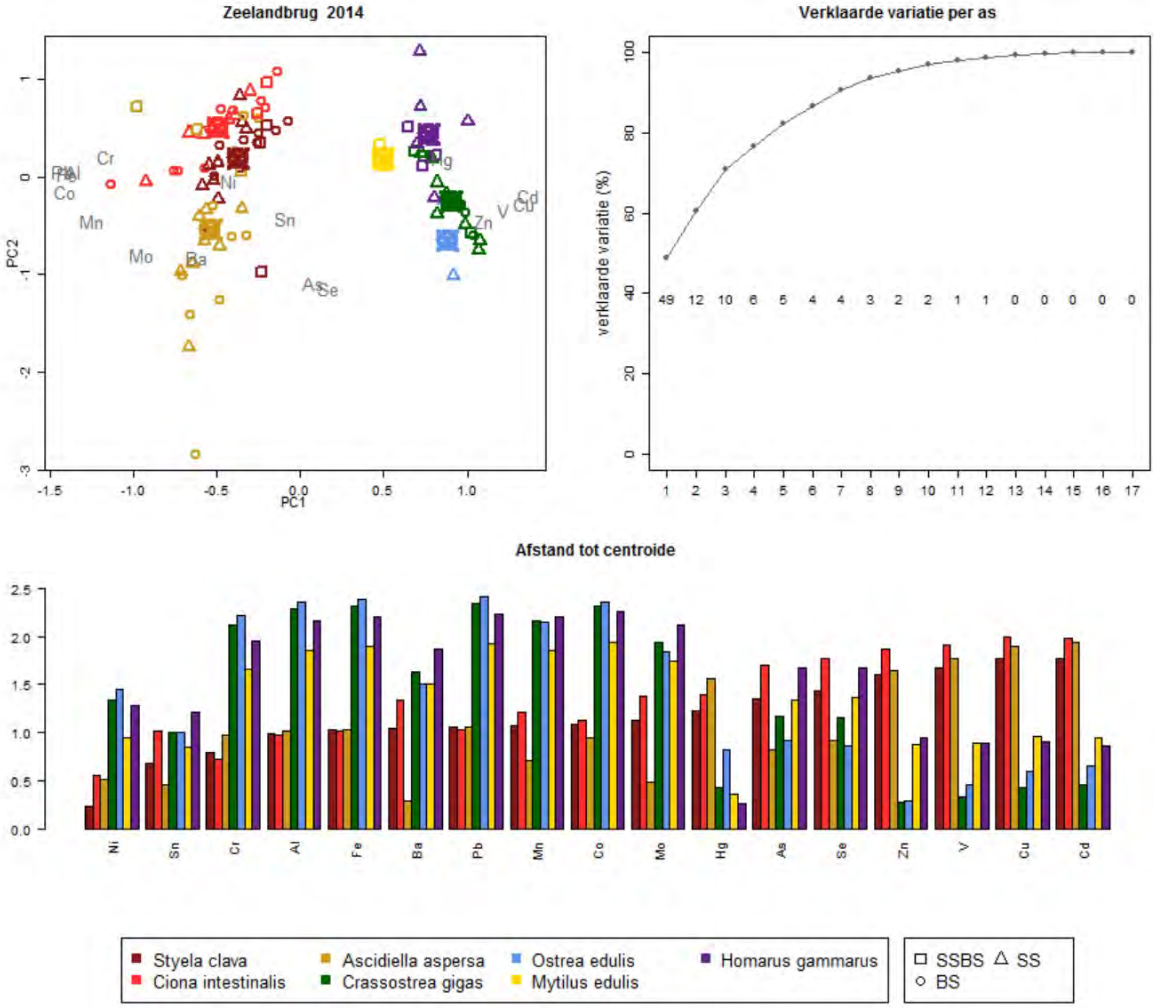


Figuur 10: Metaalgehalten, PLI en drogestof voor de oester Crassostrea gigas bemonsterd op de Zeelandbrug en Zuidbout in de periode 2009 (T0) en 2014. Blauwe stippen zijn bemonsteringen op de referentielocatie, oranje stippen zijn bemonsteringen onder invloed van staalslakken & breukstenen, rode stippen zijn bemonsteringen op breukstenen en gele stippen zijn bemonsteringen op staalslakken. Metaalgehalten die onder de detectielimiet liggen worden weergeven met zwarte stippen. Gemiddelde waarden op een ondergrond van staalslakken & breukstenen worden door oranje lijnen weergegeven. De volgende statistische resultaten hebben alleen betrekking op ondergronden onder invloed van staalslakken & breukstenen (oranje stippen): (1) significante lineaire verbanden worden door grijze stippellijnen weergeven. De richtingscoëfficiënt, p-waarde en correlatiewaarde worden onder in de grafiek weergegeven. (2) Wanneer er sprake is van een significante sprong in (jaargemiddelde)gehalten dan wordt deze weergegeven door een verticale rode lijn. (3) De lettercode geeft significante verschillen tussen de jaren weer (ANOVA, Tukey Posthoc).

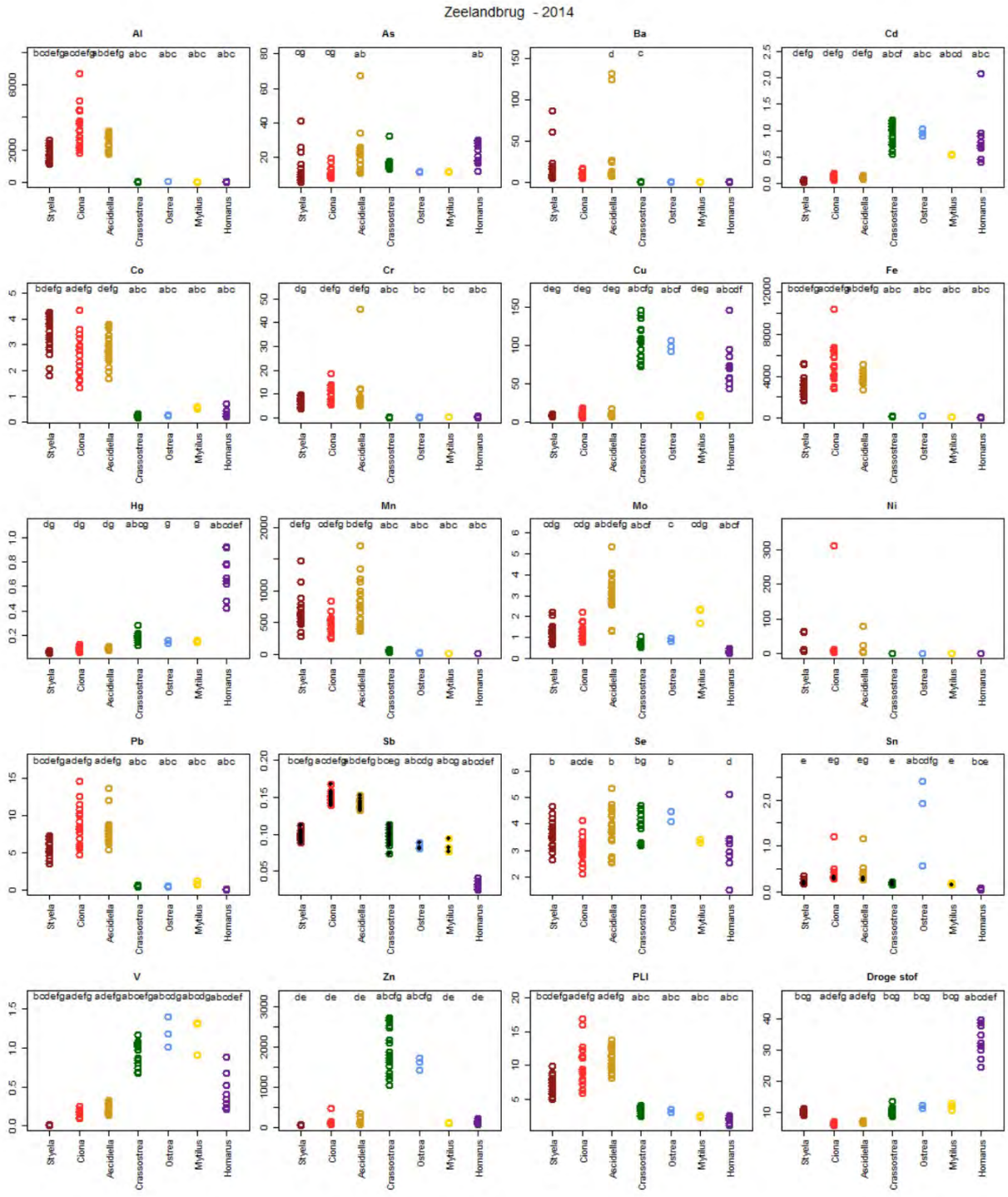


Figuur 11: Metaalgehalten, PLI en drogestof voor de zakpijpsoort Ciona intestinalis bemonsterd op de Zeelandbrug en Zuidbout in de periode 2009 (T0) en 2014. Blauwe stippen zijn bemonsteringen op de referentielocatie, oranje stippen zijn bemonsteringen onder invloed van staalslakken & breukstenen, rode stippen zijn bemonsteringen op breukstenen en gele stippen zijn bemonsteringen op staalslakken. Metaalgehalten die onder de detectielimiet liggen worden weergeven met zwarte stippen. Gemiddelde waarden op een ondergrond van staalslakken & breukstenen worden door oranje lijnen weergegeven. De volgende statistische resultaten hebben alleen betrekking op ondergronden onder invloed van staalslakken & breukstenen (oranje stippen): (1) significante lineaire verbanden worden door grijze stippellijnen weergeven. De richtingscoëfficiënt, p-waarde en correlatiewaarde worden onder in de grafiek weergegeven. (2) Wanneer er sprake is van een significante sprong in (jaargemiddelde)gehalten dan wordt deze weergegeven door een verticale rode lijn. (3) De lettercode geeft significante verschillen tussen de jaren weer (ANOVA, Tukey Posthoc).

Bijlage C. Verschillen in metaalaccumulatie tussen soorten

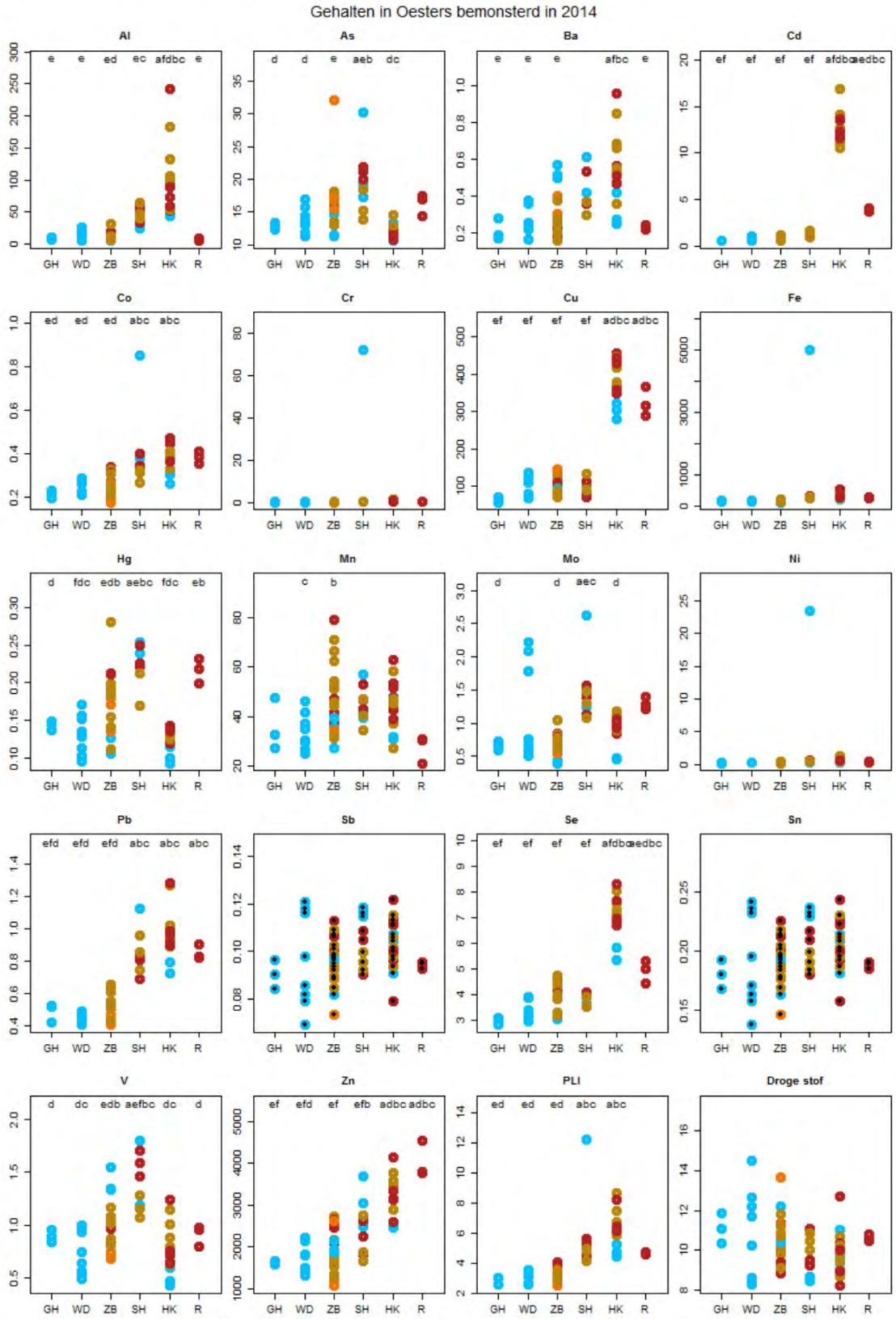


Figuur 12: Linksboven principal component (PCA) oriëntatie op z-gestransformeerde metaalgehalte in de zakpijpsoorten Styela clava, Ciona intestinalis en Ascidiella aspersa, de oesters Crassostrea gigas en Ostrea edulis, de mossel Mytilus edulis en de kreeft Homarus gammarus bemonsterd op de Zeelandbrug in 2014. Scaling factor 2 (nadruk op metaalverschillen). Metalen met meer dan 75% meetwaarden onder de detectielimiet zijn buitenbeschouwing gelaten. Rechtsboven de verklaarde variatie per PCA-as. Onder de afstand van de metalen tot de centroide van de verschillende ondergronden, geordend op Ciona intestinalis.

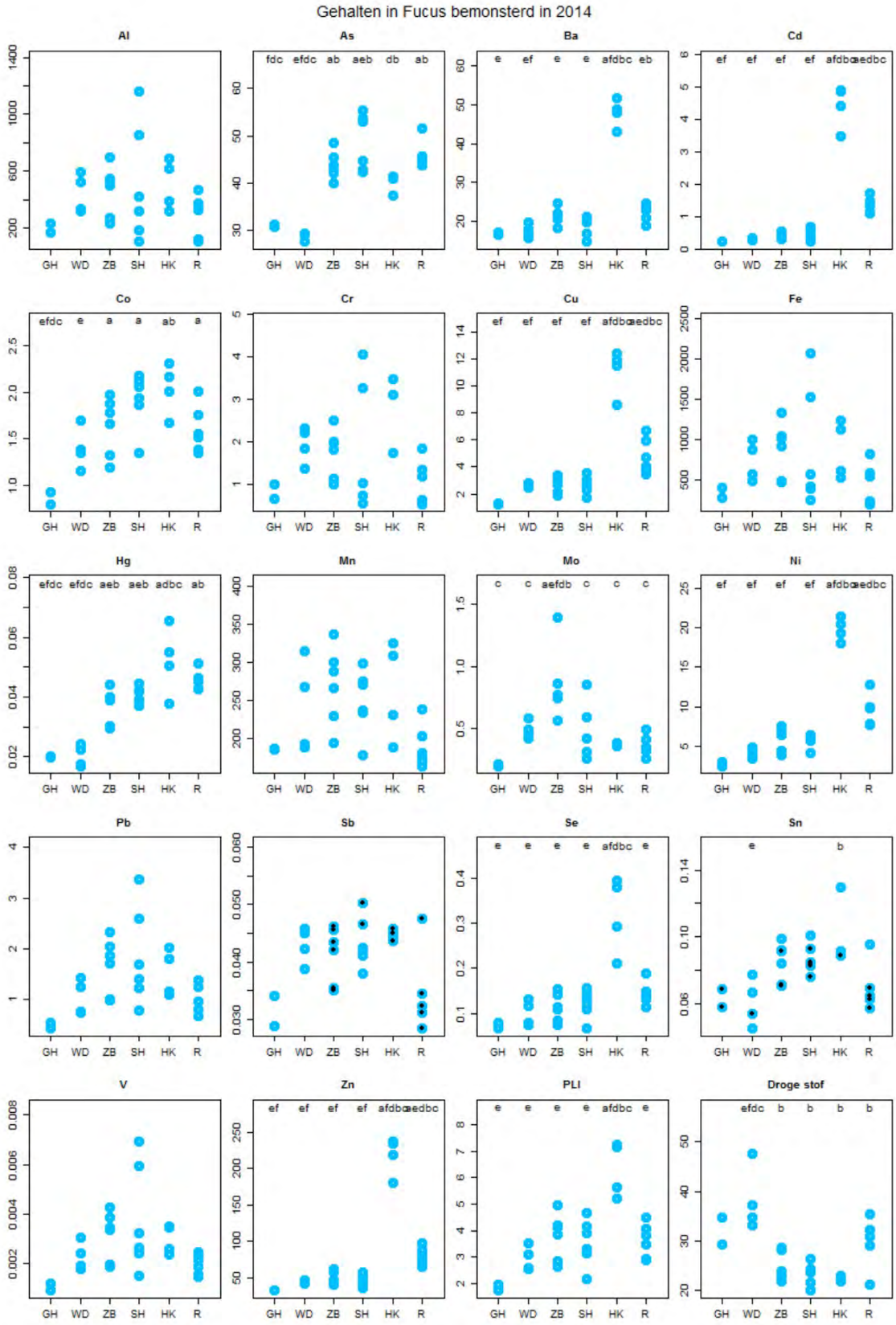


Figuur 13: Metaalgehalten, PLI en droge stof voor de zakpijpsoorten Styela clava (a), Ciona intestinalis (b) en Ascidiella aspersa (c), de oesters Crassostrea gigas (d) en Ostrea edulis (e), de mossel Mytilus edulis (f) en de kreeft Homarus gammarus (g) bemonsterd op de Zeelandbrug in 2014. Metaalgehalten die onder de detectielimiet liggen worden weergeven met zwarte stippen. De lettercode geeft significante verschillen weer (ANOVA, Tukey Post hoc).

Bijlage D: Verschillen in metaalaccumulatie tussen locaties



Figuur 14: Metaalgehalten, PLI en drogestof in Crassostrea gigas bemonsterd op verschillende ondergronden bij Gorishoek, Wemeldinge, Zeelandbrug, Schelphoek, Hoedekenskerke en Ritthem in 2014. Metaalgehalten die onder de detectielimiet liggen worden weergeven met zwarte stippen. De lettercode geeft significante verschillen weer (ANOVA, Tukey Post hoc).



Figuur 15: Metaalgehalten, PLI en drogestof in Fucus vesiculosus bemonsterd op verschillende locaties in 2014. In Oosterschelde bij Gorishoek (GH), Wemeldinge (WD), Zeelandbrug (ZB), Schelphoek (SH) en in Westerschelde bij Hoedekenskerke (HK) en Ritthem (R). Metaalgehalten die onder de detectielimiet liggen worden weergeven met zwarte stippen. De lettercode geeft significante verschillen weer (ANOVA, Tukey Post hoc).

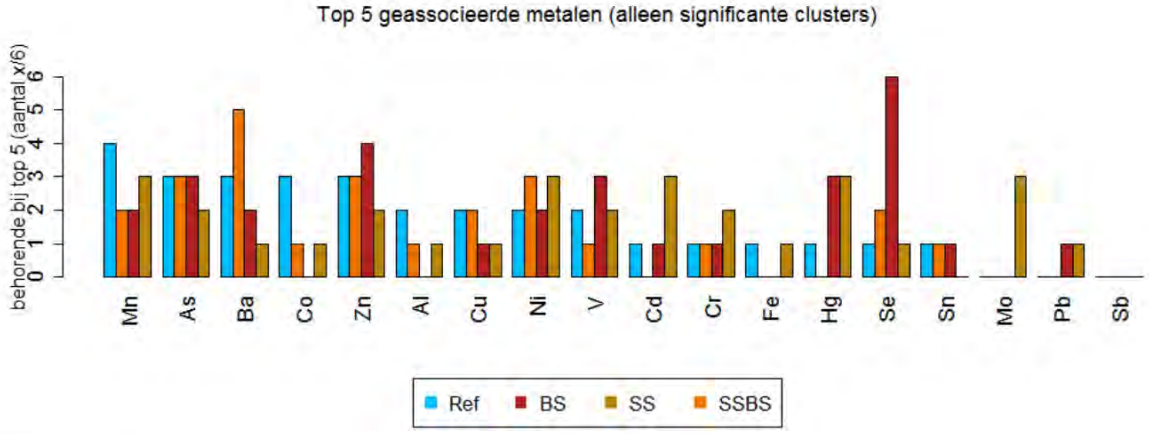
Bijlage E. Effect type ondergrond in metaalaccumulatie

Het effect van de ondergrond (referentie, staalslakken, breukstenen) op de metaalaccumulatie is onderzocht voor de zakpijpen *Styela clava* en *Ciona intestinalis* die bemonsterd werden op de Zeelandbrug in 2011 en 2014, voor de kreeft *Homarus gammarus* en de zakpijp *Ascidiella aspersa* die bemonsterd werden op de Zeelandbrug in 2014 en voor de oester *Crassostrea gigas* die bemonsterd werden op de Zeelandbrug, Schelphoek en Hoedekenskerke in 2014.

Het effect van de ondergrond is onderzocht door alle metalen gezamenlijk te beschouwen waarbij monsters in een tweedimensionaal vlak weergeven op basis van onderlinge (on)gelijkheid (PCA-analyse). Centroïde van clusters van dezelfde ondergronden zijn weergegeven en de afstanden tot de individuele metalen tot de centroïde zijn berekend en opgeslagen in een database. Daarnaast is door een permutatietest bekeken of clusters significant verschillend zijn van elkaar en is door middel van een lineair model getoetst of afstanden tot de centroïde significant verschillend is voor de verschillende soorten en ondergronden. In de tabellen die hieronder staan worden samenvattingen gegeven van de multivariate analyses. De PCA-oriëntaties evenals de grafieken waarin de metaalgehalten per ondergrond weergegeven worden waarbij ook de resultaten van de anova toets opgenomen zijn, staan op de volgende pagina's.

Tabel 6: Clusters die significant (p<0.05) verschillend zijn met de referentie op basis van PCA. Significantie op basis van permanova test volgens adonis routine.

Locatie	Soort	Jaar	Ondergrond	p-waarde
Zeelandbrug	*Styela clava*	2011	Staalslakken	0.0498
Zeelandbrug	*Ciona intestinalis*	2011	Breukstenen	0.0318
		2011	Staalslakken	0.0094
Zeelandbrug	*Crassostrea gigas*	2014	Breukstenen	0.0131
		2014	Staalslakken	0.0046
Hoedekenskerke	*Crassostrea gigas*	2014	Staalslakken	0.0142
		2014	Breukstenen	0.0120



Figuur 16: Aantal keer dat een metaal behoord bij de top 5 van de aan ondergrond typen geassocieerde metalen geïdentificeerd op basis van de PCA oriëntaties. In het figuur zijn alleen significante clusters meegenomen (n=7), zie tabel 6. Metalen die relatief vaak verhoogd zijn op de nieuwe ondergrond staan rechts en metalen die relatief vaak hoog zijn op de referentielocatie staan links.

Tabel 7: Modelresultaten van lineair modellen waarin per soort de afstand van metalen tot centroide onderzocht is afhankelijk ondergronden (en jaar wanneer beschikbaar). Resultaten tov referentie – ondergrond. Bij kleinere afstand neemt associatie (gehalte) van metalen toe; negatieve parameterwaarden duidt op hogere metaalconcentraties.

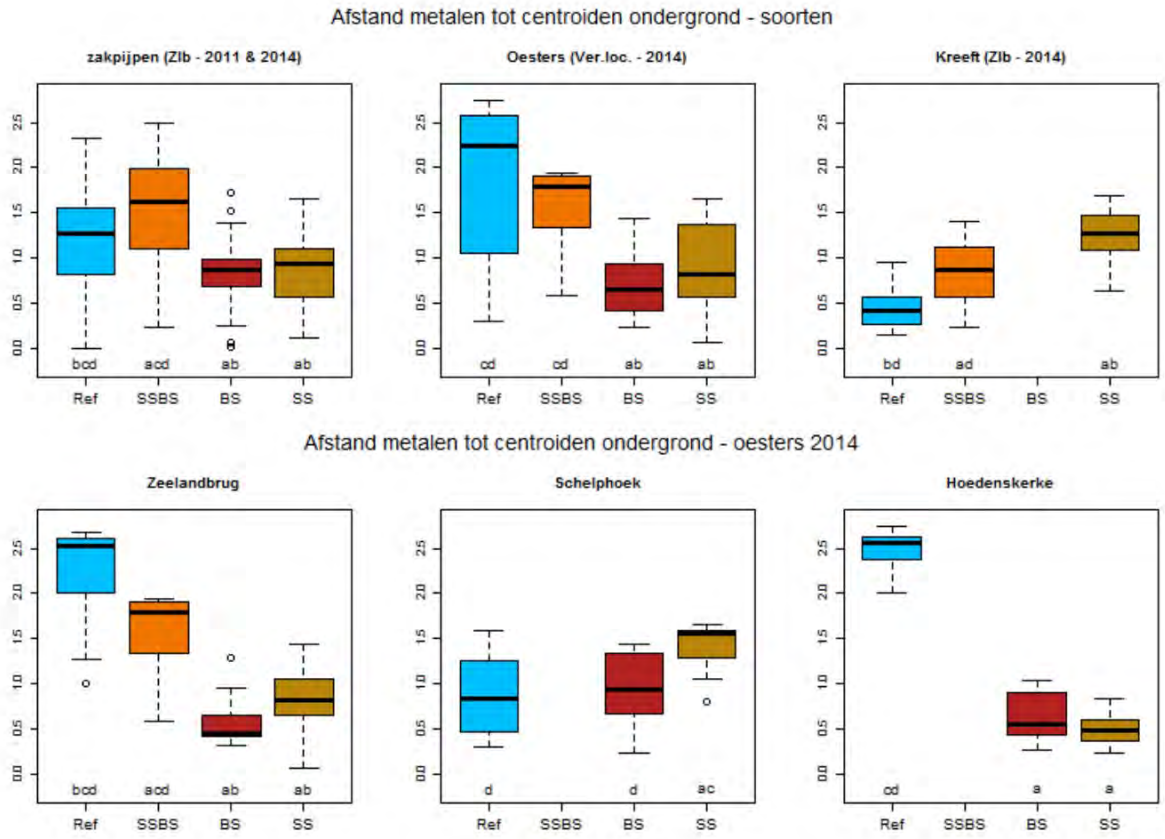
Styela clava	Estimate	Std. Error	t value	Pr(>|t|)	
(Intercept)	103.1345	38.06421	2.709	0.00767	**
Staalslakken & breukstenen	0.28446	0.08021	3.547	0.000548	***
Breukstenen	-0.57818	0.08021	-7.208	4.48E-11	***
Staalslakken	-0.77677	0.08021	-9.684	< 2e-16	***
Jaar	-0.0505	0.01891	-2.67	0.008583	**

Ciona intestinalis	Estimate	Std. Error	t value	Pr(>|t|)	
(Intercept)	-19.8934	39.4646	-0.504	0.6151	
Staalslakken & breukstenen	-0.08653	0.0832	-1.04	0.3002	
Breukstenen	-0.43812	0.0832	-5.266	5.56E-07	***
Staalslakken	-0.15745	0.0832	-1.892	0.0606	.
Jaar	0.01051	0.01961	0.536	0.5929	

Ascidiella aspersa	Estimate	Std. Error	t value	Pr(>|t|)	
(Intercept)	0.59999	0.09656	6.214	4.36E-08	***
Staalslakken & breukstenen	1.12122	0.13656	8.21	1.37E-11	***
Breukstenen	0.20769	0.13656	1.521	0.133	
Staalslakken	0.15778	0.13656	1.155	0.252	

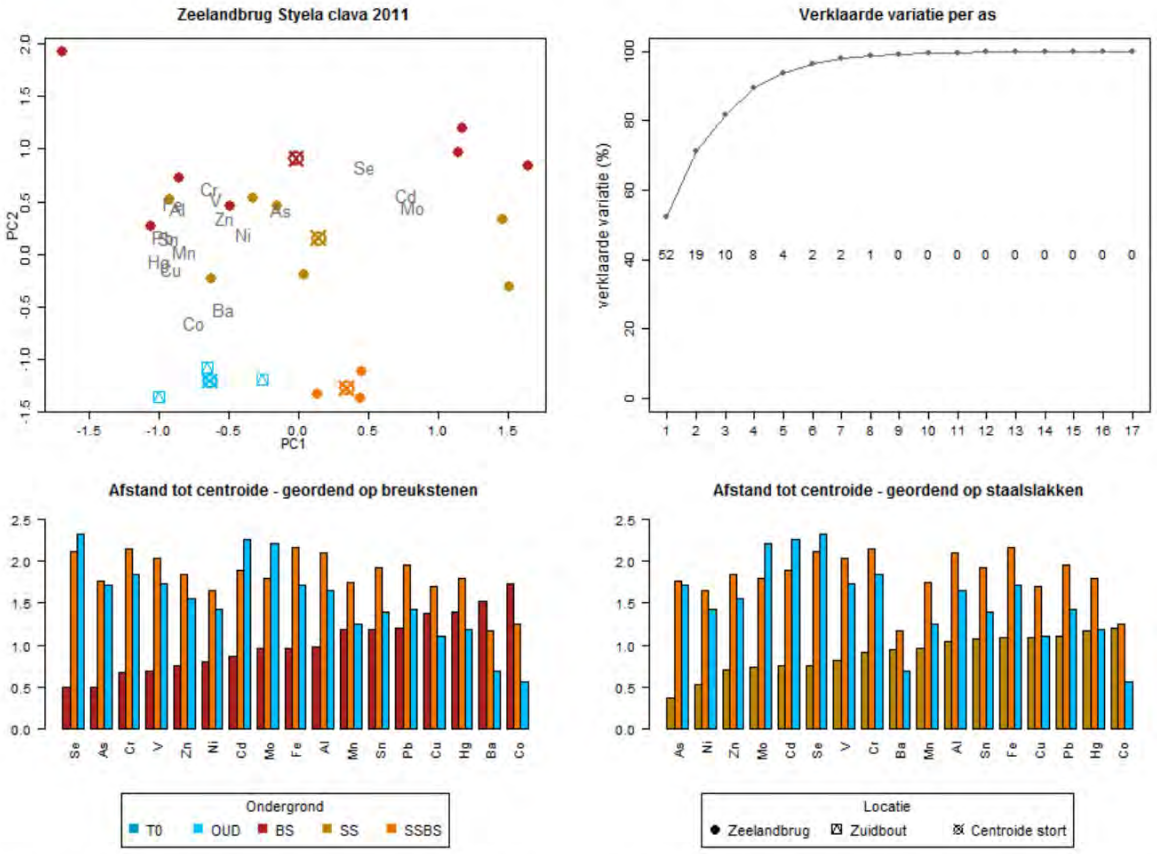
Crassostrea gigas					
Zeelandbrug	Estimate	Std. Error	t value	Pr(>|t|)	
(Intercept)	2.2644	0.09915	22.839	< 2e-16	***
Staalslakken & breukstenen	-0.65548	0.14021	-4.675	1.71E-05	***
Breukstenen	-1.71371	0.14021	-12.222	< 2e-16	***
Staalslakken	-1.43073	0.14021	-10.204	9.90E-15	***
Schelphoek	Estimate	Std. Error	t value	Pr(>|t|)	
(Intercept)	0.84216	0.09329	9.03E+00	1.16E-11	***
Breukstenen	0.1142	0.13194	0.866	0.391	
Staalslakken	0.58265	0.13194	4.42E+00	6.24E-05	***
Hoedekenskerke	Estimate	Std. Error	t value	Pr(>|t|)	
(Intercept)	2.48357	0.05462	45.47	<2e-16	***
Breukstenen	-1.84315	0.07725	-23.86	<2e-16	***
Staalslakken	-1.99226	0.07725	-25.79	<2e-16	***

Homarus gammarus	Estimate	Std. Error	t value	Pr(>|t|)	
(Intercept)	0.43494	0.07047	6.172	1.10E-07	***
Staalslakken & breukstenen	0.38783	0.09966	3.892	0.00029	***
Staalslakken	0.80573	0.09966	8.085	1.07E-10	***

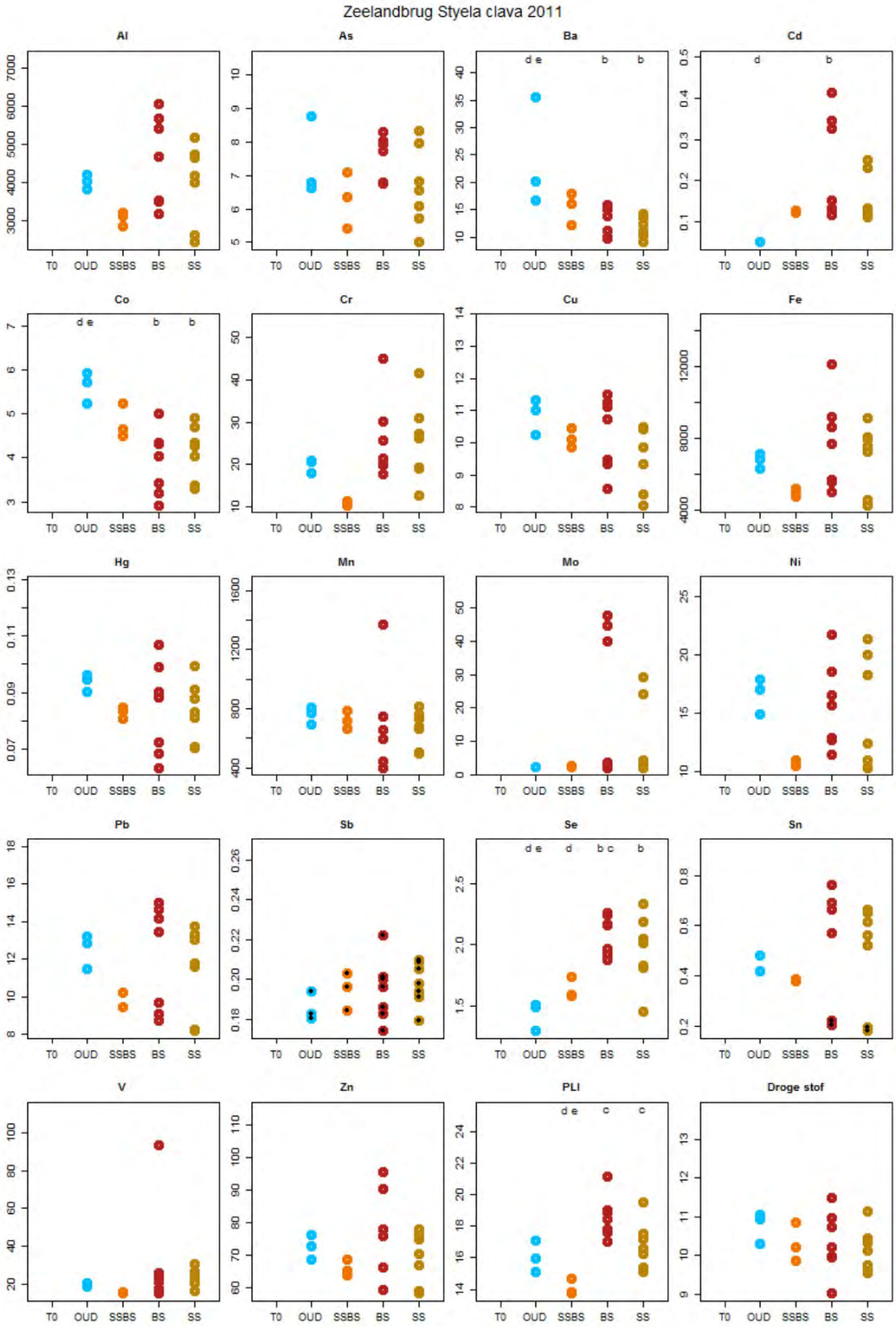


Figuur 17. Afstand van de metalen tot de centroïde van de verschillende ondergrondtypen zoals weergegeven in PCA-oriëntaties. Hoe kleiner de afstand hoe hoger het gehalten aan metalen. Significante verschillen worden weergegeven door lettercodes, Referentie (Ref= a), staalslakken & breukstenen (SSBS = b), breukstenen (BS =c) en staalslakken (SS, e) (ANOVA icm Tukey post hoc, significantieniveau 0.05).

Zakpijp - *Styela clava* bemonsterd nabij de Zeelandbrug in 2011

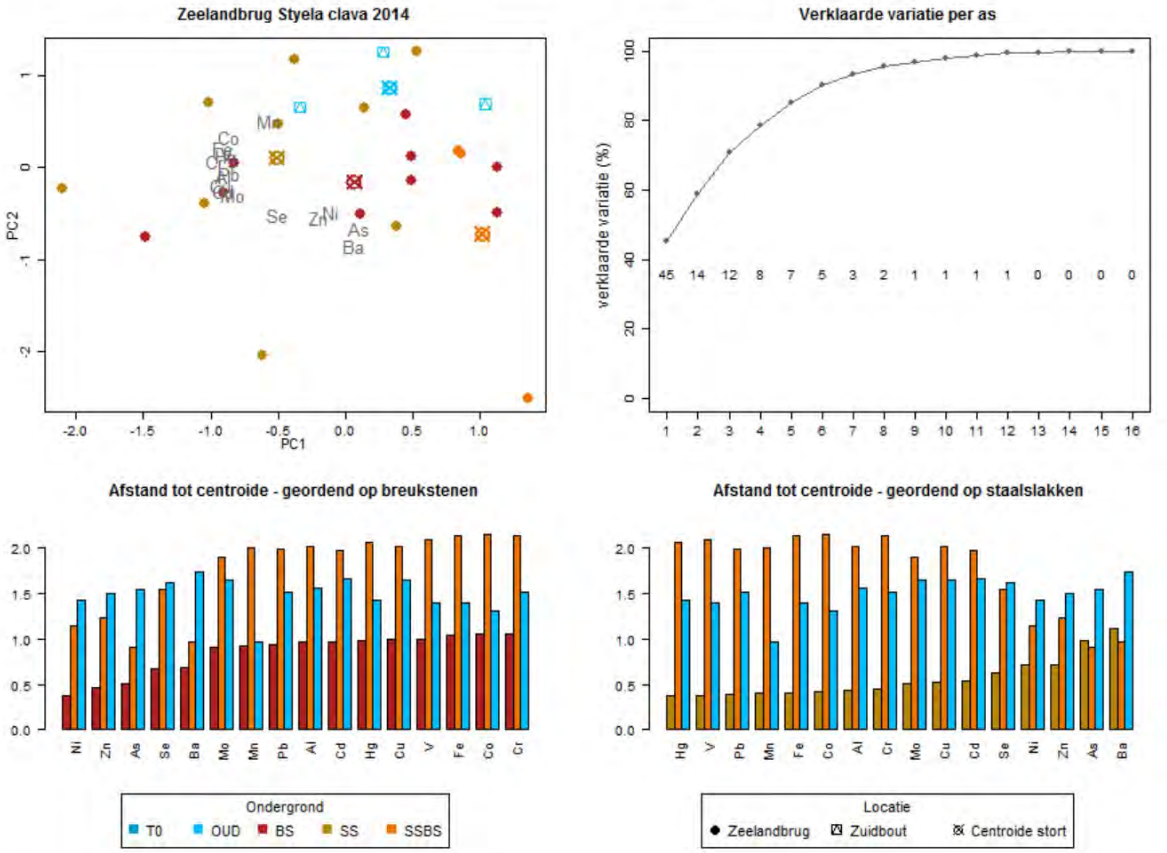


Figuur 18: Linksboven principal component (PCA) oriëntatie op z-gestransformeerde metaalgehalte in Styela clava weefsel bemonsterd in 2011 bij de Zeelandbrug met scaling factor 2 (nadruk op metaalverschillen). De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen.Metalen met meer dan 75% meetwaarden onder de detectielimiet zijn buitenbeschouwing gelaten. Rechtsboven de verklaarde variatie per PCA-as. Linksonder de afstand van de metalen tot de centroide van de verschillende ondergronden, geordend op toenemende afstand centroide breukstenen, rechtsonder geordend op toenemende afstand centroide staalslakken; hoe korter de afstand hoe relatief hoger het metaalgehalte.

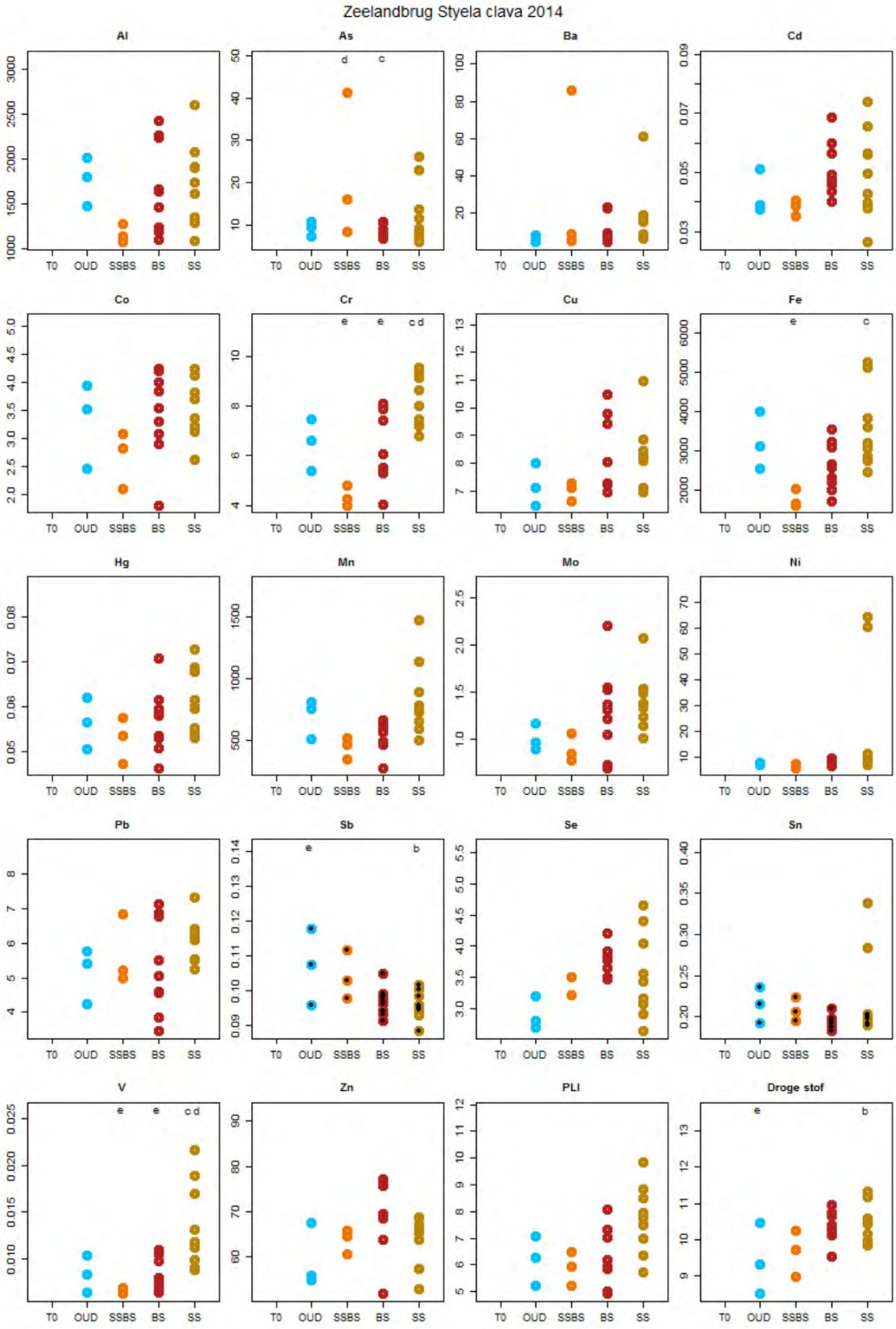


Figuur 19: Metaalgehalten, PLI en droge stof in Styela clava bemonsterd op verschillende ondergronden bij de Zeelandbrug in 2011. De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen. Metaalgehalten die onder de detectielimiet liggen worden weergeven met zwarte stippen. De lettercode geeft significante verschillen weer (ANOVA, Tukey Posthoc).

Zakpijp - *Steyla clava* bemonsterd nabij de Zeelandbrug in 2014

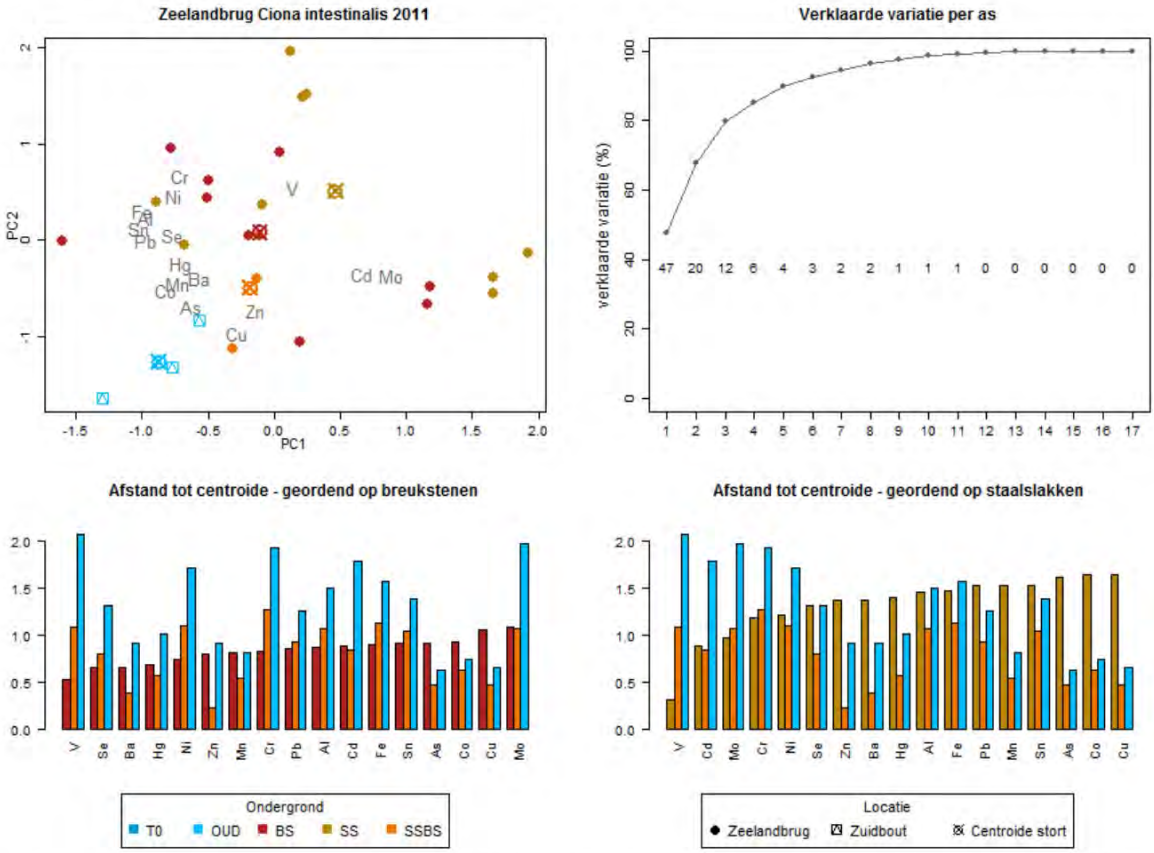


Figuur 20: Linksboven principal component (PCA) oriëntatie op z-gestransformeerde metaalgehalte in Styela clava weefsel bemonsterd in 2014 bij de Zeelandbrug met scaling factor 2 (nadruk op metaalverschillen). De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen. Metalen met meer dan 75% meetwaarden onder de detectielimiet zijn buitenbeschouwing gelaten. Rechtsboven de verklaarde variatie per PCA-as. Linksonder de afstand van de metalen tot de centroide van de verschillende ondergronden, geordend op toenemende afstand centroide breukstenen, rechtsonder geordend op toenemende afstand centroide staalslakken; hoe korter de afstand hoe relatief hoger het metaalgehalte.

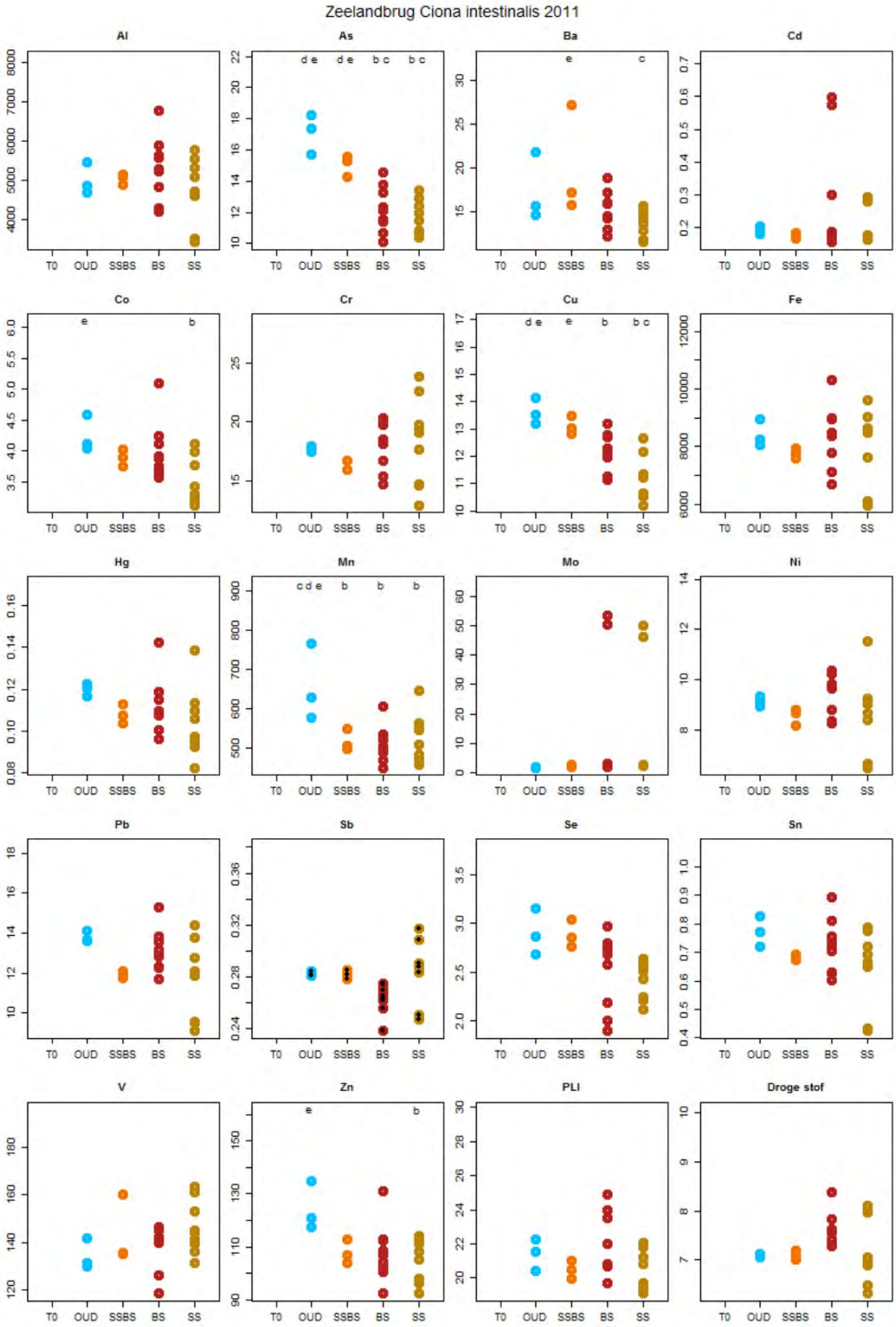


Figuur 21: Metaalgehalten, PLI en drogestof in Styela clava bemonsterd op verschillende ondergronden bij de Zeelandbrug in 2014. De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen. Metaalgehalten die onder de detectielimiet liggen worden weergeven met zwarte stippen. De lettercode geeft significante verschillen weer (ANOVA, Tukey Posthoc).

Zakpijp - *Ciona intestinalis* bemonsterd nabij de Zeelandbrug in 2011

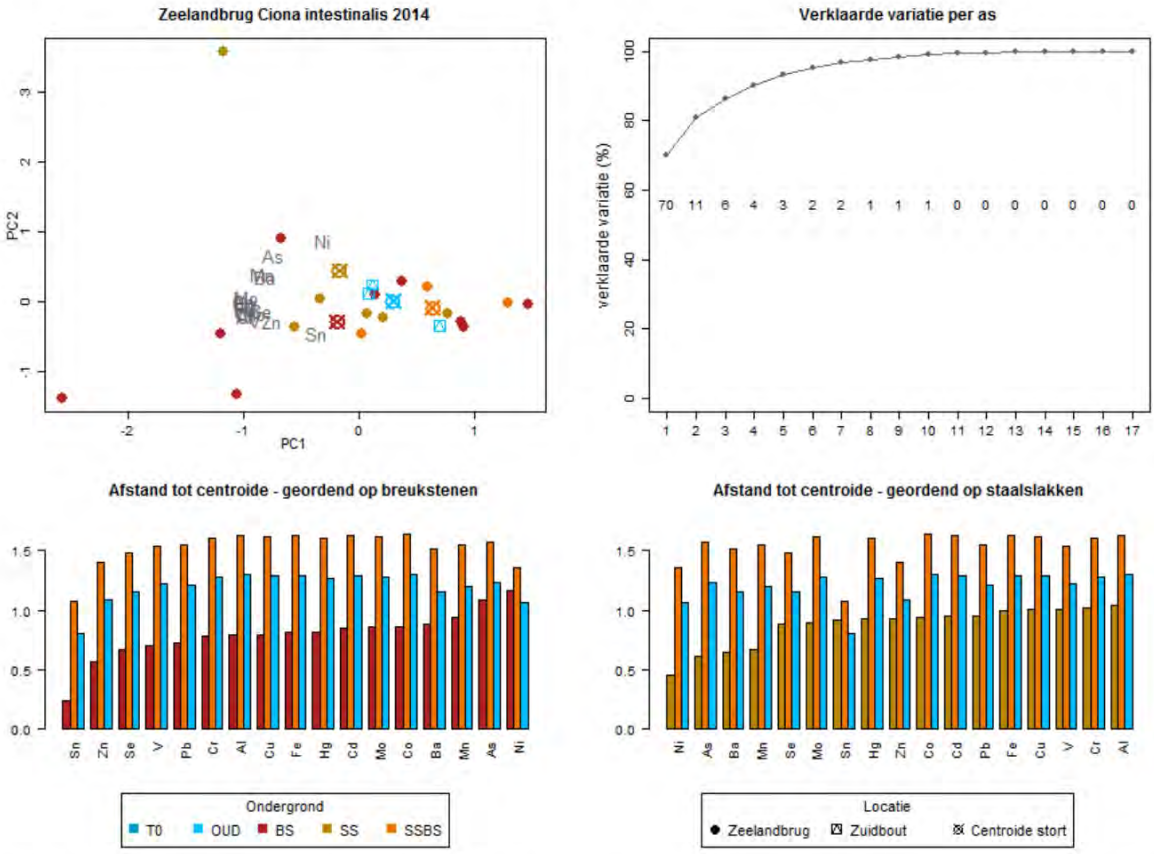


Figuur 22: Linksboven principal component (PCA) oriëntatie op z-gestransformeerde metaalgehalte in Ciona intestinalis weefsel bemonsterd in 2011 bij de Zeelandbrug met scaling factor 2 (nadruk op metaalverschillen). De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen. Metalen met meer dan 75% meetwaarden onder de detectielimiet zijn buitenbeschouwing gelaten. Rechtsboven de verklaarde variatie per PCA-as. Linksonder de afstand van de metalen tot de centroide van de verschillende ondergronden, geordend op toenemende afstand centroide breukstenen, rechtsonder geordend op toenemende afstand centroide staalslakken; hoe korter de afstand hoe relatief hoger het metaalgehalte.

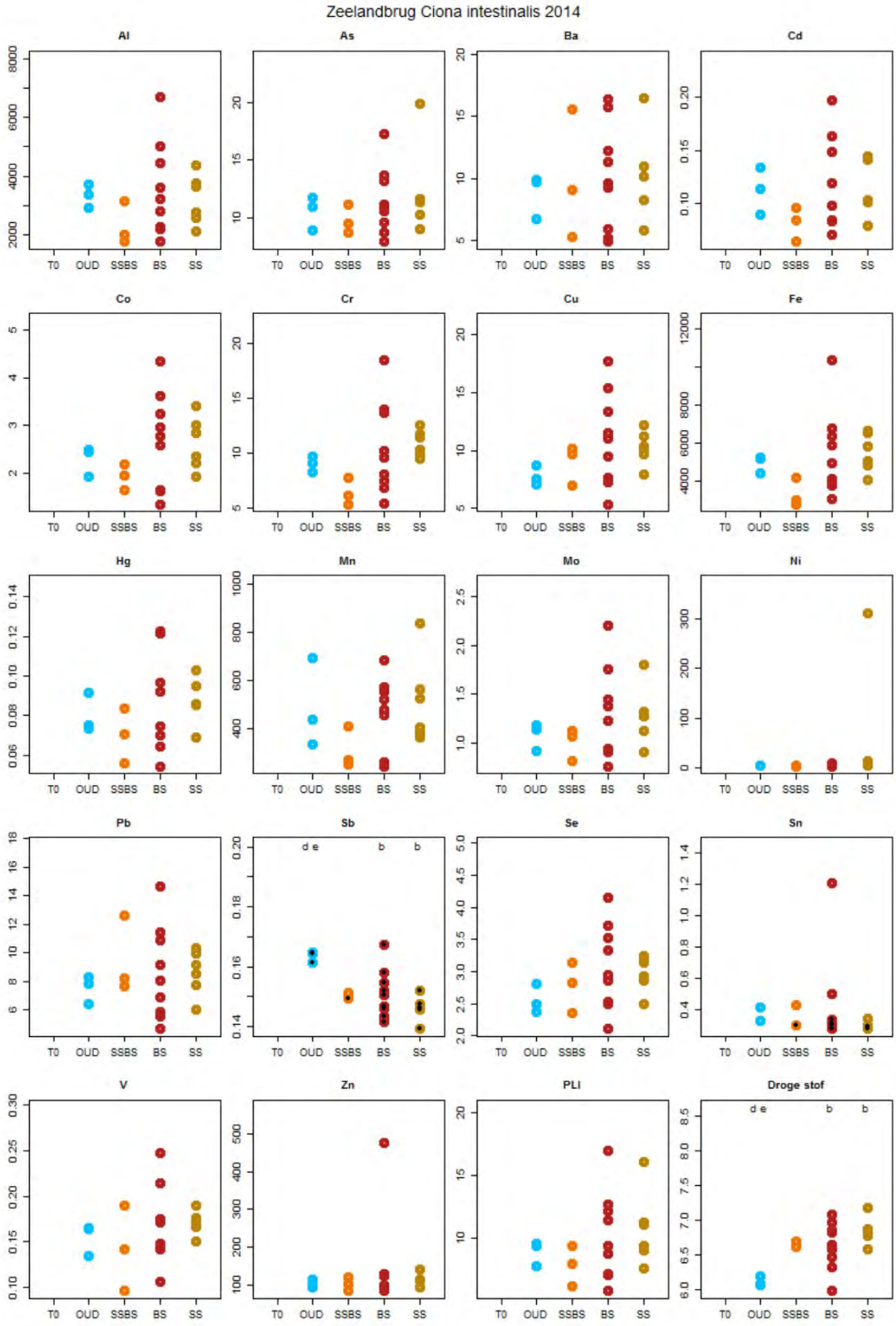


Figuur 23: Metaalgehalten, PLI en drogestof in Ciona intestinalis bemonsterd op verschillende ondergronden bij de Zeelandbrug in 2011. De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen. Metaalgehalten die onder de detectielimiet liggen worden weergeven met zwarte stippen. De lettercode geeft significante verschillen weer (ANOVA, Tukey Posthoc).

Zakpijp - *Ciona intestinalis* bemonsterd nabij de Zeelandbrug in 2014

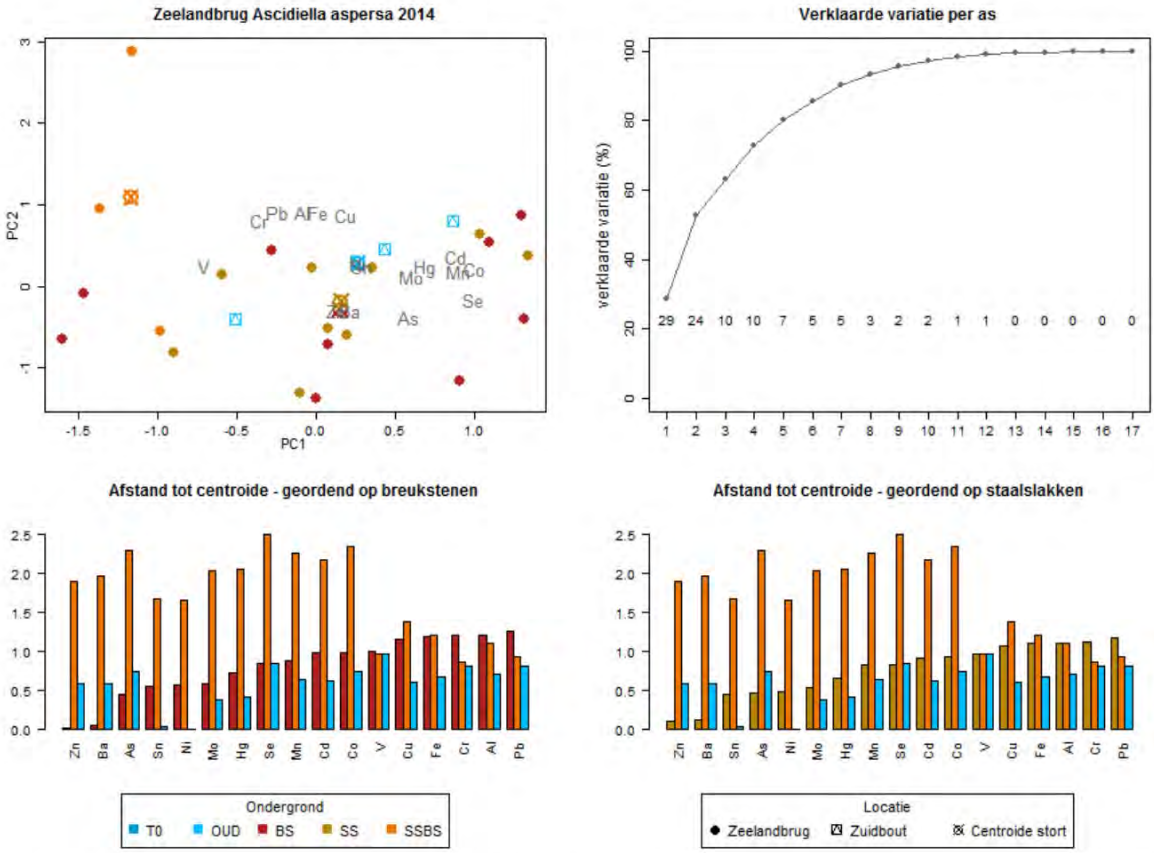


Figuur 24: Linksboven principal component (PCA) oriëntatie op z-gestransformeerde metaalgehalte in Ciona intestinalis weefsel bemonsterd in 2014 bij de Zeelandbrug met scaling factor 2 (nadruk op metaalverschillen). De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen. Metalen met meer dan 75% meetwaarden onder de detectielimiet zijn buitenbeschouwing gelaten. Rechtsboven de verklaarde variatie per PCA-as. Linksonder de afstand van de metalen tot de centroide van de verschillende ondergronden, geordend op toenemende afstand centroide breukstenen, rechtsonder geordend op toenemende afstand centroide staalslakken; hoe korter de afstand hoe relatief hoger het metaalgehalte.

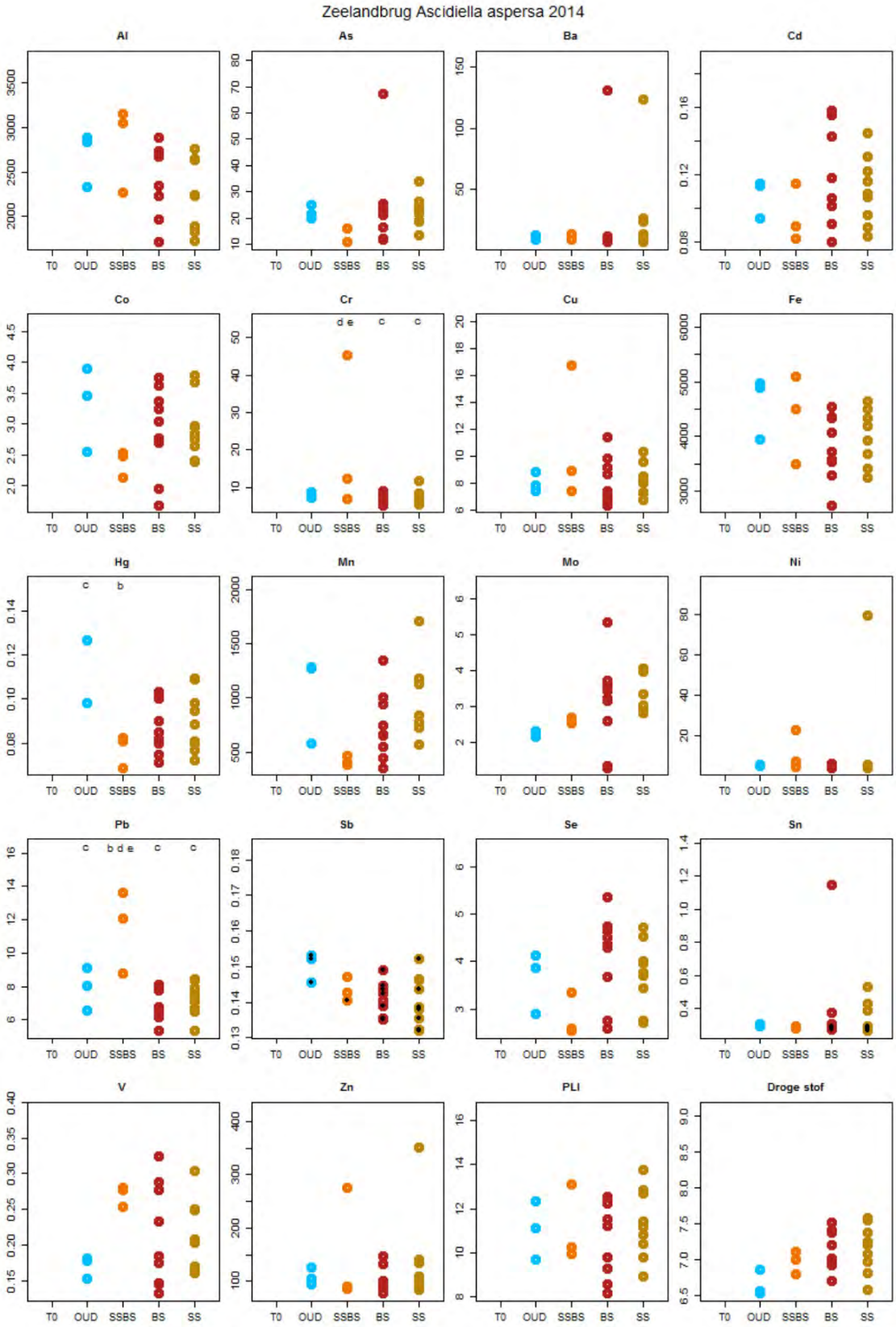


Figuur 25: Metaalgehalten, PLI en drogestof in Ciona intestinalis bemonsterd op verschillende ondergronden bij de Zeelandbrug in 2014. De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen. Metaalgehalten die onder de detectielimiet liggen worden weergeven met zwarte stippen. De lettercode geeft significante verschillen weer (ANOVA, Tukey Posthoc).

Zakpijp - *Ascidiella aspersa* bemonsterd nabij de Zeelandbrug in 2014

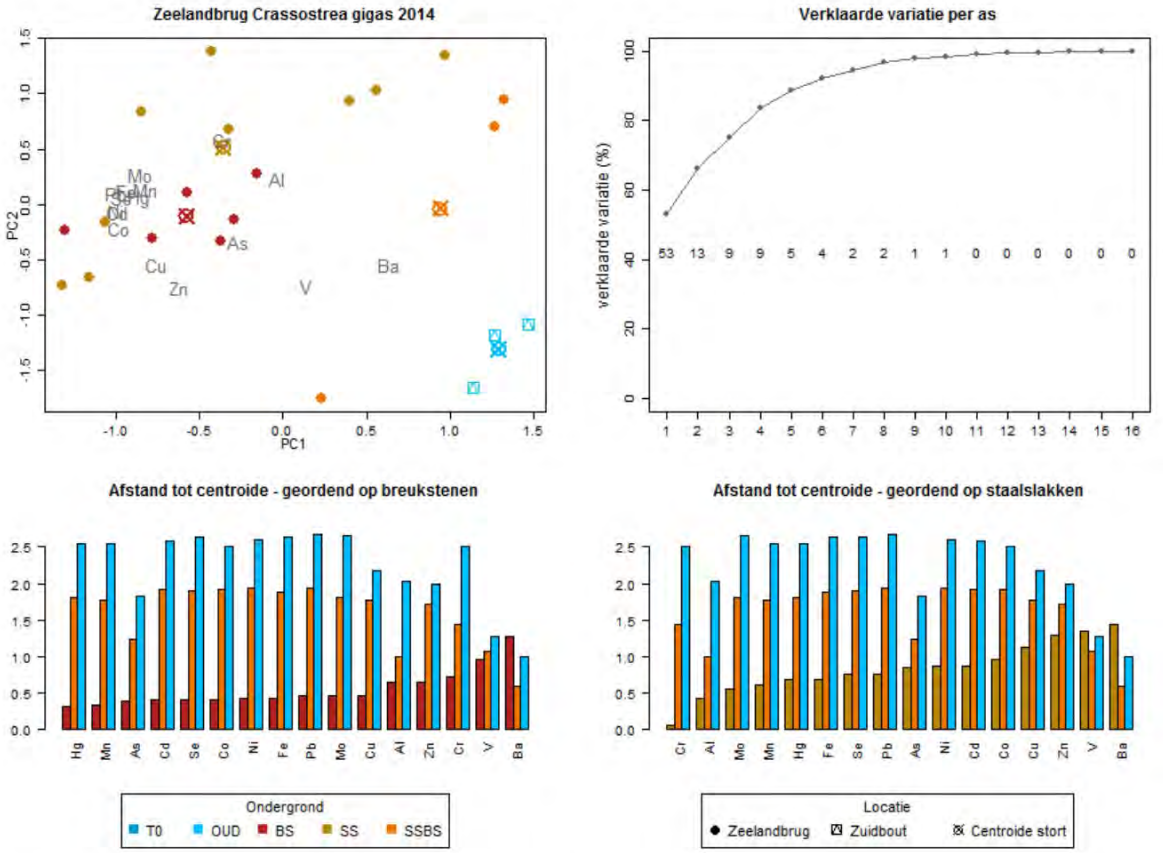


Figuur 26: Linksboven principal component (PCA) oriëntatie op z-gestransformeerde metaalgehalte in Ascidiella aspersa weefsel bemonsterd in 2014 bij de Zeelandbrug met scaling factor 2 (nadruk op metaalverschillen). De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen. Metalen met meer dan 75% meetwaarden onder de detectielimiet zijn buitenbeschouwing gelaten. Rechtsboven de verklaarde variatie per PCA-as. Linksonder de afstand van de metalen tot de centroide van de verschillende ondergronden, geordend op toenemende afstand centroide breukstenen, rechtsonder geordend op toenemende afstand centroide staalslakken; hoe korter de afstand hoe relatief hoger het metaalgehalte.

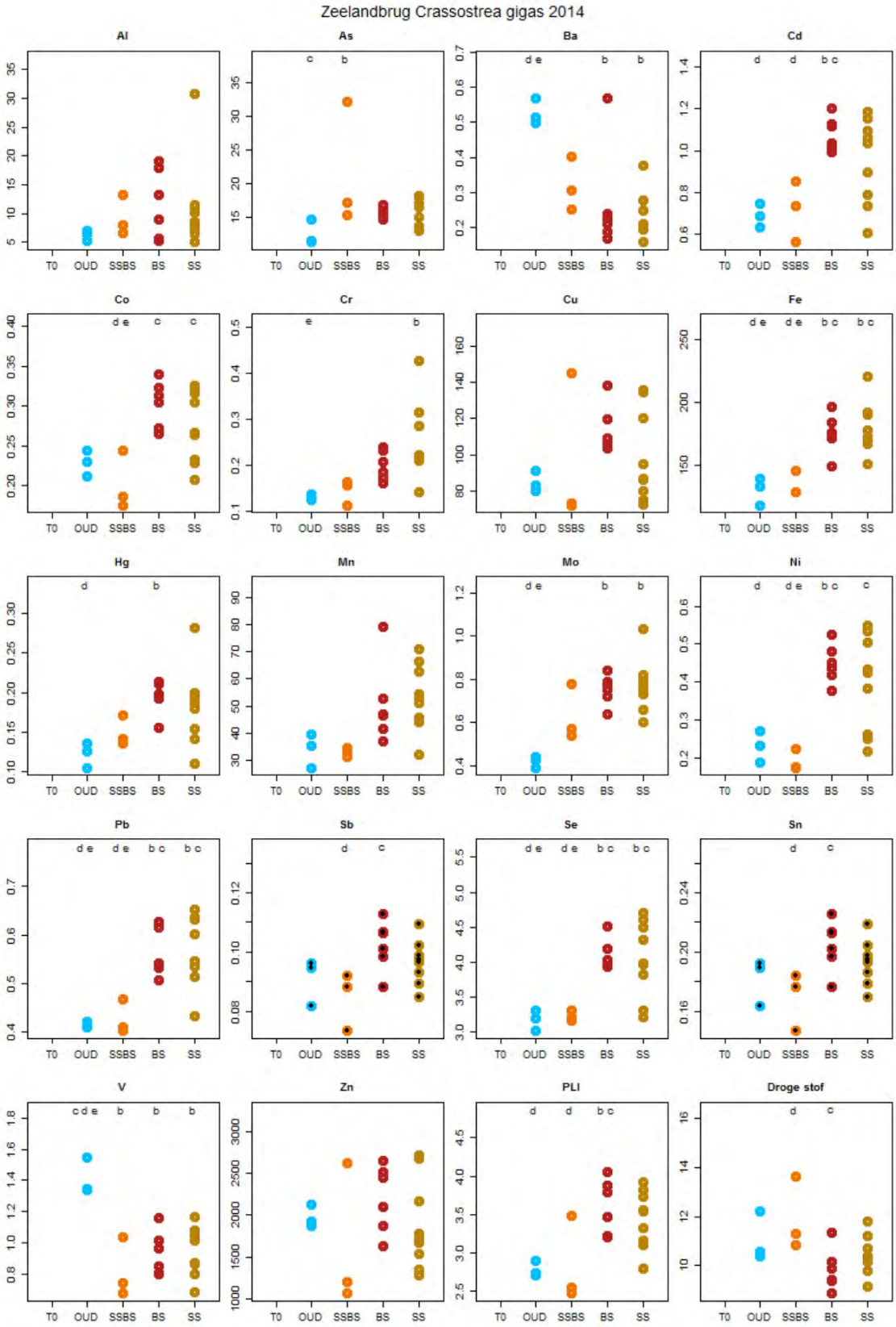


Figuur 27: Metaalgehalten, PLI en drogestof in Ascidiella aspersa bemonsterd op verschillende ondergronden bij de Zeelandbrug in 2014. De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen. Metaalgehalten die onder de detectielimiet liggen worden weergeven met zwarte stippen. De lettercode geeft significante verschillen weer (ANOVA, Tukey Posthoc).

Oester - *Crassostrea gigas* bemonsterd nabij de Zeelandbrug in 2014

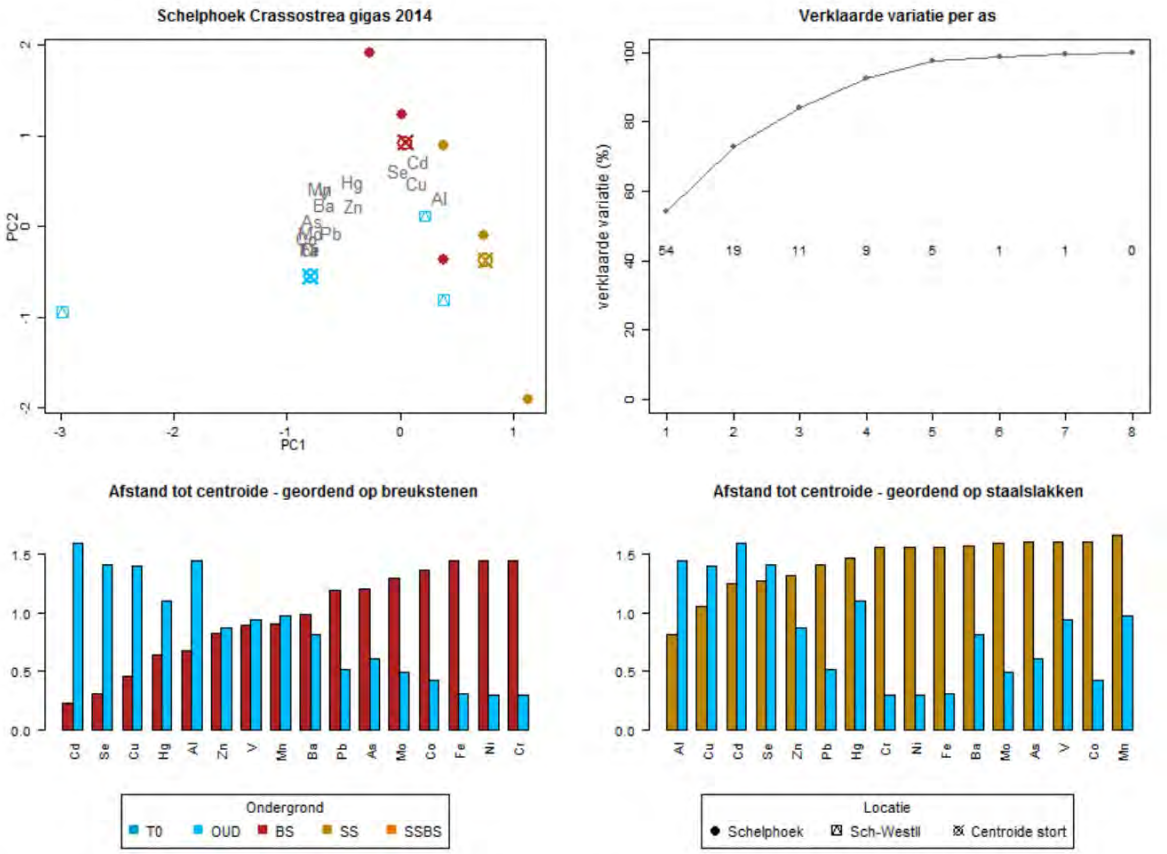


Figuur 28: Linksboven principal component (PCA) oriëntatie op z-gestransformeerde metaalgehalte in Crassostrea gigas weefsel bemonsterd in 2014 bij de Zeelandbrug met scaling factor 2 (nadruk op metaalverschillen). De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen. Metalen met meer dan 75% meetwaarden onder de detectielimiet zijn buitenbeschouwing gelaten. Rechtsboven de verklaarde variatie per PCA-as. Linksonder de afstand van de metalen tot de centroide van de verschillende ondergronden, geordend op toenemende afstand centroide breukstenen, rechtsonder geordend op toenemende afstand centroide staalslakken; hoe korter de afstand hoe relatief hoger het metaalgehalte.

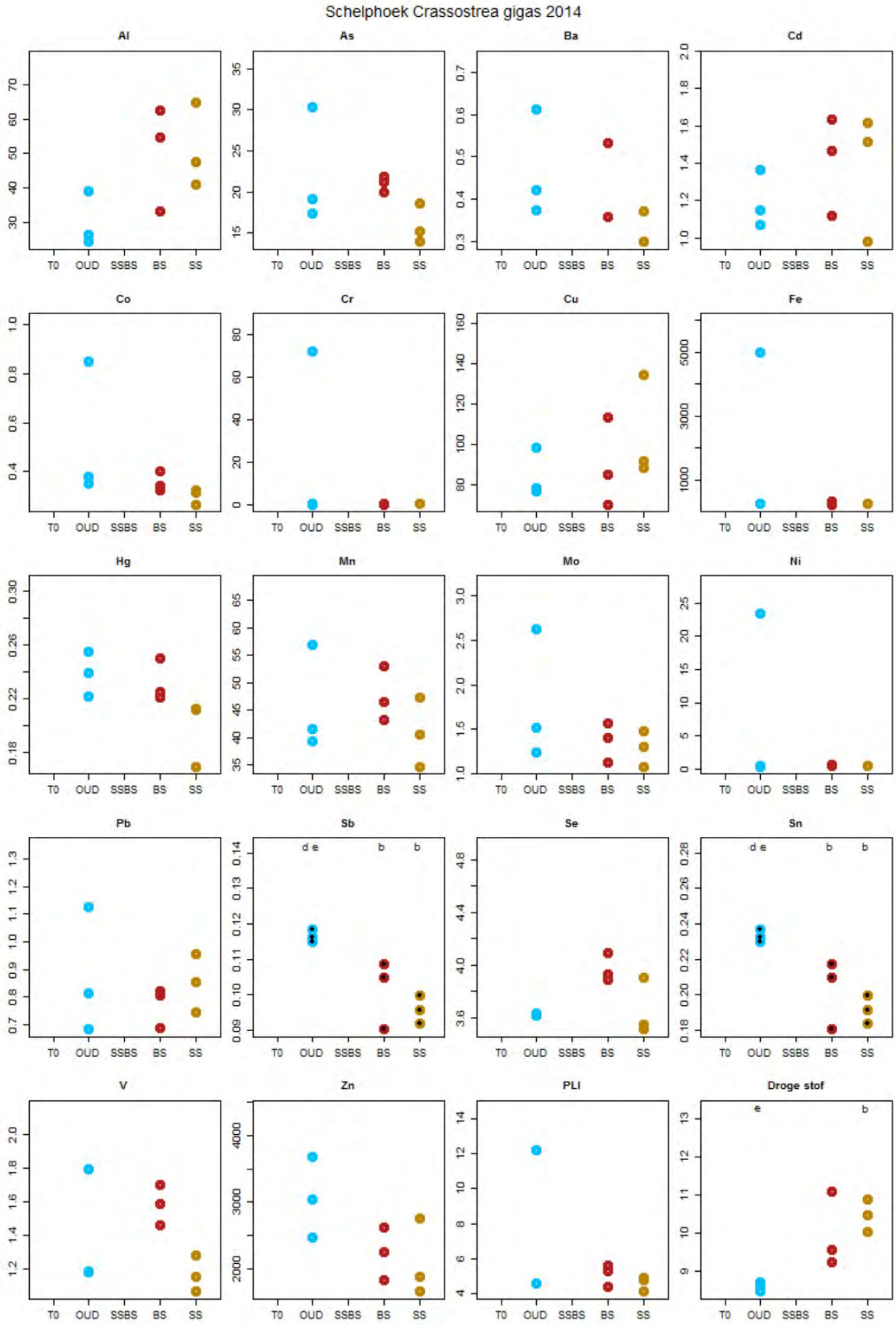


Figuur 29: Metaalgehalten, PLI en drogestof in Crassostrea gigas bemonsterd op verschillende ondergronden bij de Zeelandbrug in 2014. De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen. Metaalgehalten die onder de detectielimiet liggen worden weergeven met zwarte stippen. De lettercode geeft significante verschillen weer (ANOVA, Tukey Posthoc).

Oester - *Crassostrea gigas* bemonsterd bij Schelphoek in 2014

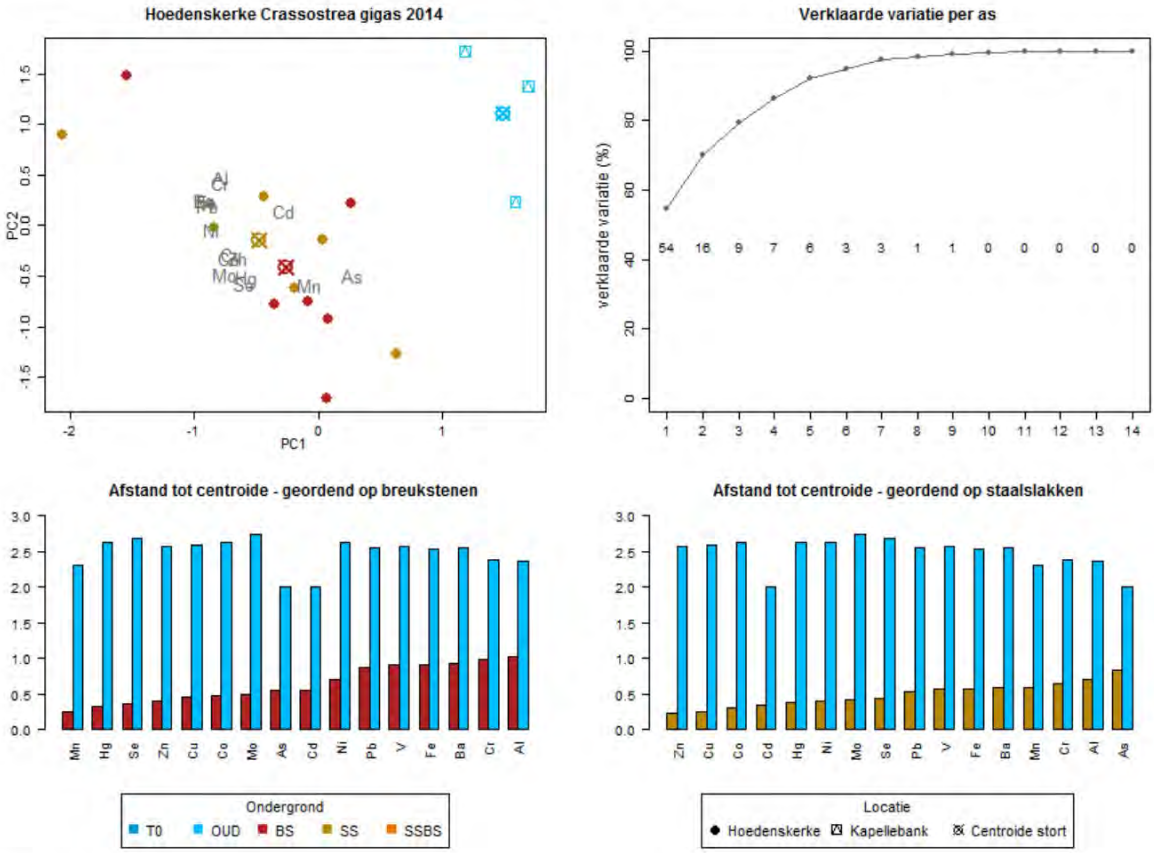


Figuur 30: Linksboven principal component (PCA) oriëntatie op z-gestransformeerde metaalgehalte in Crassostrea gigas weefsel bemonsterd in 2014 bij Schelphoek met scaling factor 2 (nadruk op metaalverschillen). De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen. Metalen met meer dan 75% meetwaarden onder de detectielimiet zijn buitenbeschouwing gelaten. Rechtsboven de verklaarde variatie per PCA-as. Linksonder de afstand van de metalen tot de centroide van de verschillende ondergronden, geordend op toenemende afstand centroide breukstenen, rechtsonder geordend op toenemende afstand centroide staalslakken; hoe korter de afstand hoe relatief hoger het metaalgehalte.

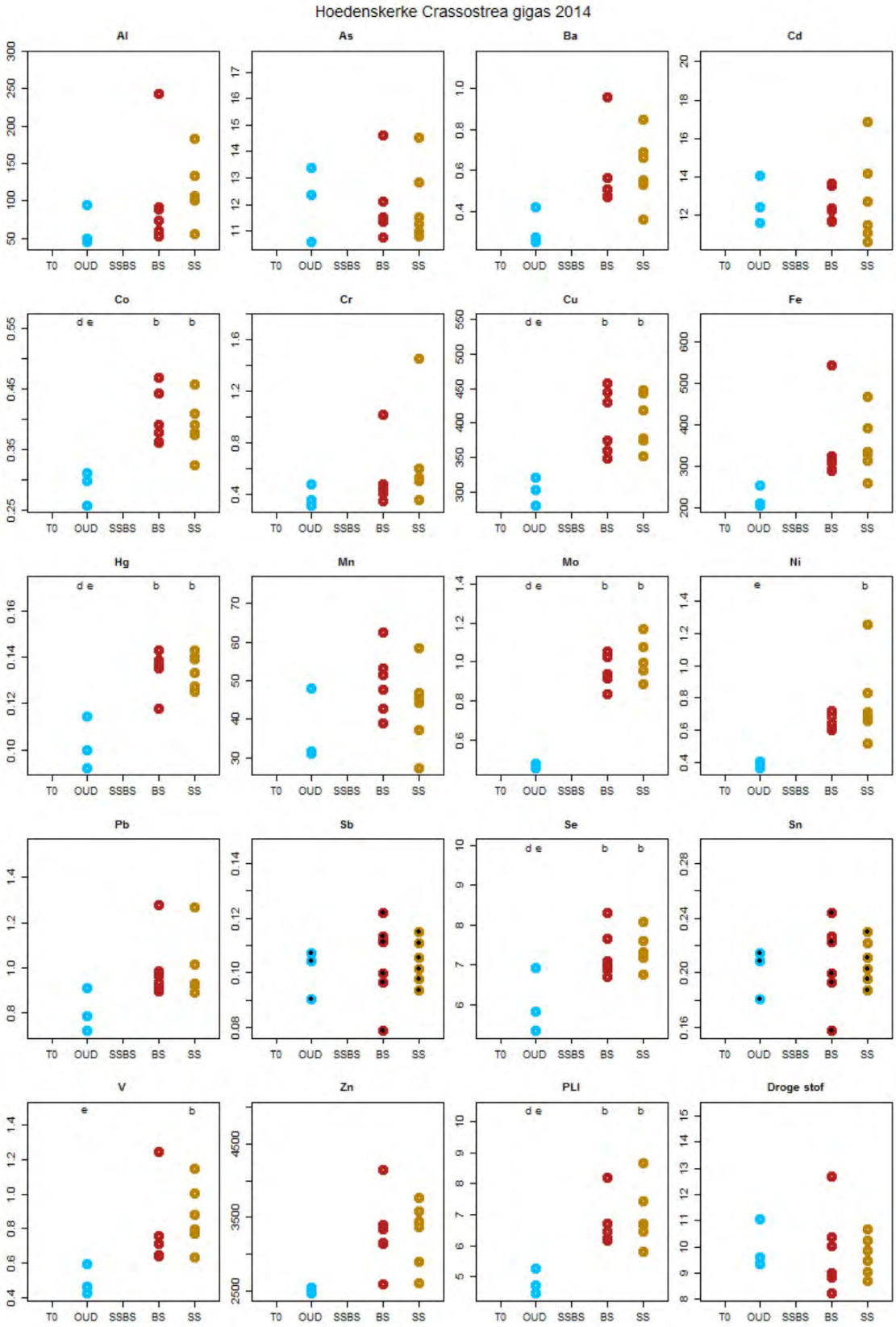


Figuur 31: Metaalgehalten in Crassostrea gigas bemonsterd op verschillende ondergronden bij de Schelphoek in 2014. De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen. Metaalgehalten die onder de detectielimiet liggen worden weergeven met zwarte stippen. De lettercode geeft significante verschillen weer (ANOVA, Tukey Posthoc).

Oester - *Crassostrea gigas* bemonsterd op Hoedekenskerke in 2014

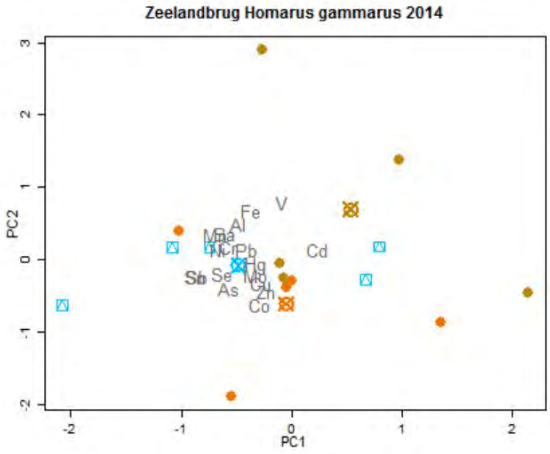


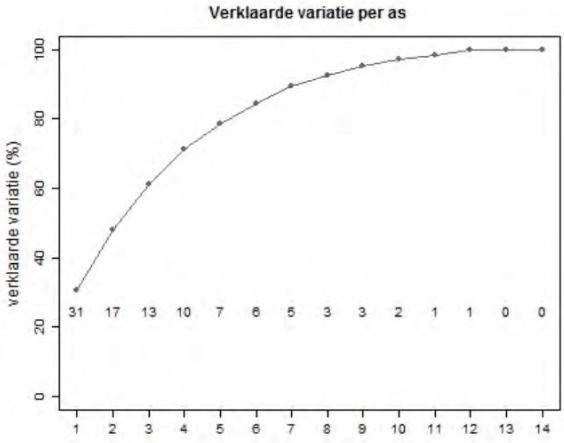
Figuur 32: Linksboven principal component (PCA) oriëntatie op z-gestransformeerde metaalgehalte in Crassostrea gigas weefsel bemonsterd in 2014 bij de Hoedekenskerke met scaling factor 2 (nadruk op metaalverschillen). De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen. Metalen met meer dan 75% meetwaarden onder de detectielimiet zijn buitenbeschouwing gelaten. Rechtsboven de verklaarde variatie per PCA-as. Linksonder de afstand van de metalen tot de centroide van de verschillende ondergronden, geordend op toenemende afstand centroide breukstenen, rechtsonder geordend op toenemende afstand centroide staalslakken; hoe korter de afstand hoe relatief hoger het metaalgehalte.

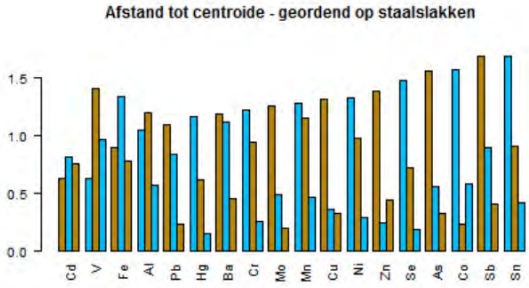


Figuur 33: Metaalgehalten, PLI en drogestof in Crassostrea gigas bemonsterd op verschillende ondergronden bij de Hoedekenskerke in 2014. De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen. Metaalgehalten die onder de detectielimiet liggen worden weergeven met zwarte stippen. De lettercode geeft significante verschillen weer (ANOVA, Tukey Posthoc).

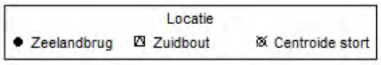
Kreeft - *Homarus gammarus* bemonsterd bij de Zeelandbrug in 2014

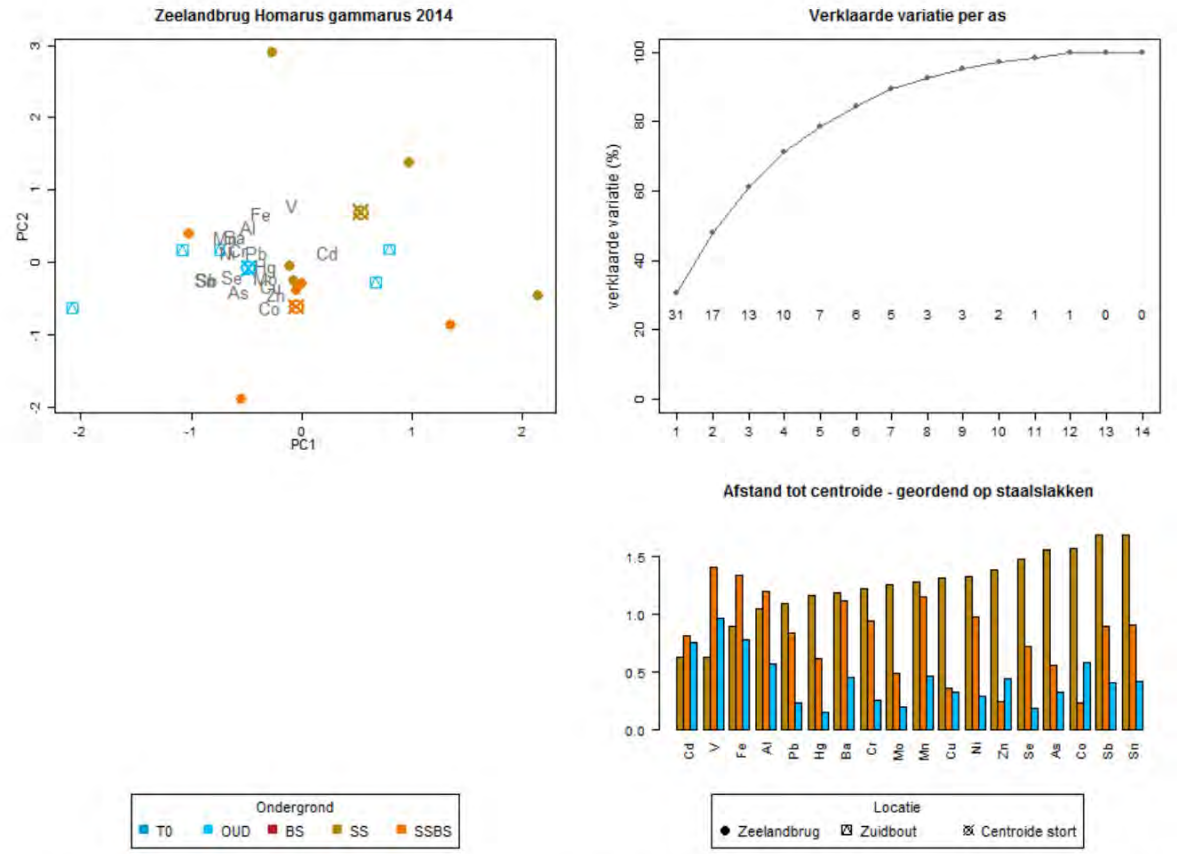




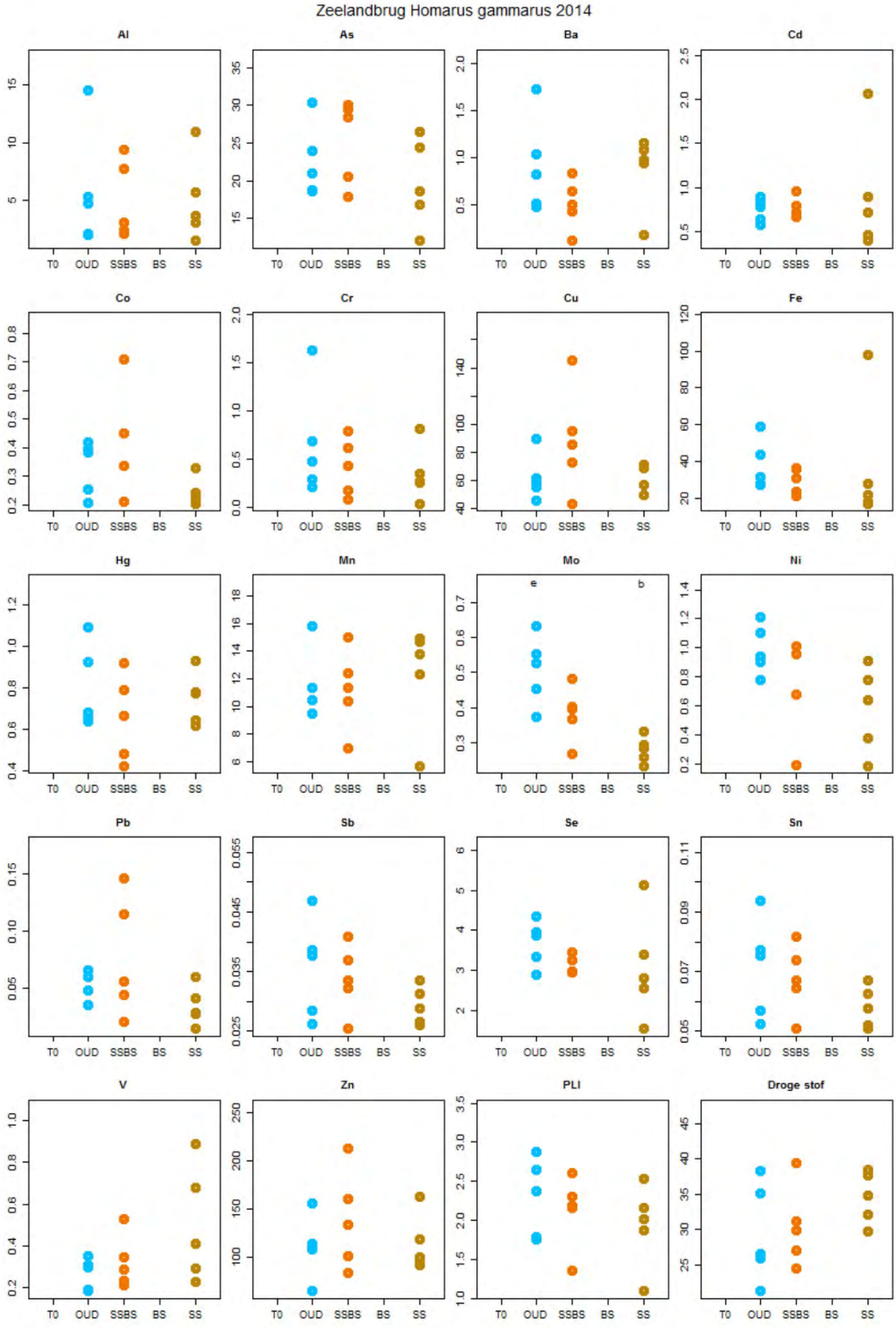


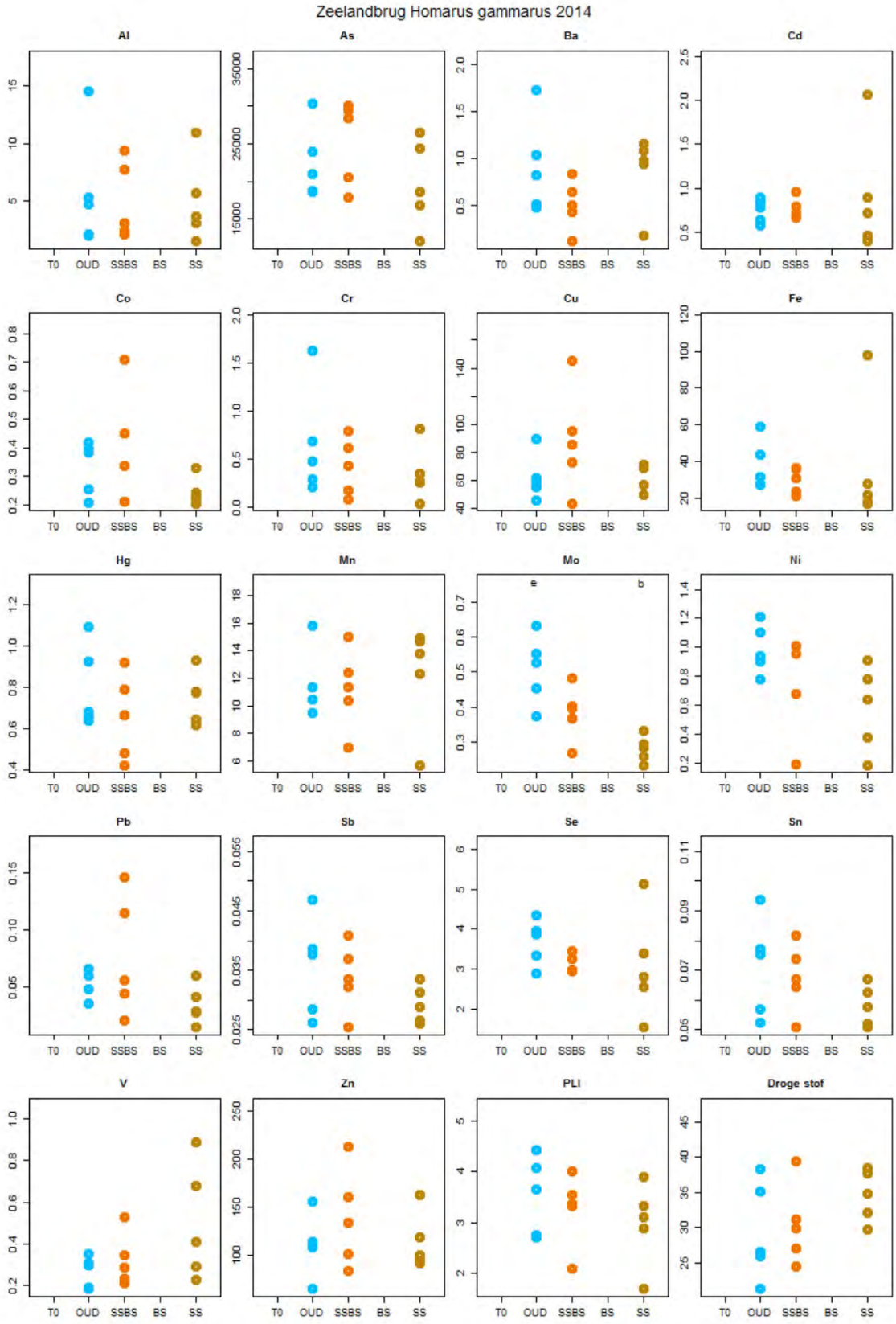






Figuur 34: Linksboven principal component (PCA) oriëntatie op z-gestransformeerde metaalgehalte in Homarus gammarus weefsel bemonsterd in 2014 bij de Zeelandbrug met scaling factor 2 (nadruk op metaalverschillen). De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen. Metalen met meer dan 75% meetwaarden onder de detectielimiet zijn buitenbeschouwing gelaten. Rechtsboven de verklaarde variatie per PCA-as. Linksonder de afstand van de metalen tot de centroide van de verschillende ondergronden, geordend op toenemende afstand centroide breukstenen, rechtsonder geordend op toenemende afstand centroide staalslakken; hoe korter de afstand hoe relatief hoger het metaalgehalte.


Zeelandbrug Homarus gammarus 2014
Al
As
Ba
Cd
Co
Cr
Cu
Fe
Hg
Mn
Mo
Ni
Pb
Sb
Se
Sn
V
Zn
PLI
Droge stof
T0
OUD
SSBS
BS
SS



Figuur 35: Metaalgehalten, PLI en drogestof in Homarus gammarus bemonsterd op verschillende ondergronden bij de Zeelandbrug in 2014. De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen. Metaalgehalten die onder de detectielimiet liggen worden weergeven met zwarte stippen. De lettercode geeft significante verschillen weer (ANOVA, Tukey Posthoc).

Bijlage F. OSPAR normoverschrijdingen

Tabel 8: Aantal OSPAR - normoverschrijdingen voor lood.

Soort - locatie	**2009**	**2010**	**2012**	**2013**	**2014**
Ascidiella aspersa Gorishoek					1
Ascidiella aspersa Schelphoek					2
Ascidiella aspersa Wemeldinge					7
Ascidiella aspersa Zeelandbrug			3		10
Ascidiella aspersa Zierikzee				3	
Ascidiella aspersa Zuidbout			3		2
Ciona intestinalis Kurkenol	1				
Ciona intestinalis Lokkersnol	1	4			
Ciona intestinalis Schelphoek	3	5	6		
Ciona intestinalis Wemeldinge					5
Ciona intestinalis Zeelandbrug	1	14	21		13
Ciona intestinalis Zierikzee				3	
Ciona intestinalis Zuidbout			3		2
Fucus vesiculosus Zeelandbrug		1			
Halichondria panicea Borssele		2			
Haliclona oculata Borssele		2			
Molgula manhattensis Borssele		2			
Molgula manhattensis Ellewoutsdijk		1			
Molgula manhattensis Hoedekenskerke		5			
Styela clava Borssele		1			
Styela clava Ellewoutsdijk		1			
Styela clava Katshoek			3		
Styela clava Schelphoek	2	1	6		
Styela clava Wemeldinge					2
Styela clava Zeelandbrug		1	17		
Styela clava Zuidbout			3		

Tabel 9: Aantal OSPAR - normoverschrijdingen voor cadmium.

Soort - locatie	2010	2014
Crassostrea gigas Ellewoutsdijk	4	
Crassostrea gigas Hoedekenskerke	6	12
Crassostrea gigas Kapellebank		3
Haliclona oculata Ellewoutsdijk	2	
Mytilus edulis Hoedekenskerke	1	

Bijlage G. Overzicht bemonsteringen - Oosterschelde

	Ciona intestinalis				
	2009	2010	2011	2013	2014
Buitenhaven NJ_TO					3
Gorishoek_OUD					3
Kurkenol_OUD	1				
Lokkersnol oost_BS		2			
Lokkersnol oost_SS		2			
Lokkersnol oost_TO	1				
Schelphoek midden_BS		2	3		
Schelphoek midden_TO	1				
Schelphoek oost_BS		2			
Schelphoek oost_TO	1				
Schelphoek west_SS		2	3		
Schelphoek west_TO	1				
Wemeldinge-oost_TO					3
Wemeldinge-west_TO					6
Zierikzee_TO				3	
Zld midden_BS		2	3		3
Zld midden_SS		2	3		3
Zld oost_BS		2	3		3
Zld oost_SS		2	3		3
Zld oost_TO	1				
Zld pijler_SSBS		2	3		3
Zld west_BS		2	3		3
Zld west_SS		2	3		
Zuidbout_OUD			3		3

	Crassostrea gigas					
	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Burghsluis west_REF		2				
Gorishoek_OUD						3
Kurkenol_OUD	1					
Lokkersnol oost_T0	1					
Schelphoek midden_BS						3
Schelphoek oost_SS						3
Schelphoek oost_T0	1					
Schelphoek west_OUD		2				3
Schelphoek west_T0	1					
Wemeldinge-oost_T0						3
Wemeldinge-west_T0						6
Zierikzee_T0					3	
Zld midden_SS						3
Zld oost_BS						3
Zld oost_SS						3
Zld oost_T0	1					
Zld pijler_SSBS		2	3	3	3	3
Zld pijler_T0	1					
Zld west_BS						3
Zld west_SS						3
Zuidbout_OUD			3			3

	Mytilus edulis					
	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Burghsluis west_REF		2				
Kurkenol_OUD	1					
Lokkersnol oost_T0	1					
Schelphoek midden_BS						3
Schelphoek oost_T0	1					
Zld pijler_SSBS		2	3	3	3	3
Zld pijler_T0	1					

	Metridium senile	
	2009	2010
Burghsluis west_REF		2
Kurkenol_OUD	1	
Lokkersnol oost_T0	1	
Schelphoek oost_SS		1
Schelphoek oost_T0	1	
Schelphoek west_OUD		2
Schelphoek west_SS		2
Zld oost_T0	1	

	Littorina littorea	
	2009	2010
Burghsluis west_REF		2
Lokkersnol oost_OUD		2
Lokkersnol oost_T0	1	
Schelphoek midden_OUD		2
Schelphoek midden_T0	1	
Schelphoek oost_OUD		2
Schelphoek oost_T0	1	
Schelphoek west_OUD		4
Schelphoek west_T0	1	
Zld oost_OUD		2
Zld oost_T0	1	
Zld west_OUD		2
Zld west_T0	1	

	Fucus vesiculosus			
	2009	2010	2011	2014
Burghsluis west_REF		2		
Burghsluis_REF			2	
De Val-haven_REF			1	
Gorishoek_OUD			1	2
Katshoek_REF			1	
Lokkersnol oost_OUD		2	2	
Lokkersnol oost_T0	1			
Plompetoren_REF			1	
Roompot-binnen_REF			1	
Roompot-buiten_REF			1	
Sas van Goes_REF			1	
Schelphoek-haven_PBZ			2	
Schelphoek-haven_REF			2	
Schelphoek midden_OUD		2	2	2
Schelphoek midden_T0	1			
Schelphoek oost_OUD		2	3	2
Schelphoek oost_T0	1			
Schelphoek west_OUD		4	2	2
Schelphoek west_T0	1			
Wemeldinge-oost_T0				2
Wemeldinge-west_T0				2
Westbout_REF			1	
Westkapelle_REF			1	
Wissekerke-oostnol_REF			2	
Yerseke_REF			1	
Zijpe-Blinde dam_REF			1	
Zld midden_REF			2	2
Zld oost_OUD		2	2	2
Zld oost_T0	1			
Zld west_OUD		2	2	2
Zld west_T0	1			
Zuidbout_OUD			2	

	Haliclona oculata
	2009
Kurkenol_OUD	1
Lokkersnol oost_T0	1
Schelphoek west_T0	1
Zld oost_T0	1
Zld pijler_T0	1

	Asterias rubens	
	2009	2010
Kurkenol_OUD	1	
Lokkersnol oost_BS		2
Lokkersnol oost_SS		2
Lokkersnol oost_TO	1	
Schelphoek midden_BS		2
Schelphoek midden_TO	2	
Schelphoek oost_BS		2
Schelphoek west_OUD		2
Schelphoek west_SS		2
Schelphoek west_TO	1	
Zld midden_BS		2
Zld midden_SS		2
Zld oost_BS		2
Zld oost_SS		2
Zld oost_TO	1	
Zld pijler_TO	1	
Zld west_BS		2
Zld west_SS		2

	Styela clava				
	2009	2010	2011	2013	2014
Gorishoek_OUD					3
Katshoek_REF			3		
Schelphoek midden_BS			3		3
Schelphoek midden_SS			1		
Schelphoek midden_TO	2				
Schelphoek west_BS			2		
Schelphoek west_SS		2	1		
Wemeldinge-oost_TO					3
Wemeldinge-west_TO					6
Zierikzee_TO				3	
Zld midden_BS			2		3
Zld midden_SS			3		3
Zld oost_BS			2		3
Zld oost_SS			2		3
Zld pijler_SSBS		2	3		3
Zld west_BS			3		3
Zld west_SS			2		3
Zuidbout_OUD			3		3

	Ascidiella aspersa		
	2011	2013	2014
Buitenhaven NJ_TO			3
Gorishoek_OUD			3
Schelphoek midden_BS			3
Wemeldinge-oost_TO			3
Wemeldinge-west_TO			6
Zierikzee_TO		3	
Zld midden_BS			3
Zld midden_SS			3
Zld oost_BS			3
Zld oost_SS			3
Zld pijler_SSBS	3		3
Zld west_BS			3
Zld west_SS			3
Zuidbout_OUD	3		3

Soort	***Ostrea edulis*** 2014
Zld oost_SS	1
Zld west_BS	1
Zld west_SS	1

	Homarus gammarus 2014
Gorishoek_OUD	5
Wemeldinge_TO	5
Zld oost_SS	5
Zld west_SSBS	5
Zuidbout_OUD	5

Bijlage H. Overzicht bemonsteringen - Westerschelde

Soort	*Littorina littorea*	
	2009	2010
Borssele_REF		2
Ellewoutsdijk midden_REF		1
Ellewoutsdijk oost_REF		2
Ellewoutsdijk west_REF		1
Hoedekenskerke-haven_REF		1
Hoedekenskerke noord_REF		1
Hoedekenskerke zuid_REF		1
Ritthem midden_REF		1
Ritthem oost_REF	1	1
Ritthem west_REF	1	1

Soort	*Fucus vesiculosus*			
	2009	2010	2011	2014
Baalhoek_REF			1	
Borssele_REF		2	1	
Breskens-oostpier veerh_REF			1	
Ellewoutsdijk-haven_REF			1	
Ellewoutsdijk oost_REF		2		
Ellewoutsdijk west_REF		1		
Hoedekenskerke-haven_REF		1	1	2
Hoedekenskerke noord_REF		1		2
Hoedekenskerke zuid_REF		1		
Kapellebank_OUD			2	
Nummer één_REF			1	
Ossenisse_REF			1	
Paulinapolder_OUD			2	
Ritthem midden_REF		1	2	2
Ritthem oost_REF	1	1	2	2
Ritthem west_REF	1	1	2	2
Sloehaven_REF			1	
Waarde-haven_REF			1	
Waarde-radarpost_REF			1	
Zimmerman-haven_REF			1	

Soort	*Haliclona oculata*		
	2009	2010	2011
Borssele_REF		2	
Ellewoutsdijk midden_REF		2	
Paulinapolder_OUD			3
Ritthem midden_BS			1
Ritthem oost_REF	1		
Ritthem oost_SS			1
Ritthem west_REF	1		

Soort	*Crassostrea gigas*		
	2009	2010	2014
Borssele_REF		2	
Ellewoutsdijk midden_REF		2	
Ellewoutsdijk west_REF		2	
Hoedekenskerke-haven_BS			3
Hoedekenskerke-haven_REF		2	
Hoedekenskerke-haven_SS			3
Hoedekenskerke noord_BS			3
Hoedekenskerke noord_REF		2	
Hoedekenskerke noord_SS			3
Hoedekenskerke zuid_REF		2	
Kapellebank_OUD			3
Ritthem midden_BS			3
Ritthem oost_REF	1		
Ritthem west_REF	1		

Soort	*Mytilus edulis*	
	2009	2010
Ellewoutsdijk midden_REF		2
Hoedekenskerke-haven_REF		1
Hoedekenskerke noord_REF		2
Hoedekenskerke zuid_REF		2
Ritthem oost_REF	1	
Ritthem west_REF	1	

Soort	*Metridium senile*	
	2009	2010
Ritthem midden_SS		2
Ritthem oost_REF	1	
Ritthem oost_SS		2
Ritthem west_REF	1	
Ritthem west_SS		2

Soort	*Asterias rubens*	
	2009	2010
Borssele_REF		2
Ellewoutsdijk midden_REF		2
Ellewoutsdijk west_REF		2
Ritthem midden_SS		2
Ritthem oost_REF	1	
Ritthem oost_SS		2
Ritthem west_REF	1	
Ritthem west_SS		2

Soort	*Halichondria panicea*
	2010
Borssele_REF	2
Ellewoutsdijk midden_REF	2

Soort	*Styela clava*
	2010
Borssele_REF	1
Ellewoutsdijk west_REF	1

Soort	*Molgula manhattensis*
	2010
Borssele_REF	2
Ellewoutsdijk west_REF	1
Hoedekenskerke-haven_REF	1
Hoedekenskerke noord_REF	2
Hoedekenskerke zuid_REF	2

Bijlage I. Ruwe data zware metalen

Tabel 10: Gehalten aan de zware metalen aluminium (Al), arseen (As), barium (Ba), cadmium (Cd), kobalt (Co), chroom (Cr), koper (Cu), ijzer (Fe), kwik (Hg) en mangaan (Mn) in mg/kg droge stof voor soorten bemonsterd op locaties in de Oosterschelde. TDV= type dijkversteviging waarbij T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen.

Soort	**Locatie**	**TDV**	**Al**	**As**	**Ba**	**Cd**	**Co**	**Cr**	**Cu**	**Fe**	**Hg**	**Mn**
Ascidiella aspersa	Buitenhaven NJ	T0	1140	9.5	5.1	0.052	0.865	3.45	4.58	1926	0.073	194
Ascidiella aspersa	Buitenhaven NJ	T0	1243	9.6	5.6	0.045	0.767	3.38	4.43	1922	0.081	181
Ascidiella aspersa	Buitenhaven NJ	T0	1123	9.8	4.91	0.048	0.821	3.21	4	1853	0.062	177
Ascidiella aspersa	Gorishoek	OUD	1745	12	11	0.073	2.11	7	6.4	3453	0.06	563
Ascidiella aspersa	Gorishoek	OUD	1856	12	16	0.086	2.59	6.6	6.6	3618	0.06	678
Ascidiella aspersa	Gorishoek	OUD	2374	14	17	0.09	3.21	8.8	8.3	4689	0.08	924
Ascidiella aspersa	Schelphoek midden	BS	2780	22	13	0.182	3.55	7.8	10	3780	0.132	707
Ascidiella aspersa	Schelphoek midden	BS	3954	27	20	0.157	4.24	12	11	5528	0.13	815
Ascidiella aspersa	Schelphoek midden	BS	1740	23	8.4	0.094	2.67	4.61	8.4	2361	0.095	450
Ascidiella aspersa	Wemeldinge-oost	T0	5198	18	16	0.124	3.62	16	9	7811	0.102	910
Ascidiella aspersa	Wemeldinge-oost	T0	4593	16	13	0.123	2.71	13	7.7	6429	0.083	528
Ascidiella aspersa	Wemeldinge-oost	T0	4740	38	54	0.153	3.73	17	9.9	8615	0.11	690
Ascidiella aspersa	Wemeldinge-west	T0	3534	19	15	0.147	4.11	10	9.2	4828	0.114	870
Ascidiella aspersa	Wemeldinge-west	T0	2909	18	17	0.162	3.94	11	9.3	3890	0.082	724
Ascidiella aspersa	Wemeldinge-west	T0	3685	19	12	0.236	4.21	13	11	5029	0.116	824
Ascidiella aspersa	Wemeldinge-west	T0	3750	18	14	0.095	3.3	9.3	7.3	5502	0.088	743
Ascidiella aspersa	Wemeldinge-west	T0	3713	18	14	0.111	3.59	12	8.2	6830	0.101	765
Ascidiella aspersa	Wemeldinge-west	T0	4884	22	17	0.145	5.4	16	11	9305	0.131	1141
Ascidiella aspersa	Zld midden	BS	2725	16	12	0.118	2.77	9	8.7	4347	0.1	661
Ascidiella aspersa	Zld midden	BS	2343	12	7.5	0.08	1.69	7.3	6.5	3723	0.075	353
Ascidiella aspersa	Zld midden	BS	2734	12	8.5	0.091	1.96	7.8	6.9	4331	0.071	443
Ascidiella aspersa	Zld midden	SS	1824	13	8	0.084	2.38	6.8	6.7	3411	0.08	724
Ascidiella aspersa	Zld midden	SS	2243	24	24	0.109	2.41	12	7.2	4643	0.089	568

Soort	**Locatie**	**TDV**	**Al**	**As**	**Ba**	**Cd**	**Co**	**Cr**	**Cu**	**Fe**	**Hg**	**Mn**
Ascidiella aspersa	Zld midden	SS	1889	34	124	0.089	2.96	7.1	8.5	3676	0.109	835
Ascidiella aspersa	Zld oost	BS	1709	22	11	0.106	2.7	5.3	6.4	2751	0.085	549
Ascidiella aspersa	Zld oost	BS	2228	67	131	0.118	3.25	6.2	7.4	3534	0.082	745
Ascidiella aspersa	Zld oost	BS	2228	24	9.8	0.102	3.05	6.5	7.3	3573	0.08	654
Ascidiella aspersa	Zld oost	SS	2228	23	9.3	0.131	3.67	6.4	9.5	4344	0.094	1712
Ascidiella aspersa	Zld oost	SS	2644	22	10	0.117	2.94	7.4	8.4	4203	0.098	1133
Ascidiella aspersa	Zld oost	SS	2753	19	8.8	0.122	2.63	8.3	7.4	4648	0.072	844
Ascidiella aspersa	Zld pijler	SSBS	2263	16	9.1	0.09	2.13	6.8	7.4	3490	0.082	383
Ascidiella aspersa	Zld pijler	SSBS	3150	11	14	0.115	2.47	45	17	5089	0.081	399
Ascidiella aspersa	Zld pijler	SSBS	3055	11	9.3	0.082	2.53	12	8.9	4493	0.069	470
Ascidiella aspersa	Zld west	BS	2880	24	11	0.143	3.75	7.9	9.2	4546	0.09	1346
Ascidiella aspersa	Zld west	BS	1963	26	10	0.158	3.62	5.2	9.9	3299	0.103	999
Ascidiella aspersa	Zld west	BS	2669	21	11	0.156	3.37	6.9	11	4070	0.101	945
Ascidiella aspersa	Zld west	SS	2228	26	27	0.107	2.84	6.4	8.1	3929	0.081	841
Ascidiella aspersa	Zld west	SS	2639	23	13	0.145	3.78	8.5	10	4505	0.11	1179
Ascidiella aspersa	Zld west	SS	1729	19	7	0.096	2.75	5.3	8	3244	0.077	779
Ascidiella aspersa	Zuidbout	OUD	2336	20	13	0.094	2.55	7.2	7.4	3946	0.098	580
Ascidiella aspersa	Zuidbout	OUD	2840	22	9.5	0.114	3.46	8.4	7.8	4894	0.098	1276
Ascidiella aspersa	Zuidbout	OUD	2883	25	13	0.115	3.89	8.5	8.8	4962	0.127	1288
Ciona intestinalis	Buitenhaven NJ	T0	2035	6.9	7.1	0.055	1.2	5.6	5.6	2959	0.067	180
Ciona intestinalis	Buitenhaven NJ	T0	1340	6.1	4.67	0.048	0.951	3.79	5.1	1959	0.05	151
Ciona intestinalis	Buitenhaven NJ	T0	1592	6.3	5.7	0.053	1.13	4.27	5.9	2320	0.058	170
Ciona intestinalis	Gorishoek	OUD	1439	8.7	14	0.072	1.9	5	7	2732	0.052	446
Ciona intestinalis	Gorishoek	OUD	1494	8.5	16	0.073	1.91	5.3	6.5	2889	0.051	596
Ciona intestinalis	Gorishoek	OUD	1738	7.8	16	0.088	1.92	5.1	7.3	3375	0.064	521
Ciona intestinalis	Wemeldinge-oost	T0	4054	11	12	0.165	2.86	13	8.4	7394	0.085	580
Ciona intestinalis	Wemeldinge-oost	T0	4851	11	11	0.12	2.96	14	8.5	6990	0.077	522
Ciona intestinalis	Wemeldinge-oost	T0	4573	10	11	0.135	2.68	13	8.7	5785	0.074	422

Soort	**Locatie**	**TDV**	**Al**	**As**	**Ba**	**Cd**	**Co**	**Cr**	**Cu**	**Fe**	**Hg**	**Mn**
Ciona intestinalis	Wemeldinge-west	T0	2965	10	8.8	0.103	2.08	10	9.9	3711	0.079	301
Ciona intestinalis	Wemeldinge-west	T0	2153	9.9	6	0.079	1.58	11	9.7	2899	0.067	291
Ciona intestinalis	Wemeldinge-west	T0	3031	8.9	8.6	0.077	1.9	8.6	8.4	3735	0.058	264
Ciona intestinalis	Wemeldinge-west	T0	4105	9.3	11	0.147	3.63	74	46	6745	0.092	674
Ciona intestinalis	Wemeldinge-west	T0	4091	13	20	0.118	3.65	14	9.9	7843	0.082	729
Ciona intestinalis	Wemeldinge-west	T0	3278	13	12	0.082	2.43	8.9	8.1	4873	0.059	617
Ciona intestinalis	Zld midden	BS	2263	8.7	5.9	0.085	1.65	7.5	7.2	3979	0.064	244
Ciona intestinalis	Zld midden	BS	2183	9.6	5.2	0.083	1.62	6.9	7.6	3737	0.07	260
Ciona intestinalis	Zld midden	BS	1781	7.9	4.88	0.07	1.35	5.4	5.3	3020	0.054	264
Ciona intestinalis	Zld midden	SS	2123	9	5.8	0.08	1.93	10	7.9	4019	0.069	405
Ciona intestinalis	Zld midden	SS	2751	12	8.2	0.103	2.35	10	10	5036	0.095	365
Ciona intestinalis	Zld midden	SS	2569	10	8.2	0.102	2.2	9.5	9.7	4818	0.086	384
Ciona intestinalis	Zld oost	BS	3204	11	9.6	0.12	2.59	9.6	11	4926	0.074	458
Ciona intestinalis	Zld oost	BS	3590	17	16	0.149	2.95	10	11	5866	0.092	554
Ciona intestinalis	Zld oost	BS	2784	11	9.2	0.098	2.78	8.1	9.5	4118	0.07	481
Ciona intestinalis	Zld oost	SS	3756	20	16	0.144	3.41	12	12	6494	0.103	838
Ciona intestinalis	Zld oost	SS	4383	11	11	0.142	3	13	11	6602	0.095	527
Ciona intestinalis	Zld oost	SS	3627	12	10	0.145	2.84	11	10	5794	0.086	563
Ciona intestinalis	Zld pijler	SSBS	3156	11	9	0.096	2.18	7.8	10	4159	0.084	409
Ciona intestinalis	Zld pijler	SSBS	1763	8.7	5.3	0.064	1.64	5.3	6.9	2771	0.056	254
Ciona intestinalis	Zld pijler	SSBS	1995	9.5	16	0.085	1.95	6.1	9.6	2990	0.07	273
Ciona intestinalis	Zld west	BS	4442	11	11	0.149	3.61	14	15	6324	0.097	572
Ciona intestinalis	Zld west	BS	6686	14	16	0.198	4.33	18	18	10362	0.123	683
Ciona intestinalis	Zld west	BS	5010	13	12	0.163	3.23	14	13	6763	0.121	521
Ciona intestinalis	Zuidbout	OUD	3391	12	9.7	0.134	2.48	9.6	8.7	5168	0.092	437
Ciona intestinalis	Zuidbout	OUD	2916	8.9	6.7	0.089	1.92	8.3	7	4388	0.073	335
Ciona intestinalis	Zuidbout	OUD	3708	11	9.8	0.114	2.44	9.1	7.5	5188	0.075	695
Crassostrea gigas	Gorishoek	OUD	8.1	13	0.189	0.632	0.194	0.127	59	152	0.136	33

Soort	**Locatie**	**TDV**	**Al**	**As**	**Ba**	**Cd**	**Co**	**Cr**	**Cu**	**Fe**	**Hg**	**Mn**
Crassostrea gigas	Gorishoek	OUD	11	13	0.282	0.637	0.23	0.156	57	180	0.149	48
Crassostrea gigas	Gorishoek	OUD	7.7	12	0.175	0.559	0.219	0.169	70	146	0.146	27
Crassostrea gigas	Schelphoek midden	BS	63	22	0.533	1.46	0.342	0.42	85	331	0.225	47
Crassostrea gigas	Schelphoek midden	BS	33	21	0.357	1.12	0.324	0.332	70	247	0.221	43
Crassostrea gigas	Schelphoek midden	BS	55	20	0.532	1.64	0.399	0.411	113	281	0.251	53
Crassostrea gigas	Schelphoek oost	SS	65	15	0.372	1.61	0.322	0.442	92	269	0.213	40
Crassostrea gigas	Schelphoek oost	SS	41	19	0.298	1.51	0.314	0.399	134	275	0.212	47
Crassostrea gigas	Schelphoek oost	SS	48	14	0.299	0.979	0.266	0.375	89	255	0.17	35
Crassostrea gigas	Schelphoek west	OUD	26	30	0.612	1.07	0.848	72	79	4995	0.239	57
Crassostrea gigas	Schelphoek west	OUD	39	19	0.422	1.15	0.349	0.365	77	254	0.222	39
Crassostrea gigas	Schelphoek west	OUD	25	17	0.374	1.36	0.376	0.332	99	260	0.255	42
Crassostrea gigas	Wemeldinge-oost	T0	12	13	0.22	0.662	0.218	0.114	75	145	0.094	42
Crassostrea gigas	Wemeldinge-oost	T0	18	12	0.22	0.692	0.209	0.136	76	143	0.112	26
Crassostrea gigas	Wemeldinge-oost	T0	19	11	0.254	0.644	0.222	0.161	69	142	0.102	30
Crassostrea gigas	Wemeldinge-west	T0	16	16	0.257	1.1	0.287	0.169	123	185	0.155	25
Crassostrea gigas	Wemeldinge-west	T0	6.2	14	0.169	1.02	0.259	0.163	114	163	0.171	27
Crassostrea gigas	Wemeldinge-west	T0	7.3	17	0.227	0.904	0.28	0.133	135	147	0.152	30
Crassostrea gigas	Wemeldinge-west	T0	26	14	0.376	0.883	0.272	0.197	111	174	0.13	37
Crassostrea gigas	Wemeldinge-west	T0	23	14	0.376	0.906	0.262	0.184	70	167	0.127	35
Crassostrea gigas	Wemeldinge-west	T0	19	13	0.358	0.792	0.265	0.175	80	161	0.135	46
Crassostrea gigas	Zld midden	SS	10	13	0.249	0.608	0.207	0.286	75	151	0.111	46
Crassostrea gigas	Zld midden	SS	31	14	0.377	0.791	0.228	0.212	72	178	0.154	44
Crassostrea gigas	Zld midden	SS	12	13	0.278	0.735	0.233	0.316	86	167	0.141	32
Crassostrea gigas	Zld oost	BS	5.7	15	0.187	0.991	0.305	0.175	105	149	0.212	37
Crassostrea gigas	Zld oost	BS	5.3	16	0.228	1.2	0.313	0.162	104	184	0.211	46
Crassostrea gigas	Zld oost	BS	18	15	0.57	1.01	0.265	0.208	109	174	0.213	47
Crassostrea gigas	Zld oost	SS	5	18	0.159	0.894	0.266	0.142	80	170	0.186	66
Crassostrea gigas	Zld oost	SS	7.4	17	0.205	1.15	0.304	0.212	87	171	0.281	53

Soort	**Locatie**	**TDV**	**Al**	**As**	**Ba**	**Cd**	**Co**	**Cr**	**Cu**	**Fe**	**Hg**	**Mn**
Crassostrea gigas	Zld oost	SS	10	15	0.21	1.04	0.263	0.428	95	172	0.179	51
Crassostrea gigas	Zld pijler	SSBS	6.7	15	0.251	0.732	0.176	0.114	73	130	0.135	34
Crassostrea gigas	Zld pijler	SSBS	8.1	17	0.306	0.562	0.186	0.164	72	130	0.141	33
Crassostrea gigas	Zld pijler	SSBS	13	32	0.403	0.853	0.244	0.157	145	146	0.17	31
Crassostrea gigas	Zld west	BS	13	17	0.211	1.13	0.339	0.233	138	196	0.198	79
Crassostrea gigas	Zld west	BS	19	16	0.239	1.12	0.323	0.239	119	172	0.192	53
Crassostrea gigas	Zld west	BS	9	15	0.17	1.03	0.272	0.186	106	176	0.155	42
Crassostrea gigas	Zld west	SS	6.5	17	0.203	1.09	0.326	0.223	120	190	0.189	71
Crassostrea gigas	Zld west	SS	8.6	16	0.194	1.19	0.321	0.22	135	192	0.199	54
Crassostrea gigas	Zld west	SS	8.2	18	0.202	1.06	0.316	0.209	135	220	0.195	62
Crassostrea gigas	Zuidbout	OUD	7.1	11	0.497	0.748	0.23	0.124	91	140	0.126	27
Crassostrea gigas	Zuidbout	OUD	5.2	15	0.515	0.684	0.245	0.127	83	119	0.136	40
Crassostrea gigas	Zuidbout	OUD	6.5	11	0.567	0.634	0.211	0.136	80	133	0.105	35
Fucus vesiculosus	Gorishoek	OUD	168	31	17	0.242	0.806	0.658	1.25	287	0.02	185
Fucus vesiculosus	Gorishoek	OUD	229	31	17	0.225	0.926	1	1.29	408	0.02	186
Fucus vesiculosus	Schelphoek midden	OUD	107	45	20	0.37	1.35	0.539	1.69	253	0.038	178
Fucus vesiculosus	Schelphoek midden	OUD	322	53	21	0.487	1.86	1.03	2.32	418	0.045	235
Fucus vesiculosus	Schelphoek oost	OUD	856	43	17	0.252	1.93	3.27	3.07	1534	0.037	237
Fucus vesiculosus	Schelphoek oost	OUD	1164	42	15	0.234	2.05	4.05	3.5	2070	0.042	275
Fucus vesiculosus	Schelphoek west	OUD	185	55	20	0.692	2.11	0.723	2.77	398	0.039	270
Fucus vesiculosus	Schelphoek west	OUD	418	54	20	0.601	2.18	1.01	2.69	577	0.042	298
Fucus vesiculosus	Wemeldinge-oost	T0	336	28	16	0.296	1.16	2.22	2.46	575	0.017	188
Fucus vesiculosus	Wemeldinge-oost	T0	321	29	17	0.336	1.35	1.37	2.45	489	0.018	193
Fucus vesiculosus	Wemeldinge-west	T0	522	29	20	0.275	1.38	1.84	2.8	884	0.024	267
Fucus vesiculosus	Wemeldinge-west	T0	595	29	18	0.305	1.7	2.3	2.72	1000	0.022	315
Fucus vesiculosus	Zld midden	REF	228	45	22	0.369	1.32	0.995	2.12	471	0.03	229
Fucus vesiculosus	Zld midden	REF	269	42	18	0.294	1.2	1.12	1.86	491	0.03	194
Fucus vesiculosus	Zld oost	OUD	531	44	22	0.505	1.79	1.97	2.86	1049	0.04	288

Soort	**Locatie**	**TDV**	**Al**	**As**	**Ba**	**Cd**	**Co**	**Cr**	**Cu**	**Fe**	**Hg**	**Mn**
Fucus vesiculosus	Zld oost	OUD	502	43	22	0.418	1.66	1.82	2.67	918	0.04	266
Fucus vesiculosus	Zld west	OUD	549	40	21	0.456	1.88	1.99	3.01	1019	0.039	300
Fucus vesiculosus	Zld west	OUD	694	49	25	0.552	1.97	2.5	3.41	1338	0.044	337
Homarus gammarus	Gorishoek	OUD	3.22	15	0.886	0.329	0.349	0.18	97	20	0.364	14
Homarus gammarus	Gorishoek	OUD	2.81	28	0.592	1.42	0.419	0.074	406	28	0.575	20
Homarus gammarus	Gorishoek	OUD	6.6	23	1.3	0.573	0.397	0.874	98	30	0.496	18
Homarus gammarus	Gorishoek	OUD	4.59	22	0.673	0.474	0.288	0.51	212	31	0.555	12
Homarus gammarus	Gorishoek	OUD	3.58	20	0.641	0.775	0.212	0.395	139	26	0.528	11
Homarus gammarus	Wemeldinge	T0	9.1	23	0.983	0.651	0.32	0.844	94	38	0.512	15
Homarus gammarus	Wemeldinge	T0	9.4	31	0.569	1.31	0.527	0.196	89	34	1	19
Homarus gammarus	Wemeldinge	T0	2.67	25	0.375	1.01	0.265	0.07	107	19	0.52	13
Homarus gammarus	Wemeldinge	T0	6.6	32	2.13	0.896	0.621	3.54	156	39	0.839	11
Homarus gammarus	Wemeldinge	T0	3.2	28	0.29	0.761	0.465	0.153	140	25	0.47	11
Homarus gammarus	Zld oost	SS	11	19	1.16	0.458	0.205	0.813	50	98	0.644	15
Homarus gammarus	Zld oost	SS	3.05	24	0.975	0.713	0.244	0.254	57	22	0.93	14
Homarus gammarus	Zld oost	SS	5.6	17	1.09	2.07	0.232	0.345	57	28	0.775	12
Homarus gammarus	Zld oost	SS	1.45	12	0.174	0.892	0.215	0.043	69	18	0.617	5.7
Homarus gammarus	Zld oost	SS	3.59	26	0.946	0.397	0.327	0.268	71	17	0.776	15
Homarus gammarus	Zld west	SSBS	2.05	29	0.115	0.962	0.338	0.082	44	24	0.919	6.9
Homarus gammarus	Zld west	SSBS	2.38	18	0.638	0.79	0.451	0.177	145	37	0.423	10
Homarus gammarus	Zld west	SSBS	7.7	21	0.422	0.666	0.451	0.436	73	31	0.479	12
Homarus gammarus	Zld west	SSBS	3	30	0.503	0.675	0.708	0.793	95	21	0.667	11
Homarus gammarus	Zld west	SSBS	9.4	28	0.834	0.724	0.209	0.62	86	36	0.789	15
Homarus gammarus	Zuidbout	OUD	4.71	30	1.73	0.9	0.418	0.685	90	44	1.09	16
Homarus gammarus	Zuidbout	OUD	5.3	21	1.04	0.826	0.253	1.62	58	31	0.639	11
Homarus gammarus	Zuidbout	OUD	1.94	19	0.824	0.642	0.383	0.208	62	27	0.68	9.5
Homarus gammarus	Zuidbout	OUD	2.03	19	0.473	0.579	0.206	0.292	46	28	0.653	11
Homarus gammarus	Zuidbout	OUD	15	24	0.512	0.777	0.397	0.478	56	59	0.923	10

Soort	**Locatie**	**TDV**	**Al**	**As**	**Ba**	**Cd**	**Co**	**Cr**	**Cu**	**Fe**	**Hg**	**Mn**
Mytilus edulis	Schelphoek midden	BS	628	13	2.4	0.42	1.52	36	48	2218	0.268	42
Mytilus edulis	Schelphoek midden	BS	703	11	2.8	0.415	1.56	37	50	1921	0.264	46
Mytilus edulis	Schelphoek midden	BS	470	13	2.24	0.435	1.89	41	35	3767	0.231	47
Mytilus edulis	Zld pijler	SSBS	7.8	12	0.309	0.556	0.606	0.279	8.6	86	0.146	7.6
Mytilus edulis	Zld pijler	SSBS	8.2	12	0.22	0.54	0.517	0.284	7.8	81	0.139	7.9
Mytilus edulis	Zld pijler	SSBS	9.5	12	0.3	0.529	0.522	0.296	6.6	92	0.152	11
Ostrea edulis	Zld oost	SS	22	12	0.281	1.03	0.265	0.312	91	199	0.154	21
Ostrea edulis	Zld west	BS	9.6	11	0.183	0.893	0.282	0.224	98	168	0.135	16
Ostrea edulis	Zld west	SS	17	12	0.22	0.944	0.288	0.221	106	230	0.153	18
Styela clava	Gorishoek	OUD	1201	8.3	12	0.046	2.39	6.3	7.1	2534	0.044	561
Styela clava	Gorishoek	OUD	1047	6.4	7.4	0.044	2	5.1	5.6	1978	0.034	409
Styela clava	Gorishoek	OUD	799	8.3	12	0.036	2.1	4.46	5.6	1613	0.029	418
Styela clava	Schelphoek midden	BS	2571	11	20	0.073	3.47	23	9.9	3921	0.057	395
Styela clava	Schelphoek midden	BS	2092	8.2	11	0.045	2.63	8.7	6.1	2936	0.049	292
Styela clava	Schelphoek midden	BS	2554	6.5	9	0.057	3	9.4	8.3	3418	0.057	367
Styela clava	Wemeldinge-oost	T0	2891	7.1	9.7	0.053	3.65	9.9	8.1	4493	0.062	711
Styela clava	Wemeldinge-oost	T0	3256	8.2	8.4	0.052	3.96	11	8.4	5114	0.057	680
Styela clava	Wemeldinge-oost	T0	2746	11	12	0.073	3.81	12	8.5	4745	0.063	1259
Styela clava	Wemeldinge-west	T0	1916	12	8.7	0.077	5.3	20	14	3334	0.057	1515
Styela clava	Wemeldinge-west	T0	1731	8.7	7.5	0.067	3.44	7	11	2206	0.058	566
Styela clava	Wemeldinge-west	T0	1404	13	15	0.042	3.39	7.1	8.5	1893	0.048	1018
Styela clava	Wemeldinge-west	T0	3308	18	28	0.059	4.88	12	10	5500	0.077	748
Styela clava	Wemeldinge-west	T0	2782	7.7	9.7	0.047	3.8	10	8.2	4123	0.057	737
Styela clava	Wemeldinge-west	T0	3837	16	36	0.05	4.95	14	11	5712	0.074	718
Styela clava	Zld midden	BS	1185	8.7	6.2	0.043	3.3	6.1	8	2221	0.058	565
Styela clava	Zld midden	BS	1246	6.7	4.58	0.046	1.8	5.3	7.3	2022	0.053	275
Styela clava	Zld midden	BS	1108	7	4.57	0.04	2.9	4.04	7.3	1733	0.051	464
Styela clava	Zld midden	SS	1086	12	17	0.043	4.11	8	7	3068	0.068	1475

Soort	**Locatie**	**TDV**	**Al**	**As**	**Ba**	**Cd**	**Co**	**Cr**	**Cu**	**Fe**	**Hg**	**Mn**
Styela clava	Zld midden	SS	1293	8.4	6.6	0.04	3.11	7.3	8.1	2880	0.059	786
Styela clava	Zld midden	SS	1354	26	16	0.056	3.21	7.2	7.1	5258	0.069	1141
Styela clava	Zld oost	BS	1637	8.8	8.9	0.049	3.53	5.5	7.2	2656	0.046	619
Styela clava	Zld oost	BS	1662	10	22	0.047	3.84	5.5	7.3	2584	0.058	609
Styela clava	Zld oost	BS	1467	6.9	5.7	0.047	3.09	5.3	6.9	2330	0.053	494
Styela clava	Zld oost	SS	1896	23	61	0.05	3.35	8.6	8.4	3198	0.061	660
Styela clava	Zld oost	SS	1738	5.9	7.1	0.026	3.35	6.8	7.1	2747	0.053	589
Styela clava	Zld oost	SS	1612	7.2	8	0.038	2.62	7.5	6.9	2466	0.054	497
Styela clava	Zld pijler	SSBS	1283	16	9.1	0.039	3.08	4.79	7.1	2042	0.053	516
Styela clava	Zld pijler	SSBS	1144	41	86	0.04	2.1	4.27	6.6	1670	0.047	350
Styela clava	Zld pijler	SSBS	1076	8.4	5.1	0.035	2.82	4	7.3	1628	0.057	467
Styela clava	Zld west	BS	2427	8.5	9.2	0.06	3.99	8.1	10	3564	0.071	625
Styela clava	Zld west	BS	2258	7.5	7.4	0.056	4.2	7.4	9.4	3243	0.061	664
Styela clava	Zld west	BS	2242	11	23	0.069	4.24	7.9	9.8	3092	0.059	647
Styela clava	Zld west	SS	2072	14	19	0.065	3.81	9.3	8.9	3600	0.055	727
Styela clava	Zld west	SS	2603	9.1	9	0.074	4.25	9.1	11	5137	0.073	746
Styela clava	Zld west	SS	1919	8.6	8.9	0.056	3.7	9.5	8.2	3850	0.06	890
Styela clava	Zuidbout	OUD	2017	11	7.9	0.051	3.52	7.5	8	4007	0.062	809
Styela clava	Zuidbout	OUD	1800	9.5	6.8	0.037	3.93	6.6	7.1	3128	0.056	757
Styela clava	Zuidbout	OUD	1482	7.2	4.49	0.039	2.45	5.4	6.5	2551	0.05	510

Tabel 11: Gehalten aan de zware metalen molybdeen (Mo), nikkel (Ni), lood (Pb), antimoon (Sb), seleen (Se), tin (Sn), vanadium (V) en zink (Zn) in mg/kg droge stof, pollution load index (-) en droge stof (%) voor soorten bemonsterd op locaties in de Oosterschelde. TDV= type dijkversteviging waarbij T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen.

Soort	**Locatie**	**TDV**	**Mo**	**Ni**	**Pb**	**Sb**	**Se**	**Sn**	**V**	**Zn**	**PLI**	**Droge stof**
Ascidiella aspersa	Buitenhaven NJ	T0	1.44	2.46	3.44	<0.151	2.01	<0.302	0.294	47	5.3	6.6
Ascidiella aspersa	Buitenhaven NJ	T0	0.966	2.27	3.74	<0.152	1.98	0.304	0.3	60	5.2	6.6
Ascidiella aspersa	Buitenhaven NJ	T0	0.979	2.37	3.39	0.15	1.9	0.3	0.25	53	4.9	6.7
Ascidiella aspersa	Gorishoek	OUD	1.44	4.15	6.1	<0.138	2.23	<0.275	0.193	83	7.9	7.3
Ascidiella aspersa	Gorishoek	OUD	1.17	4.45	6.4	<0.153	3.23	<0.306	0.306	89	8.9	6.5
Ascidiella aspersa	Gorishoek	OUD	1.73	5.4	8.3	<0.147	3.07	0.337	0.24	111	11	6.8
Ascidiella aspersa	Schelphoek midden	BS	9.9	5.8	7.8	<0.137	5.5	<0.512	0.317	153	14	7.3
Ascidiella aspersa	Schelphoek midden	BS	6.7	7.7	10	<0.128	4.98	<0.433	0.258	148	15	7.8
Ascidiella aspersa	Schelphoek midden	BS	8.1	4.46	5.5	<0.132	4.2	<0.6	0.204	108	9.7	7.6
Ascidiella aspersa	Wemeldinge-oost	T0	2.02	8	9.9	<0.058	2.85	<0.116	0.208	100	13	17
Ascidiella aspersa	Wemeldinge-oost	T0	1.45	6.3	7.9	<0.061	2.82	<0.122	0.176	90	11	16
Ascidiella aspersa	Wemeldinge-oost	T0	1.47	8.3	12	<0.137	2.51	<0.273	0.186	102	15	7.3
Ascidiella aspersa	Wemeldinge-west	T0	3.2	6.4	9.6	0.052	3.73	<0.104	0.2	116	13	19
Ascidiella aspersa	Wemeldinge-west	T0	1.76	6.5	5.7	0.061	3.42	0.123	0.171	103	11	16
Ascidiella aspersa	Wemeldinge-west	T0	2.18	7.5	6.6	0.064	3.57	0.531	0.206	121	13	16
Ascidiella aspersa	Wemeldinge-west	T0	1.81	5.4	9.4	0.038	3.01	0.076	0.149	89	11	26
Ascidiella aspersa	Wemeldinge-west	T0	1.46	7	13	0.026	3.09	0.051	0.145	87	12	39
Ascidiella aspersa	Wemeldinge-west	T0	2.36	8.8	19	0.041	3.45	0.083	0.191	117	15	24
Ascidiella aspersa	Zld midden	BS	3.45	5.3	7.8	<0.135	3.69	<0.27	0.325	89	11	7.4
Ascidiella aspersa	Zld midden	BS	1.34	4.28	6.1	<0.149	2.75	<0.298	0.287	93	8.1	6.7
Ascidiella aspersa	Zld midden	BS	1.28	4.83	6.8	<0.139	2.59	<0.372	0.276	77	8.6	7.2
Ascidiella aspersa	Zld midden	SS	2.86	4.08	6.7	<0.132	2.71	<0.264	0.25	84	8.9	7.6
Ascidiella aspersa	Zld midden	SS	3.97	4.91	7.9	<0.144	2.75	<0.388	0.304	98	11	7
Ascidiella aspersa	Zld midden	SS	3.36	4.79	8.5	<0.147	3.7	0.293	0.248	103	13	6.8
Ascidiella aspersa	Zld oost	BS	3.22	4.17	5.3	<0.142	4.29	0.285	0.174	100	9.3	7

Soort	**Locatie**	**TDV**	**Mo**	**Ni**	**Pb**	**Sb**	**Se**	**Sn**	**V**	**Zn**	**PLI**	**Droge stof**
Ascidiella aspersa	Zld oost	BS	3.15	4.46	6.5	<0.135	4.36	0.271	0.131	97	13	7.4
Ascidiella aspersa	Zld oost	BS	2.61	4.53	6.4	0.144	4.51	0.289	0.145	95	9.8	6.9
Ascidiella aspersa	Zld oost	SS	3.03	79	7.1	<0.138	4.53	<0.276	0.161	135	14	7.3
Ascidiella aspersa	Zld oost	SS	3.02	4.61	7.6	<0.136	4.02	<0.531	0.208	109	11	7.4
Ascidiella aspersa	Zld oost	SS	4.07	4.66	7.4	<0.152	3.44	<0.431	0.163	90	10	6.6
Ascidiella aspersa	Zld pijler	SSBS	2.55	4.3	8.8	<0.141	3.36	0.281	0.28	276	9.9	7.1
Ascidiella aspersa	Zld pijler	SSBS	2.55	23	14	<0.143	2.59	0.286	0.253	90	13	7
Ascidiella aspersa	Zld pijler	SSBS	2.69	7.2	12	<0.147	2.54	<0.294	0.278	86	10	6.8
Ascidiella aspersa	Zld west	BS	3.56	5.9	8.1	<0.14	4.64	<0.307	0.147	132	12	7.5
Ascidiella aspersa	Zld west	BS	3.71	5.3	6.5	<0.144	5.4	<0.287	0.184	147	12	7
Ascidiella aspersa	Zld west	BS	5.4	5.4	8.1	<0.144	4.75	<1.15	0.233	133	12	7
Ascidiella aspersa	Zld west	SS	2.83	4.51	6.5	<0.139	3.96	<0.277	0.16	104	11	7.2
Ascidiella aspersa	Zld west	SS	3.03	5.7	8.3	<0.146	4.72	<0.283	0.204	142	13	7.1
Ascidiella aspersa	Zld west	SS	2.89	4.1	5.4	<0.132	3.78	<0.265	0.169	352	9.8	7.6
Ascidiella aspersa	Zuidbout	OUD	2.18	4.86	6.6	<0.152	2.9	<0.304	0.18	95	9.7	6.6
Ascidiella aspersa	Zuidbout	OUD	2.15	5.4	8.1	<0.146	3.87	<0.291	0.152	105	11	6.9
Ascidiella aspersa	Zuidbout	OUD	2.3	5.7	9.1	<0.153	4.13	<0.306	0.178	127	12	6.5
Ciona intestinalis	Buitenhaven NJ	T0	0.635	3.29	5.2	0.166	2.13	0.332	0.129	69	5.8	6
Ciona intestinalis	Buitenhaven NJ	T0	0.556	102	3.44	<0.17	1.75	<0.34	0.118	64	5.7	5.9
Ciona intestinalis	Buitenhaven NJ	T0	0.751	3.2	4.15	<0.173	1.88	<0.812	0.118	77	5.3	5.8
Ciona intestinalis	Gorishoek	OUD	0.725	3.57	4.42	<0.145	2.73	<0.29	0.125	102	6.8	6.9
Ciona intestinalis	Gorishoek	OUD	0.824	3.45	4.7	<0.143	2.49	<0.286	0.104	94	6.9	7
Ciona intestinalis	Gorishoek	OUD	0.905	3.7	5.7	<0.147	2.84	<0.294	0.171	110	7.7	6.8
Ciona intestinalis	Wemeldinge-oost	T0	1.33	6.4	10	<0.168	2.55	<0.337	0.155	126	11	5.9
Ciona intestinalis	Wemeldinge-oost	T0	1.21	6.9	8.5	<0.113	2.8	<0.57	0.152	113	11	8.9
Ciona intestinalis	Wemeldinge-oost	T0	1.34	7.1	8.7	<0.141	2.42	<0.599	0.165	100	10	7.1
Ciona intestinalis	Wemeldinge-west	T0	1.16	5.5	5.8	0.143	2.44	0.286	0.125	82	8.3	7
Ciona intestinalis	Wemeldinge-west	T0	1.06	5.8	3.89	0.122	2.52	0.244	0.12	95	7.3	8.2

Soort	**Locatie**	**TDV**	**Mo**	**Ni**	**Pb**	**Sb**	**Se**	**Sn**	**V**	**Zn**	**PLI**	**Droge stof**
Ciona intestinalis	Wemeldinge-west	T0	0.89	4.6	4.68	0.12	2.36	0.239	0.13	88	7.3	8.4
Ciona intestinalis	Wemeldinge-west	T0	2.69	38	9	0.042	2.35	0.084	0.133	110	15	24
Ciona intestinalis	Wemeldinge-west	T0	1.21	7.5	12	0.163	2.71	0.326	0.147	114	12	6.1
Ciona intestinalis	Wemeldinge-west	T0	1.06	4.45	6.9	0.037	1.81	0.073	0.124	67	8.4	27
Ciona intestinalis	Zld midden	BS	0.909	4.2	5.9	<0.152	2.87	<0.304	0.144	100	7.2	6.6
Ciona intestinalis	Zld midden	BS	0.943	4.1	5.5	<0.167	2.94	0.334	0.143	101	7.1	6
Ciona intestinalis	Zld midden	BS	0.761	3.24	4.69	<0.15	2.11	0.301	0.106	86	5.8	6.6
Ciona intestinalis	Zld midden	SS	0.914	4.97	6	<0.147	2.49	<0.293	0.15	95	7.7	6.8
Ciona intestinalis	Zld midden	SS	1.28	5.7	8.5	<0.152	2.93	0.304	0.169	115	9.5	6.6
Ciona intestinalis	Zld midden	SS	1.3	5.4	7.7	0.148	2.86	<0.295	0.176	116	9.1	6.8
Ciona intestinalis	Zld oost	BS	1.37	5.5	8.1	<0.141	2.54	<0.283	0.141	101	9.4	7.1
Ciona intestinalis	Zld oost	BS	1.44	5.8	9.2	<0.144	3.52	<0.292	0.171	122	11	7
Ciona intestinalis	Zld oost	BS	1.23	5.3	6.9	0.146	2.5	<0.317	0.148	93	8.8	6.9
Ciona intestinalis	Zld oost	SS	1.8	311	10	<0.139	3.13	0.278	0.167	140	16	7.2
Ciona intestinalis	Zld oost	SS	1.13	7.9	10	<0.146	3.25	<0.345	0.19	114	11	6.9
Ciona intestinalis	Zld oost	SS	1.32	13	9.2	<0.146	3.17	<0.292	0.174	111	11	6.9
Ciona intestinalis	Zld pijler	SSBS	1.13	4.89	13	<0.151	3.14	<0.429	0.189	121	9.4	6.6
Ciona intestinalis	Zld pijler	SSBS	0.815	3.88	7.7	<0.149	2.35	<0.299	0.096	84	6.3	6.7
Ciona intestinalis	Zld pijler	SSBS	1.07	4.35	8.2	<0.149	2.82	<0.299	0.142	104	8	6.7
Ciona intestinalis	Zld west	BS	1.75	7.7	11	<0.158	3.33	<1.21	0.175	128	12	6.3
Ciona intestinalis	Zld west	BS	2.2	9.7	15	<0.147	3.72	<0.498	0.248	475	17	6.8
Ciona intestinalis	Zld west	BS	1.45	7.5	11	<0.155	4.14	0.309	0.214	125	13	6.5
Ciona intestinalis	Zuidbout	OUD	1.18	5.5	7.8	<0.164	2.8	<0.329	0.135	116	9.6	6.1
Ciona intestinalis	Zuidbout	OUD	0.918	4.49	6.4	<0.165	2.5	<0.329	0.164	94	7.8	6.1
Ciona intestinalis	Zuidbout	OUD	1.14	5	8.3	<0.161	2.37	<0.414	0.165	103	9.4	6.2
Crassostrea gigas	Gorishoek	OUD	0.592	0.178	0.524	<0.084	3.09	<0.168	0.887	1617	2.54	12
Crassostrea gigas	Gorishoek	OUD	0.722	0.383	0.516	<0.09	3.01	<0.18	0.948	1668	3.01	11
Crassostrea gigas	Gorishoek	OUD	0.654	0.258	0.421	<0.096	2.81	<0.193	0.839	1568	2.57	10

Soort	Locatie	TDV	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	V	Zn	PLI	Droge stof
Crassostrea gigas	Schelphoek midden	BS	1.4	0.5	0.804	<0.09	4.09	<0.181	1.59	2253	5.3	11
Crassostrea gigas	Schelphoek midden	BS	1.12	0.524	0.69	<0.105	3.93	0.21	1.46	1829	4.42	9.5
Crassostrea gigas	Schelphoek midden	BS	1.56	0.667	0.824	<0.108	3.89	0.217	1.7	2612	5.6	9.2
Crassostrea gigas	Schelphoek oost	SS	1.07	0.533	0.956	<0.096	3.54	<0.191	1.16	1879	4.78	10
Crassostrea gigas	Schelphoek oost	SS	1.48	0.464	0.852	<0.1	3.9	<0.199	1.28	2752	4.95	10
Crassostrea gigas	Schelphoek oost	SS	1.3	0.455	0.745	<0.092	3.51	<0.184	1.07	1651	4.12	11
Crassostrea gigas	Schelphoek west	OUD	2.62	23	1.12	<0.115	3.63	<0.23	1.8	3045	12	8.7
Crassostrea gigas	Schelphoek west	OUD	1.24	0.443	0.815	<0.116	3.61	0.232	1.18	2473	4.58	8.6
Crassostrea gigas	Schelphoek west	OUD	1.51	0.359	0.684	<0.118	3.63	0.237	1.19	3682	4.62	8.4
Crassostrea gigas	Wemeldinge-oost	T0	0.568	0.301	0.423	<0.085	3.34	<0.17	0.493	1310	2.57	12
Crassostrea gigas	Wemeldinge-oost	T0	0.508	0.237	0.454	<0.098	3.03	<0.195	0.489	1503	2.57	10
Crassostrea gigas	Wemeldinge-oost	T0	0.606	0.273	0.437	<0.116	2.93	0.232	0.546	1309	2.64	8.6
Crassostrea gigas	Wemeldinge-west	T0	2.08	0.244	0.459	0.069	3.92	0.138	0.949	2145	3.53	15
Crassostrea gigas	Wemeldinge-west	T0	1.78	0.248	0.431	0.079	3.84	0.158	0.929	1806	3.09	13
Crassostrea gigas	Wemeldinge-west	T0	2.22	0.276	0.404	0.082	3.92	0.164	0.997	2214	3.28	12
Crassostrea gigas	Wemeldinge-west	T0	0.75	0.378	0.427	0.121	3.26	0.242	0.738	1777	3.39	8.3
Crassostrea gigas	Wemeldinge-west	T0	0.629	0.296	0.486	0.098	3.22	0.195	0.639	1313	3.08	10
Crassostrea gigas	Wemeldinge-west	T0	0.686	0.35	0.462	0.118	3.38	0.236	0.563	1439	3.12	8.5
Crassostrea gigas	Zld midden	SS	0.6	0.216	0.433	0.089	3.31	<0.179	0.803	1273	2.79	11
Crassostrea gigas	Zld midden	SS	0.745	0.25	0.514	<0.085	3.2	<0.169	1.02	1340	3.32	12
Crassostrea gigas	Zld midden	SS	0.772	0.261	0.535	<0.093	3.82	<0.187	1.05	1529	3.16	11
Crassostrea gigas	Zld oost	BS	0.754	0.376	0.541	<0.107	3.93	<0.214	0.808	2455	3.21	9.4
Crassostrea gigas	Zld oost	BS	0.79	0.437	0.627	<0.113	4.03	<0.226	0.849	2647	3.46	8.8
Crassostrea gigas	Zld oost	BS	0.777	0.417	0.615	<0.106	3.94	0.212	0.802	2514	3.88	9.4
Crassostrea gigas	Zld oost	SS	0.658	0.433	0.546	<0.097	4.5	<0.194	0.687	1783	3.09	10
Crassostrea gigas	Zld oost	SS	1.04	0.425	0.603	<0.109	3.97	<0.218	0.873	1663	3.56	9.2
Crassostrea gigas	Zld oost	SS	0.729	0.383	0.636	<0.098	3.96	<0.195	0.865	1722	3.53	10
Crassostrea gigas	Zld pijler	SSBS	0.539	0.174	0.403	<0.088	3.31	<0.177	0.744	1193	2.46	11

Soort	**Locatie**	**TDV**	**Mo**	**Ni**	**Pb**	**Sb**	**Se**	**Sn**	**V**	**Zn**	**PLI**	**Droge stof**
Crassostrea gigas	Zld pijler	SSBS	0.57	0.178	0.411	<0.073	3.17	<0.147	0.676	1057	2.54	14
Crassostrea gigas	Zld pijler	SSBS	0.778	0.224	0.469	<0.092	3.22	<0.184	1.04	2630	3.48	11
Crassostrea gigas	Zld west	BS	0.839	0.524	0.628	<0.101	4.52	<0.202	1.16	2094	4.06	9.9
Crassostrea gigas	Zld west	BS	0.723	0.481	0.532	<0.099	3.95	<0.197	1.02	1869	3.79	10
Crassostrea gigas	Zld west	BS	0.639	0.45	0.507	<0.088	4.19	0.176	0.967	1626	3.22	11
Crassostrea gigas	Zld west	SS	0.796	0.533	0.636	<0.096	4.31	<0.193	1.06	2170	3.73	10
Crassostrea gigas	Zld west	SS	0.732	0.505	0.652	<0.102	4.6	<0.205	1.08	2677	3.82	9.8
Crassostrea gigas	Zld west	SS	0.818	0.549	0.633	<0.099	4.71	<0.197	1.16	2724	3.93	10
Crassostrea gigas	Zuidbout	OUD	0.423	0.187	0.41	<0.082	3.2	<0.164	1.35	1920	2.74	12
Crassostrea gigas	Zuidbout	OUD	0.442	0.271	0.422	<0.095	3.31	0.189	1.54	2130	2.9	11
Crassostrea gigas	Zuidbout	OUD	0.39	0.232	0.419	<0.096	3.01	0.192	1.34	1870	2.71	10
Fucus vesiculosus	Gorishoek	OUD	0.202	2.46	0.436	<0.029	0.067	0.058	0.001	33	1.73	35
Fucus vesiculosus	Gorishoek	OUD	0.19	2.99	0.551	<0.034	0.078	<0.068	0.001	32	1.96	29
Fucus vesiculosus	Schelphoek midden	OUD	0.256	4.11	0.794	<0.042	0.067	<0.085	0.001	35	2.15	24
Fucus vesiculosus	Schelphoek midden	OUD	0.303	5.7	1.23	<0.042	0.11	<0.084	0.002	43	3.12	24
Fucus vesiculosus	Schelphoek oost	OUD	0.414	6.1	2.59	<0.046	0.134	<0.093	0.006	41	4.18	22
Fucus vesiculosus	Schelphoek oost	OUD	0.417	6.4	3.37	<0.05	0.155	0.101	0.007	43	4.66	20
Fucus vesiculosus	Schelphoek west	OUD	0.591	5.8	1.41	<0.038	0.121	0.076	0.003	50	3.3	26
Fucus vesiculosus	Schelphoek west	OUD	0.852	6.5	1.69	<0.041	0.145	0.082	0.003	58	3.91	24
Fucus vesiculosus	Wemeldinge-oost	T0	0.49	3.4	0.746	<0.045	0.075	0.045	0.002	43	2.57	48
Fucus vesiculosus	Wemeldinge-oost	T0	0.412	4.22	0.758	<0.042	0.079	0.054	0.002	47	2.57	37
Fucus vesiculosus	Wemeldinge-west	T0	0.443	3.54	1.26	0.039	0.117	0.067	0.002	42	3.11	33
Fucus vesiculosus	Wemeldinge-west	T0	0.575	4.79	1.44	0.046	0.132	0.077	0.003	47	3.51	35
Fucus vesiculosus	Zld midden	REF	0.761	4.44	1.01	<0.046	0.085	<0.091	0.002	44	2.84	22
Fucus vesiculosus	Zld midden	REF	0.559	3.8	0.989	<0.046	0.075	0.092	0.002	41	2.63	22
Fucus vesiculosus	Zld oost	OUD	0.771	6.5	1.72	0.035	0.113	<0.071	0.003	62	4.11	28
Fucus vesiculosus	Zld oost	OUD	0.738	6.4	1.86	<0.035	0.108	<0.07	0.003	45	3.85	28
Fucus vesiculosus	Zld west	OUD	0.864	7.3	2.04	<0.042	0.142	<0.084	0.004	47	4.19	24

Soort	**Locatie**	**TDV**	**Mo**	**Ni**	**Pb**	**Sb**	**Se**	**Sn**	**V**	**Zn**	**PLI**	**Droge stof**
Fucus vesiculosus	Zld west	OUD	1.4	7.5	2.32	<0.043	0.153	<0.099	0.004	57	4.97	23
Homarus gammarus	Gorishoek	OUD	0.263	0.545	0.052	<0.032	2.42	<0.065	0.116	99	1.6	31
Homarus gammarus	Gorishoek	OUD	0.406	0.328	0.031	<0.038	3.02	<0.076	0.11	227	2.03	26
Homarus gammarus	Gorishoek	OUD	0.397	0.742	0.05	<0.037	4.64	0.074	0.116	119	2.36	27
Homarus gammarus	Gorishoek	OUD	0.317	1.16	0.044	<0.039	3.53	<0.077	0.112	114	2.11	26
Homarus gammarus	Gorishoek	OUD	0.35	0.431	0.034	<0.033	4.05	<0.066	0.096	169	1.86	31
Homarus gammarus	Wemeldinge	T0	0.337	1.31	0.053	<0.037	2.8	<0.074	0.166	112	2.4	27
Homarus gammarus	Wemeldinge	T0	0.359	0.487	0.05	<0.047	4.22	0.094	0.289	306	2.59	21
Homarus gammarus	Wemeldinge	T0	0.403	0.224	0.018	<0.035	2.98	0.069	0.136	205	1.53	29
Homarus gammarus	Wemeldinge	T0	0.438	2.1	0.078	<0.038	7.9	0.139	0.322	216	3.81	26
Homarus gammarus	Wemeldinge	T0	0.35	0.37	0.035	<0.044	3.12	<0.088	0.14	162	1.76	23
Homarus gammarus	Zld oost	SS	0.293	0.912	0.061	<0.029	2.54	<0.057	0.886	93	2.53	35
Homarus gammarus	Zld oost	SS	0.33	0.637	0.029	<0.031	5.1	<0.062	0.409	118	2.02	32
Homarus gammarus	Zld oost	SS	0.284	0.378	0.042	<0.026	2.81	0.052	0.676	100	2.16	38
Homarus gammarus	Zld oost	SS	0.232	0.183	0.015	<0.027	1.53	0.051	0.226	163	1.09	38
Homarus gammarus	Zld oost	SS	0.258	0.781	0.028	<0.034	3.38	0.067	0.292	94	1.87	30
Homarus gammarus	Zld west	SSBS	0.395	0.189	0.021	<0.025	2.95	<0.051	0.209	101	1.35	39
Homarus gammarus	Zld west	SSBS	0.402	1.01	0.146	<0.032	3.25	0.064	0.344	84	2.16	31
Homarus gammarus	Zld west	SSBS	0.482	0.953	0.056	<0.033	2.97	0.067	0.234	134	2.19	30
Homarus gammarus	Zld west	SSBS	0.366	0.675	0.044	0.037	3.43	0.074	0.286	213	2.3	27
Homarus gammarus	Zld west	SSBS	0.268	0.679	0.115	<0.041	3.25	0.082	0.527	161	2.6	25
Homarus gammarus	Zuidbout	OUD	0.527	0.942	0.049	0.047	4.34	0.094	0.306	156	2.87	21
Homarus gammarus	Zuidbout	OUD	0.373	1.1	0.06	<0.038	3.86	0.075	0.188	108	2.37	27
Homarus gammarus	Zuidbout	OUD	0.454	0.781	0.036	<0.028	3.33	<0.057	0.182	65	1.76	35
Homarus gammarus	Zuidbout	OUD	0.552	0.899	0.035	<0.026	2.89	0.052	0.349	111	1.79	38
Homarus gammarus	Zuidbout	OUD	0.633	1.21	0.066	0.039	3.95	0.077	0.298	114	2.64	26
Mytilus edulis	Schelphoek midden	BS	2.45	17	3.44	<0.091	7.3	0.89	8.6	129	13	11
Mytilus edulis	Schelphoek midden	BS	2.6	19	3.73	<0.115	7	0.463	9.1	133	13	8.7

Soort	**Locatie**	**TDV**	**Mo**	**Ni**	**Pb**	**Sb**	**Se**	**Sn**	**V**	**Zn**	**PLI**	**Droge stof**
Mytilus edulis	Schelphoek midden	BS	2.97	19	3.49	<0.102	6.3	1.01	9.6	125	13	12
Mytilus edulis	Zld pijler	SSBS	2.31	1.28	1.13	<0.082	3.4	<0.165	1.32	117	2.58	12
Mytilus edulis	Zld pijler	SSBS	1.69	1	0.679	<0.077	3.3	<0.154	0.912	88	2.23	13
Mytilus edulis	Zld pijler	SSBS	2.37	1.08	0.761	<0.095	3.42	<0.189	1.3	90	2.49	11
Ostrea edulis	Zld oost	SS	0.828	0.426	0.449	<0.08	4.1	0.561	1.02	1418	3.42	12
Ostrea edulis	Zld west	BS	0.946	0.393	0.359	<0.089	4.11	1.93	1.18	1722	3	11
Ostrea edulis	Zld west	SS	0.972	0.418	0.445	<0.082	4.46	<2.4	1.39	1629	3.41	12
Styela clava	Gorishoek	OUD	0.738	6.5	4.88	<0.097	2.8	<0.194	0.008	67	5.7	10
Styela clava	Gorishoek	OUD	0.569	5.8	3.72	<0.105	2.67	<0.211	0.006	72	4.66	9.5
Styela clava	Gorishoek	OUD	0.548	5.8	3.32	<0.102	2.87	<0.205	0.005	67	4.53	9.8
Styela clava	Schelphoek midden	BS	5	16	6	0.112	2.95	0.54	0.013	61	9.4	8.9
Styela clava	Schelphoek midden	BS	3.27	7.7	5.1	<0.103	2.95	<0.207	0.011	44	6.5	9.7
Styela clava	Schelphoek midden	BS	2.71	8.6	6.4	<0.106	2.64	<0.213	0.013	57	7.1	9.4
Styela clava	Wemeldinge-oost	T0	1.11	8.7	6.1	0.053	2.92	<0.106	0.012	68	7.4	19
Styela clava	Wemeldinge-oost	T0	1.1	9.3	6.3	0.057	3.23	<0.115	0.013	71	7.7	17
Styela clava	Wemeldinge-oost	T0	1.32	24	6.5	0.054	2.71	<0.108	0.012	57	8.9	19
Styela clava	Wemeldinge-west	T0	1.53	15	6.3	0.034	3.48	0.068	0.01	73	9.1	29
Styela clava	Wemeldinge-west	T0	0.868	8.4	3.52	0.023	3.54	0.045	0.01	62	6.4	44
Styela clava	Wemeldinge-west	T0	1.26	7.5	3.52	0.045	3.3	0.089	0.008	56	6.5	22
Styela clava	Wemeldinge-west	T0	1.34	10	8.7	0.045	3.28	0.089	0.013	71	9.7	22
Styela clava	Wemeldinge-west	T0	1.14	8.6	7.5	0.041	2.71	0.082	0.011	56	7.3	24
Styela clava	Wemeldinge-west	T0	1.31	11	9.9	0.039	2.71	0.078	0.015	65	10	26
Styela clava	Zld midden	BS	1.06	8.3	4.58	<0.098	3.51	<0.197	0.007	69	5.9	10
Styela clava	Zld midden	BS	0.698	6.7	3.46	0.098	3.83	0.196	0.007	76	4.91	10
Styela clava	Zld midden	BS	0.737	6.9	3.87	<0.105	3.8	<0.21	0.006	69	5	9.5
Styela clava	Zld midden	SS	1.38	7.5	5.5	<0.102	3.17	<0.203	0.013	66	7.5	9.8
Styela clava	Zld midden	SS	1.14	7.4	5.5	<0.099	3.07	<0.197	0.011	67	6.4	10
Styela clava	Zld midden	SS	1.24	7.3	6.3	<0.095	2.91	<0.19	0.012	65	8	11

Soort	**Locatie**	**TDV**	**Mo**	**Ni**	**Pb**	**Sb**	**Se**	**Sn**	**V**	**Zn**	**PLI**	**Droge stof**
Styela clava	Zld oost	BS	1.31	7.1	5.1	<0.097	3.47	0.194	0.008	52	6.2	10
Styela clava	Zld oost	BS	1.22	8.4	5.5	<0.096	3.91	<0.192	0.008	77	7	10
Styela clava	Zld oost	BS	1.53	7.4	4.58	<0.094	3.78	<0.188	0.007	69	5.9	11
Styela clava	Zld oost	SS	2.08	60	6.3	0.095	3.55	<0.19	0.01	67	9.8	11
Styela clava	Zld oost	SS	1.01	7	6.1	<0.094	2.64	<0.189	0.009	53	5.7	11
Styela clava	Zld oost	SS	1.34	64	5.3	<0.1	3.44	<0.201	0.009	68	7	10
Styela clava	Zld pijler	SSBS	1.06	7.6	5	<0.098	3.21	<0.195	0.007	61	5.9	10
Styela clava	Zld pijler	SSBS	0.777	5.9	5.2	<0.112	3.51	<0.223	0.006	66	6.5	9
Styela clava	Zld pijler	SSBS	0.849	6.5	6.8	<0.103	3.51	<0.206	0.006	64	5.2	9.7
Styela clava	Zld west	BS	2.21	9.6	7.1	<0.099	4.2	<0.198	0.011	77	8.1	10
Styela clava	Zld west	BS	1.56	9.3	6.8	<0.093	3.64	<0.186	0.01	68	7.3	11
Styela clava	Zld west	BS	1.37	9.8	6.9	<0.091	3.66	<0.182	0.01	64	8.1	11
Styela clava	Zld west	SS	1.54	9.4	6.4	<0.088	4.4	<0.339	0.017	64	8.5	11
Styela clava	Zld west	SS	1.5	11	7.3	<0.093	4.66	<0.284	0.019	69	8.8	11
Styela clava	Zld west	SS	1.38	7.9	6.2	<0.096	4.04	<0.192	0.022	57	7.7	10
Styela clava	Zuidbout	OUD	1.17	8.1	5.8	0.118	2.81	0.236	0.01	68	7.1	8.5
Styela clava	Zuidbout	OUD	0.973	7.9	5.4	<0.096	2.69	<0.191	0.008	56	6.3	10
Styela clava	Zuidbout	OUD	0.896	7	4.25	<0.107	3.19	<0.215	0.006	55	5.2	9.3

Tabel 12: Gehalten aan de zware metalen aluminium (Al), arseen (As), barium (Ba), cadmium (Cd), kobalt (Co), chroom (Cr), koper (Cu), ijzer (Fe), kwik (Hg) en mangaan (Mn) in mg/kg droge stof voor soorten bemonsterd op locaties in de Westerschelde. TDV= type dijkversteviging waarbij T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen.

Soort	**Locatie**	**TDV**	**Al**	**As**	**Ba**	**Cd**	**Co**	**Cr**	**Cu**	**Fe**	**Hg**	**Mn**
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke-haven	BS	88	11	0.509	12	0.364	0.46	348	323	0.135	39
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke-haven	BS	74	11	0.474	12	0.361	0.441	445	319	0.139	53
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke-haven	BS	60	11	0.469	14	0.469	0.411	359	291	0.143	63
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke-haven	SS	55	15	0.359	11	0.392	0.358	351	260	0.133	59
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke-haven	SS	101	11	0.552	11	0.374	0.509	378	314	0.128	47
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke-haven	SS	101	13	0.528	11	0.41	0.509	448	334	0.125	45
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke noord	BS	52	15	0.471	12	0.392	0.351	374	287	0.136	48
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke noord	BS	92	12	0.562	14	0.378	0.482	457	307	0.137	43
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke noord	BS	242	12	0.957	12	0.443	1.02	430	543	0.118	51
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke noord	SS	183	11	0.85	14	0.458	1.46	419	467	0.139	37
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke noord	SS	107	11	0.659	13	0.325	0.528	443	329	0.14	27
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke noord	SS	133	12	0.686	17	0.379	0.602	374	393	0.143	44
Crassostrea gigas	Kapellebank	OUD	45	11	0.273	12	0.259	0.356	321	206	0.114	31
Crassostrea gigas	Kapellebank	OUD	94	12	0.421	14	0.312	0.475	281	252	0.1	32
Crassostrea gigas	Kapellebank	OUD	49	13	0.249	12	0.299	0.318	304	211	0.092	48
Crassostrea gigas	Ritthem midden	BS	8.1	14	0.218	4.01	0.352	0.3	288	263	0.232	31
Crassostrea gigas	Ritthem midden	BS	6	17	0.244	3.64	0.382	0.35	317	234	0.219	21
Crassostrea gigas	Ritthem midden	BS	8.2	17	0.241	3.85	0.411	0.285	368	229	0.199	31
Fucus vesiculosus	Hoedekenskerke-haven	OUD	390	37	43	3.47	1.68	3.1	8.6	615	0.038	188
Fucus vesiculosus	Hoedekenskerke-haven	OUD	322	41	49	4.91	2	1.72	11	530	0.051	231
Fucus vesiculosus	Hoedekenskerke noord	OUD	615	41	52	4.85	2.3	3.48	12	1132	0.055	325
Fucus vesiculosus	Hoedekenskerke noord	OUD	689	41	48	4.42	2.16	3.09	12	1247	0.065	310
Fucus vesiculosus	Ritthem midden	REF	121	44	23	1.36	1.52	0.532	4	242	0.043	171
Fucus vesiculosus	Ritthem midden	REF	104	46	25	1.32	1.76	0.614	4.69	205	0.051	164
Fucus vesiculosus	Ritthem oost	REF	376	46	24	1.73	2	1.33	6	586	0.045	238

Soort	Locatie	TDV	Al	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn
Fucus vesiculosus	Ritthem oost	REF	355	45	24	1.48	1.55	1.34	6.7	561	0.047	203
Fucus vesiculosus	Ritthem west	REF	472	44	19	1.1	1.39	1.84	3.44	820	0.043	181
Fucus vesiculosus	Ritthem west	REF	328	51	21	1.14	1.35	1.18	3.77	542	0.043	178

Tabel 13: Gehalten aan de zware metalen molybdeen (Mo), nikkel (Ni), lood (Pb), antimoon (Sb), seleen (Se), tin (Sn), vanadium (V) en zink (Zn) in mg/kg droge stof, pollution load index (-) en droge stof (%) voor soorten bemonsterd op locaties in de Westerschelde. TDV= type dijkversteviging waarbij T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen.

Soort	Locatie	TDV	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	V	Zn	PLI	Droge stof
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke-haven	BS	0.918	0.642	0.896	0.1	6.9	0.2	0.753	2587	6.1	10
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke-haven	BS	1.02	0.681	0.963	0.111	7	0.223	0.711	3335	6.5	9
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke-haven	BS	0.938	0.607	0.912	0.122	6.7	0.244	0.636	3152	6.2	8.2
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke-haven	SS	0.884	0.517	0.922	<0.098	7.2	0.196	0.63	2604	5.8	10
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke-haven	SS	0.994	0.655	0.889	<0.115	6.7	0.23	0.768	3437	6.5	8.7
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke-haven	SS	0.955	0.713	0.929	<0.106	7.3	<0.211	0.798	3363	6.7	9.5
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke noord	BS	1.05	0.717	0.938	0.113	8.3	<0.227	0.646	3392	6.3	8.8
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke noord	BS	0.919	0.599	0.985	<0.096	7.6	<0.193	0.759	4144	6.7	10
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke noord	BS	0.837	0.721	1.28	<0.079	7.1	<0.157	1.24	3136	8.2	13
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke noord	SS	1.17	1.26	1.27	<0.094	7.6	<0.187	1.14	3769	8.7	11
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke noord	SS	1.08	0.681	1.02	<0.101	7.2	<0.203	0.878	3577	6.7	9.9
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke noord	SS	1.17	0.832	1.01	<0.111	8.1	<0.222	1	2898	7.4	9
Crassostrea gigas	Kapellebank	OUD	0.477	0.365	0.722	<0.09	5.3	<0.181	0.421	2457	4.45	11
Crassostrea gigas	Kapellebank	OUD	0.454	0.406	0.909	<0.107	5.8	<0.214	0.594	2527	5.3	9.3
Crassostrea gigas	Kapellebank	OUD	0.477	0.393	0.789	<0.104	6.9	<0.208	0.466	2537	4.72	9.6
Crassostrea gigas	Ritthem midden	BS	1.4	0.342	0.901	<0.092	4.45	<0.185	0.976	3787	4.6	11
Crassostrea gigas	Ritthem midden	BS	1.27	0.411	0.825	<0.096	5	0.191	0.958	3771	4.55	10
Crassostrea gigas	Ritthem midden	BS	1.2	0.374	0.818	<0.095	5.3	<0.19	0.795	4538	4.69	11
Fucus vesiculosus	Hoedekenskerke-haven	OUD	0.358	18	1.16	<0.045	0.21	<0.09	0.003	181	5.2	22

Soort	**Locatie**	**TDV**	**Mo**	**Ni**	**Pb**	**Sb**	**Se**	**Sn**	**V**	**Zn**	**PLI**	**Droge stof**
Fucus vesiculosus	Hoedekenskerke-haven	OUD	0.362	21	1.09	<0.046	0.292	0.091	0.002	237	5.6	22
Fucus vesiculosus	Hoedekenskerke noord	OUD	0.382	20	1.8	<0.044	0.395	<0.129	0.003	234	7.2	23
Fucus vesiculosus	Hoedekenskerke noord	OUD	0.349	19	2.03	<0.044	0.379	<0.089	0.003	219	7.2	23
Fucus vesiculosus	Ritthem midden	REF	0.248	7.9	0.818	<0.048	0.131	<0.095	0.001	81	2.88	21
Fucus vesiculosus	Ritthem midden	REF	0.252	9.8	0.676	<0.048	0.115	0.095	0.002	74	2.93	21
Fucus vesiculosus	Ritthem oost	REF	0.485	13	1.39	<0.028	0.188	0.057	0.002	98	4.49	35
Fucus vesiculosus	Ritthem oost	REF	0.403	10	1.25	<0.031	0.147	0.062	0.002	89	4.08	32
Fucus vesiculosus	Ritthem west	REF	0.346	7.7	1.39	<0.032	0.138	<0.065	0.002	65	3.81	31
Fucus vesiculosus	Ritthem west	REF	0.32	7.8	0.964	<0.035	0.148	<0.069	0.002	68	3.47	29

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

R Art. 5.2 lid 1

De informatie uit documenten betreft persoonlijke beleidsopvattingen. Onder persoonlijke beleidsopvattingen worden verstaan ambtelijke adviezen, visies, standpunten en overwegingen ten behoeve van intern beraad, niet zijnde feiten, prognoses, beleidsalternatieven, de gevolgen van een bepaald beleidsalternatief of andere onderdelen met een overwegend objectief karakter

Van: "[redacted]"
Verzonden: maandag 16 oktober 2023 09:04
Aan: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: terugkoppeling commissie Ruimte

Hoi [redacted],

Vraagje, hebben jullie in beeld waar er secundaire bouwstoffen zijn toegepast onder provinciale wegen ?

We hebben nu vragen gehad over staalslakken en hoogovenslakken. Wellicht volgen er straks weer vragen over fosforslakken en AEC bodemas. Als we in een GIS kaart in beeld zouden brengen welke secundaire bouwstoffen waar zijn toegepast (+ wanneer + hoeveelheid + met welke technische voorzieningen etc) dan kan er bijvoorbeeld een analyse plaatsvinden in combinatie met gegevens over grondwateronttrekkingen en drinkwatergebieden.

Op die manier zouden we niet alleen toekomstige vragen al kunnen tackelen, we kunnen dan ook beter inschatten of een eventueel onderzoek naar uitloging/bodemkwaliteit op welke locatie misschien wel zinvol is.

[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: vrijdag 13 oktober 2023 16:24
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: Re: terugkoppeling commissie Ruimte

Dank voor de terugkoppeling, lijkt een logische lijn!
Mbt het 2e bolletje: ik heb een contactpersoon bij Rijkswaterstaat, ik vraag maandag om nadere informatie.

[redacted]

Verzonden vanaf Outlook voor Android

From: [redacted]
Sent: Friday, October 13, 2023 4:17:36 PM
To: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Cc: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted]@zeeland.nl>
Subject: terugkoppeling commissie Ruimte

Collega's,

N.a.v. behandeling Staalslakken in commissie Ruimte vanmorgen drie punten waarvan we even iets moeten aanleveren via het verslag:

- navraag bij RWS of expertsessie openbaar is. En of we verslag kunnen delen.
  Actie [redacted], navregen bij RWS
- Situatie Flevoland vragen we na.
  Actie [redacted] / [redacted] hopelijk is er een link met informatie ergens te vinden waar we naar kunnen linken?
- Navragen onderzoek bestaande wegen.
  Acties [redacted]

[redacted]

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

R Art. 5.2 lid 1

De informatie uit documenten betreft persoonlijke beleidsopvattingen. Onder persoonlijke beleidsopvattingen worden verstaan ambtelijke adviezen, visies, standpunten en overwegingen ten behoeve van intern beraad, niet zijnde feiten, prognoses, beleidsalternatieven, de gevolgen van een bepaald beleidsalternatief of andere onderdelen met een overwegend objectief karakter

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

Van: "[redacted]"
Verzonden: maandag 25 september 2023 11:07
Aan: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: brief provincie staalslakken
Bijlage(n): GS brief aan Stas over Staalslakken (ondertekend).pdf

Hoi [redacted],

Hierbij de brief aan de staatsecretaris.

[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: maandag 25 september 2023 10:50
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: FW: brief provincie staalslakken

Hoi [redacted],

Ik begrijp dat jij je tegenwoordig bezighoudt met staalslakken.
Kun je mij de brief aan de staatssecretaris toesturen. Zie onderstaande vraag vanuit het waterschap

Groet [redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@Scheldestromen.nl>
Verzonden: maandag 25 september 2023 10:29
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: brief provincie staalslakken

Dag [redacted],

Vrijdag jl. is een artikel verschenen in de PZC waarin melding is gemaakt van een brief aan het rijk ver het voorlopig niet meer toepassen van staalslakken in de Oosterschelde. Kun je mij svp deze brief met spoed mailen (heb hier de nodige bestuurlijke vragen over gekregen)? Bij voorbaat dank voor de medewerking.

Vr.gr.
[redacted]

Waterschap Scheldestromen

Bezoekadressen: Kanaalweg 1 4337 PA Middelburg en Kennedylaan 1 4538 AE Terneuzen
Postadres: Postbus 1000, 4330 ZW Middelburg
Telefoon: +31 (0) 88 246 1000 (lokaal tarief)
Email: info@scheldestromen.nl
Website: www.scheldestromen.nl

Gedeputeerde Staten

Provincie Zeeland

Abdij 6 4331BK Middelburg
Postbus 6001 4330 LA Middelburg
+31 1[redacted]
IBAN NL08 BNGH 0285010557

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat
T.a.v. mevrouw V.L.W.A. Heijnen
Postbus 20901
2500 EX Den Haag

Onderwerp	Zaaknummer	Behandeld door	Verzonden
Toepassing van staalslakken	360197	[redacted] +31 6 [redacted]	

Middelburg, 12 september 2023

Geachte mevrouw Heijnen,

Met deze brief dringen wij erop aan het toepassen van staalslakken in de Oosterschelde voorlopig te staken, in afwachting van nadere beoordeling van nieuwe inzichten over uitloging van dit materiaal.

Het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) publiceerde in april 2023 een rapport waaruit blijkt dat het gebruik van staalslakken - een restproduct bij het maken van staal – mogelijk meer effecten heeft dan aanvankelijk werd gedacht. Als staalslakken in contact komen met regen- of grondwater komen er zware metalen via ‘uitspoelwater’ in de bodem of het oppervlaktewater terecht. Het rapport laat onder meer zien dat deze uitloging in de praktijk mogelijk groter is dan dat op laboratoriumschaal aangetoond wordt en dat de uitloging ook langer doorgaat dan eerder werd verondersteld.

Rijkswaterstaat heeft in het verleden diverse onderzoeken uitgevoerd naar de effecten van uitloging van staalslakken op organismen in de Oosterschelde. Het RIVM-rapport geeft echter aanleiding tot nieuwe vragen over de mogelijke gevolgen van de toepassing van staalslakken in de Zeeuwse deltawateren. De Vereniging van Beroepsvissers OWV (Oosterschelde, Westerschelde, Voordelta) en de Producentenorganisatie voor de Nederlandse Mosselcultuur hebben in het verleden reeds hun zorgen geuit over het gebruik van staalslakken in de Oosterschelde. OWV heeft Rijkswaterstaat bijvoorbeeld verzocht ander materiaal te gebruiken (grove stenen) omdat dat een habitat voor kreeften creëert. Staalslakken kleven samen, waardoor het leefgebied van kreeften verdwijnt.

Het bestaande wettelijk kader (Besluit bodemkwaliteit) staat toepassing van staalslakken in de Oosterschelde toe. Nu er onzekerheid bestaat over de uitloging en mogelijke effecten daarvan op het Natura 2000-gebied Nationaal Park Oosterschelde, is het wat ons betreft evident dat toepassing uit voorzorg voorlopig gestaakt wordt.

Rijkswaterstaat heeft ons laten weten dat het dit najaar een expertsessie organiseert. Verwachting is dat die sessie meer duidelijkheid biedt over de mogelijke gevolgen van de nieuwe inzichten en dat dit leidt tot een passend vervolg daarop.

Wij verzoeken u dan ook om in afwachting van de uitkomsten van de expertsessie en mogelijke vervolgsessies de toepassing van staalslakken in de Oosterschelde uit voorzorg te staken.

Met vriendelijke groet,

Gedeputeerde Staten van Zeeland,



drs. J.M.M. Polman, voorzitter



drs. M.C.J. Franken, secretaris-algemeen directeur

Noem in uw contact met ons steeds het zaaknummer. Dit staat bovenaan deze brief.

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

Van: "[redacted]"
Verzonden: dinsdag 3 oktober 2023 10:37
Aan: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: concept GS brief aan Stas over Staalslakken
Bijlage(n): annotatie staalslakken.docx

Hoi [redacted],

Hierbij een korte annotatie. De brieven zijn openbaar, dus delen met RWS en Waterschap lijkt mij geen probleem.

[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: dinsdag 3 oktober 2023 10:26
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: concept GS brief aan Stas over Staalslakken

Hoi [redacted],

Zojuist een voorbespreking gehad voor het trila overleg van volgende week woensdag.
Ik bereid dit ambtelijk voor met [redacted] van RWS en [redacted] van het Waterschap.

Zij vroegen mij of de brieven die naar de Minister zijn gestuurd meegestuurd mogen worden met de agenda.
Onderwerp staalslakken staat dus op de agenda.

Daarnaast vroeg ik me af of Vael goed op de hoogte is van de dit onderwerp of alleen Dick?
Vael zit namelijk bij dit overleg en mijn vraag is dan ook of je mogelijk een annotatie zou kunnen maken bij dit agendapunt voor Vael.

Groeten [redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: woensdag 6 september 2023 09:30
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: concept GS brief aan Stas over Staalslakken

Hoi,

Deze stukken zet ik in ibabs voor GS van 12 september.

Met vriendelijke groet,

[redacted] | Senior beleidsadviseur Milieu
T. +31 118 [redacted] M. +31 6 [redacted] | [redacted]@zeeland.nl

Provincie Zeeland

Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

---

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: woensdag 6 september 2023 08:48
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: concept GS brief aan Stas over Staalslakken

Prima brief, [redacted] Kan me hier helemaal in vinden.

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: dinsdag 5 september 2023 11:39
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: concept GS brief aan Stas over Staalslakken

Collega's,

Gisteren verzocht Dick me naar aanleiding van zijn gesprek met de directeur van RWS om ook een brief aan de staatssecretaris te sturen. De brief houdt een verzoek in om de toepassing van staalslakken in de Oosterschelde uit voorzorg te staken, totdat meer bekend is over de gevolgen van het RIVM rapport voor toepassingen onder water.

RWS gaf in het gesprek met Dick namelijk aan dat een besluit daarover niet aan hen is, maar aan het ministerie als opdrachtgever.

Graag jullie input.

[redacted]

Annotatie Staalslakken

Aanleiding:

Er is weer volop aandacht voor de toepassing van staalslakken in (met name) de Oosterschelde. Dit naar aanleiding van het verschijnen van een onderzoeksrapportage van RIVM in april en art.44 vragen de Statenfracties PvdA-GL en SGP.

GS heeft per brief van 20 juli 2023 bij RWS aangedrongen om het toepassen van staalslakken te heroverwegen. Dit op basis van het voorzorgprincipe, nu uit het RIVM rapport blijkt dat uitloging van zware metalen in de praktijk mogelijk groter is en langer doorgaat dan tot nu toe werd aangenomen.

Voor de beantwoording van vervolgvragen hebben wij ambtelijk contact gezocht met RWS. Daarbij bleek dat RWS een expertsessie in oktober organiseert.

Na een telefonisch onderhoud tussen Dick van der Velde en de staatssecretaris, mevrouw Heijnen heeft GS op 12 september een brief aan de Staatssecretaris gestuurd. Hierin verzoekt GS om in afwachting van de uitkomsten van de expertsessie voorlopig met de toepassing van staalslakken te stoppen.

Inhoudelijk:

- De toepassing van staalslakken in civieltechnische werken past binnen het geldende wettelijke kader.
- Bij het toepassen in de Oosterschelde en Westerschelde is er sprake van een grote verdunning door de hoeveelheden water die met eb en vloed over de slakken stroomt. Uitlogende metalen komen daardoor niet in de onderliggende waterbodem en het grondwater terecht. Maar wel in het oppervlaktewater. Het eerdere onderzoek van WMR toont aan dat de vrijgekomen stoffen zich niet ophopen in de planten en dieren in de buurt van de stortlocaties.

- RIVM heeft een literatuur studie gedaan naar de toepassing van staalslakken (april 2023). In het rapport is aangegeven dat uitloging plaatsvindt van zware metalen als staalslakken in contact komen met water. Daarnaast heeft het uitspoelwater ook een lage zuurgraad. Met name zandbodems zijn hiervoor gevoelig. Dit is overigens geen nieuwe informatie.
- *Wat wel nieuw is:* de uitloging zou langer door gaan dan tot nu toe werd aangenomen.
- *Wat ook nieuw is:* uit het RIVM rapport blijkt dat gemeten concentraties schadelijke stoffen in het uitspoelwater van laboratorium testen anders (lager) zijn dan op locaties waar de staalslakken in de praktijk zijn gebruikt. RIVM geeft aan dat het belangrijk is om te onderzoeken of de testen die hiervoor wettelijk zijn voorgeschreven, nog wel geschikt zijn.

- Vanuit het voorzorg principe is het niet gewenst bouwstoffen toe te passen waaruit langere tijd ongewenste stoffen lekken wanneer niet precies bekend is hoeveel en hoelang dergelijke stoffen vrijkomen.

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

Van: "[redacted]"
Verzonden: dinsdag 10 oktober 2023 14:26
Aan: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Cc: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: Persvraag Omroep Zeeland

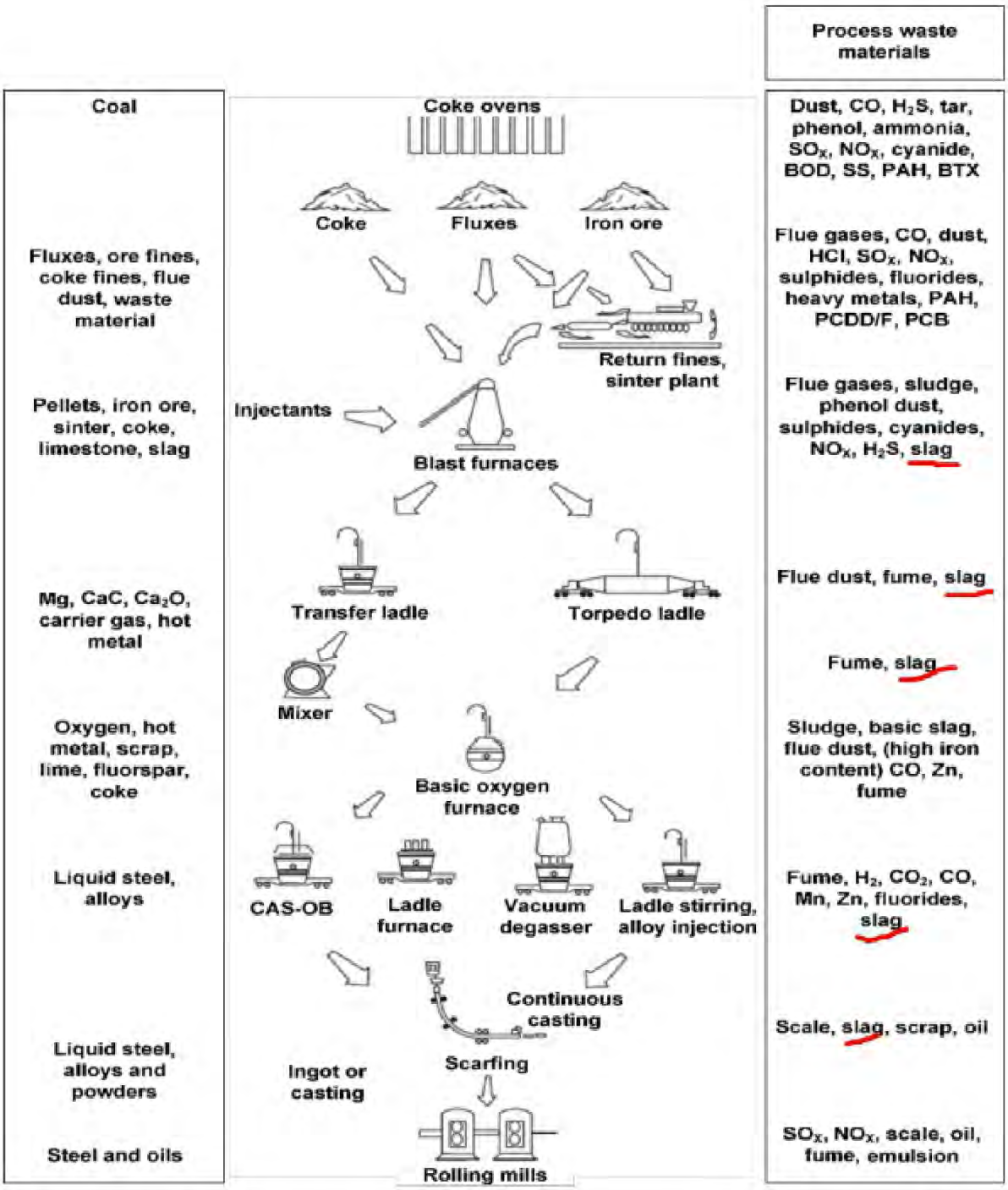
[redacted]

Je ziet op de website van 'de bodemrichtlijn' wel een onderscheidt, waarbij Barium Selenium, Vanadium en Fluoride en sulfaat als parameters worden genoemd die uitlogen:

Materiaaleigenschappen hoogovenslak | Bodemrichtlijn

uitloogbaarheid	mg/kg d.s.	Mogelijk kritische componenten Ba, Se, V, F, SO_4

In het RIVM rapport is het productieproces van Tata uitgewerkt, daar komt inderdaad in verschillende stappen 'slag' vrij:



pdf (overheid.nl)

[redacted]

Maar op de site van Tata staat dan weer:

Gecertificeerd bouwmateriaal
In IJmuiden worden de verschillende typen staalslak gescheiden verwerkt en voor elke slak zoeken we naar de hoogst toegevoegde waarde voor hergebruik. LD-staalslak wordt in Nederland in de grond-, weg- en waterbouw (GWW-sector) toegepast. Voorbeelden hiervan zijn de wegfundering, geluidswallen, oprit/afrit kunstwerken viaduct, etc. Daarnaast wordt LD-staalslak toegepast in asfalt.

[redacted]

Ik leg de vraag nog even voor aan RWS !

[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: dinsdag 10 oktober 2023 13:17

Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: Persvraag Omroep Zeeland

Goedemiddag allemaal

Bouwstoffen zijn helemaal niet mijn specialiteit, maar ik wil wel even een aandachtspunt signaleren ten aanzien van de huidige beantwoording. [redacted]

[redacted]

Met vriendelijke groet,

[redacted]

Provincie Zeeland
Bezoekadres:
Abdij 6
4331 BK Middelburg
06-[redacted]
Postadres:
Postbus 6001
4330 LA Middelburg

Provincie Zeeland
Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

---

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: dinsdag 10 oktober 2023 12:33
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: Persvraag Omroep Zeeland

Dan stel ik bijgaande reactie voor. Jullie nog opmerkingen/aanvullingen?

[redacted]

Met vriendelijke groet,

[redacted] | Communicatieadviseur Bestuur

M. +31 6 [redacted] | E. [redacted]@zeeland.nl

Provincie Zeeland

Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

Van: [redacted] <[redacted]@omroepzeeland.nl>
Verzonden: dinsdag 10 oktober 2023 08:48
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: reportage donderdag as

Ha [redacted] en meneer/mevr [redacted] (u heb ik toegevoegd omdat BAM me geen verduidelijking wil geven over de rapporten die ze hebben opgesteld),

Donderdag zenden we een reportage uit over het volgende:

Waarschijnlijk toch staalslakken onder provinciale wegen.

Ik heb een antwoord op vragen van PvdA/GroenLinks en de SGP mbt staalslakken proberen na te trekken. (https://www.zeeland.nl/sites/default/files/digitaalarchief/ZEE2300171.pdf) Het gaat om antwoord 4.
Het antwoord luidde: Er zijn geen staalslakken in fundering van provinciale wegen toegepast.

Een simpele zoektocht via Google leidde me tot dit artikel uit 2013:
https://www.asfaltwerken.nl/asfalt-bulten-aws-asfaltwerken/

Het artikel stelt klip en klaar dat de bulten in de wegen ontstaan zijn door hoogovenslakken die in aanraking zijn gekomen met water.

Wat verdere research leidde me naar dit:
https://www.tenderned.nl/aankondigingen/overzicht/142157/documenten

In die mapjes staan proefboringen die onder andere gedaan zijn in de N256. Meerdere keren worden daar slakken gemeld. Er staan ook foto's bij. Daarop zijn soms roestige slakken te zien.

Al met al meer dan genoeg om te vermoeden dat er onder provinciale wegen wel degelijk slakken zijn gebruikt.

In het kader van wederhoor wil ik de antwoorden op de volgende vragen aan de provincie gebruiken:

1. In antwoord op vragen on PS is geantwoord dat er onder Provinciale wegen geen staalslakken zijn gebruikt. Hoe is dit onderzocht?
2. In het bovengenoemde artikel van AWS asfaltwerken wordt duidelijk aangegeven dat de ontstane schade aan de provinciale wegen ontstaan is doordat hoogovenslakken in aanraking zijn gekomen met water en daardoor zij gaan uitzetten. Is deze schade en de verwerking bekend bij de provincie? Zo ja, is daar nog documentatie van?
3. De documenten van tendernet bevatten een aantal verslagen van boringen waar meerdere malen slakken worden genoemd. Kunt u aangeven of dit staal/hoogovenslakken zijn? (de aanbesteding is van 2018, dus niet al te lang geleden)
4. Naar aanleiding van bovenstaande lijkt het er op dat er toch slakken onder provinciale wegen liggen. Bent u dat met me eens?
5. Omdat er in het artikel van AWS geschreven wordt dat de slakken in aanraking zijn gekomen met water, en GS in de beantwoording van de vragen van PvdA/GroenLinks en SGP aangeeft dat dit in Friesland heeft geleid tot verontreiniging, gaat u actie ondernemen? Zo ja, welke? Zo nee, waarom niet?

Dat waren mijn vragen. Zoals gezegd komen we donderdag met de reportage. Mocht je vinden dat er een reactie op camera nodig is, dan is dat natuurlijk mogelijk.

Met vriendelijke groet,

[redacted] | redacteur/verslaggever
[redacted]@omroepzeeland.nl
06-[redacted]

[redacted]

Kanaalstraat 64, 4388 BP Oost-Souburg
(0118) 49 99 00 | www.omroepzeeland.nl

DISCLAIMER Aan de inhoud van dit bericht, afkomstig van Omroep Zeeland, kunnen geen rechten worden ontleend. Rechten kunnen slechts worden ontleend aan documenten getekend door iemand die daartoe bevoegd is.

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

R Art. 5.2 lid 1

De informatie uit documenten betreft persoonlijke beleidsopvattingen. Onder persoonlijke beleidsopvattingen worden verstaan ambtelijke adviezen, visies, standpunten en overwegingen ten behoeve van intern beraad, niet zijnde feiten, prognoses, beleidsalternatieven, de gevolgen van een bepaald beleidsalternatief of andere onderdelen met een overwegend objectief karakter

Van: "[redacted]"
Verzonden: donderdag 12 oktober 2023 13:34
Aan: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: Persvraag Omroep Zeeland staalslakken

[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: donderdag 12 oktober 2023 13:34
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; 'communicatie' <communicatie@dcmr.nl>; [redacted] <[redacted]@dcmr.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@dcmr.nl>
Onderwerp: Re: Persvraag Omroep Zeeland staalslakken

[redacted]

Verzonden vanaf Outlook voor Android

From: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Sent: Thursday, October 12, 2023 1:29:23 PM
To: 'communicatie' <communicatie@dcmr.nl>; [redacted] <[redacted]@dcmr.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Cc: [redacted] <[redacted]@dcmr.nl>
Subject: RE: Persvraag Omroep Zeeland staalslakken

Hoi,

Wij hebben zelf ook vragen gekregen, vanuit PS. Daarvoor hebben we e.e.a. uitgezocht:

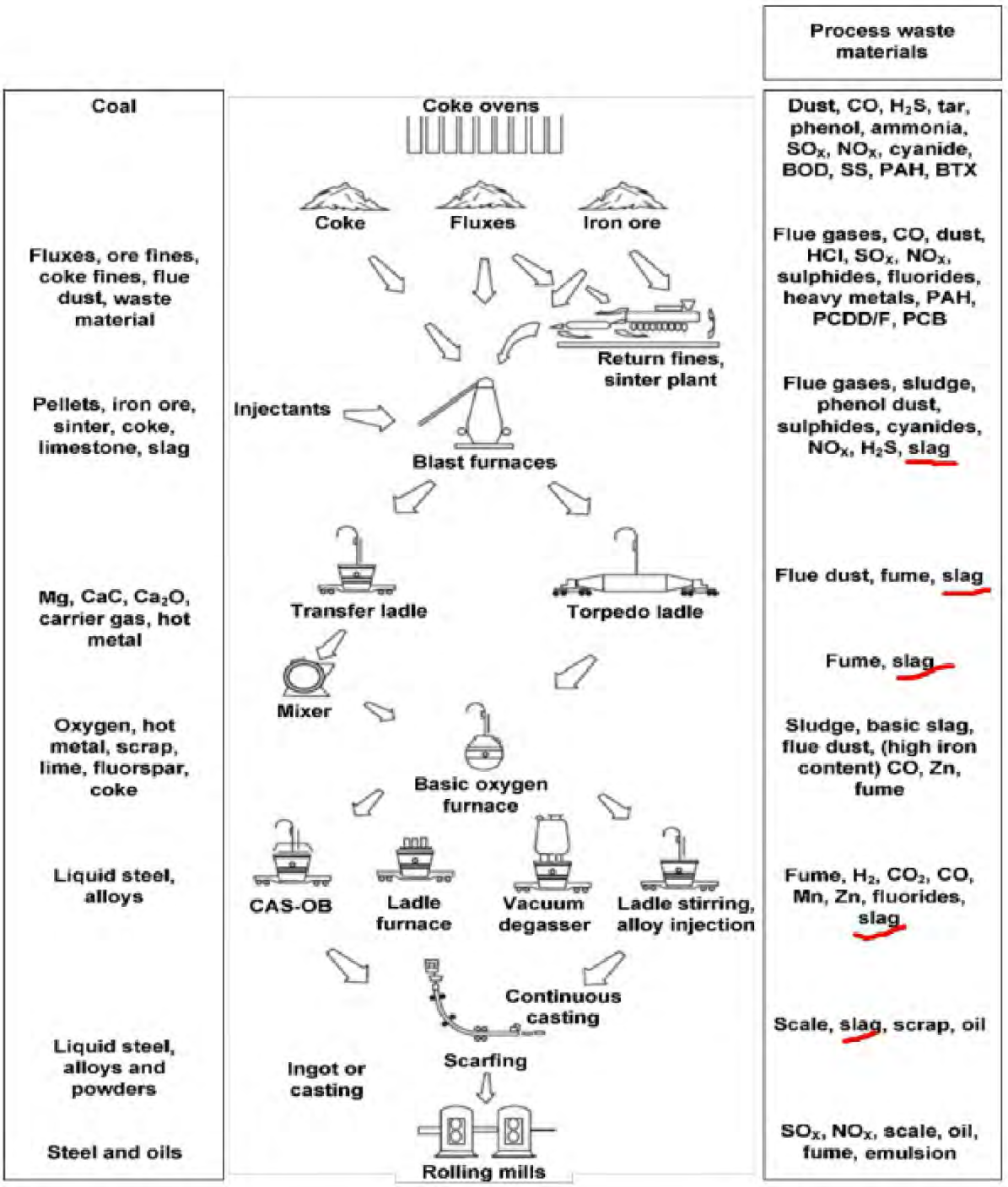
Ik heb zojuist van RWS ook terug gekregen dat er inderdaad verschil zit in hoogovenslakken en LD-staalslakken. Daarbij geven zijn aan:

Staalslakken worden in verschillende korrelfracties afgezet, de grovere fracties zijn meer geschikt voor toepassingen in waterbouwtoepassingen in dynamische systemen zoals de Wester- en Oosterschelde. Voor toepassing in de wegenbouw beschikken staalslakken niet over de juiste civieltechnische eigenschappen. Ervaringen uit het verleden leren dat er t.g.v. de staalslakken onder wegen overmatig onderhoud en herstelwerkzaamheden noodzakelijk zijn, omdat de slakken onder de weg kunnen verkitten en o.a. tot scheurvorming in het asfalt kunnen leiden. Hoogovenslakken worden voor zover ik weet met name in de betonindustrie verwerkt/gebruikt.

Materiaaleigenschappen hoogovenslak | Bodemrichtlijn

uitloogbaarheid	mg/kg d.s.	Mogelijk kritische componenten Ba, Se, V, F, SO_4

In het RIVM rapport is het productieproces van Tata uitgewerkt, daar komt inderdaad in verschillende stappen ‘slag’ vrij:



pdf (overheid.nl)

Eerder hebben wij geantwoord dat er geen staalslakken onder provinciale wegen zijn toegepast. Nu blijkt dat er in de jaren 70 wel hoogovenslakken zijn toegepast onder provinciale wegen.

Met vriendelijke groet,

[redacted] | Senior beleidsadviseur Milieu
T. +31 118 [redacted] | M. +31 6 [redacted] | [redacted]@zeeland.nl

Provincie Zeeland

Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

[redacted]

[redacted] communicatie <communicatie@dcmr.nl>
Verzonden: donderdag 12 oktober 2023 12:57

Aan: [redacted] <[redacted]@dcmr.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@dcmr.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: Persvraag Omroep Zeeland staalslakken
Urgentie: Hoog

Beste [redacted]

Wij kregen vanochtend een persvraag binnen van Omroep Zeeland. Zij zijn bezig met een reportage over staalslakken onder wegen. Nu heeft de verslaggever [redacted] begrepen dat er verschil is tussen staalslakken en hoogoverslakken en dat het een schadelijker zou zijn dat het ander. Graag wil hij checken of dit klopt. Zou jij hier meer over kunnen vertellen?

Ik hoor het graag, alvast bedankt voor je reactie!

Groet,

[redacted]
Team Communicatie

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

R Art. 5.2 lid 1

De informatie uit documenten betreft persoonlijke beleidsopvattingen. Onder persoonlijke beleidsopvattingen worden verstaan ambtelijke adviezen, visies, standpunten en overwegingen ten behoeve van intern beraad, niet zijnde feiten, prognoses, beleidsalternatieven, de gevolgen van een bepaald beleidsalternatief of andere onderdelen met een overwegend objectief karakter

Van: "[redacted]"
Verzonden: woensdag 11 oktober 2023 12:00
Aan: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: Technische vragen Staalslakken; commissie ruimte 13 oktober

Hoi,

Beantwoording lijkt me prima.

Ik heb zojuist van RWS ook terug gekregen dat er inderdaad verschil zit in hoogovenslakken en LD-staalslakken. Daarbij geven zijn aan:

Staalslakken worden in verschillende korrelfracties afgezet, de grovere fracties zijn meer geschikt voor toepassingen in waterbouwtoepassingen in dynamische systemen zoals de Wester- en Oosterschelde. Voor toepassing in de wegenbouw beschikken staalslakken niet over de juiste civieltechnische eigenschappen. Ervaringen uit het verleden leren dat er t.g.v. de staalslakken onder wegen overmatig onderhoud en herstelwerkzaamheden noodzakelijk zijn, omdat de slakken onder de weg kunnen verkitten en o.a. tot scheurvorming in het asfalt kunnen leiden. Hoogovenslakken worden voor zover ik weet met name in de betonindustrie verwerkt/gebruikt.

[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: dinsdag 10 oktober 2023 21:14
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: Technische vragen Staalslakken; commissie ruimte 13 oktober

Hoi,

Hierbij een voorzet voor beantwoording. Er zit voor zover mij nu duidelijk is, een genuanceerd verschil tussen hoogovenslak en staalslak. Ik ben nog geen publicaties tegengekomen waarbij de toepassing van hoogovenslak in twijfel getrokken wordt. Sterker: hoogovenslak is de (duurzame) vervanger van Portlandcement in betonproductie. Het lijkt me dus van belang het onderscheid tussen beide slakkensoorten te maken.

Wat is het verschil tussen hoogovenslakken en staalslakken? Hoogovenslakken zijn het bijproduct van de productie van ruwijzer en worden ingezet bij de productie van cement. Staalslakken, of beter gezegd LD-staalslakken zijn het bijproduct dat ontstaat bij de productie van staal.

Uit ijzererts komt eerst ijzer. IJzer kan vervolgens worden opgewerkt tot staal.

Noot: antwoord op vraag 2 wordt nog aangevuld.

[redacted]

[redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: dinsdag 10 oktober 2023 12:47
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: FW: Technische vragen Staalslakken; commissie ruimte 13 oktober

Zie bijgaande technische vragen vanuit PvdA.
Hetzelfde onderwerp als de persvragen van [redacted]

Bij deze het verzoek aan [redacted] om deze te beantwoorden, stem het wel even af met [redacted]
Voor de afstemming met Dick en Harry kijken we donderdag wel even hoe we dat doen.

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: dinsdag 10 oktober 2023 12:44
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: Technische vragen Staalslakken; commissie ruimte 13 oktober

Hoi [redacted],

Inez Flameling heeft een aantal technische vragen ingestuurd over de stukken m.b.t. Staalslakken die aanstaande vrijdag bij de commissie ruimte op de agenda staan, zie bijlage.

Ik zie de schriftelijke beantwoording graag tegemoet (na afstemming met de gedeputeerde en [redacted]

Met vriendelijke groet,

[redacted] | Commissiegriffier
M. 06-[redacted] | E. [redacted]@zeeland.nl
Werkdagen ma - di - do - vrij

Provincie Zeeland

Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

Van: "[redacted]"
Verzonden: vrijdag 13 oktober 2023 13:01
Aan: "[redacted]" <[redacted]@rws.nl>
Onderwerp: Re: Staalslakken

Als het goed is wel..

Verzonden vanuit Outlook voor iOS

Van: [redacted] <[redacted]@rws.nl>
Verzonden: Friday, October 13, 2023 10:18:41 AM
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: Staalslakken

Bedankt [redacted],

Interview gaat dus over hoogovenslakken en niet over staalslakken?

Groet, [redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: vrijdag 13 oktober 2023 08:39
Aan: [redacted] <[redacted]@rws.nl>
Onderwerp: RE: Staalslakken

Hoi [redacted] ,

Bijgaand de beantwoording van art. 44 vragen. dit keer beantwoord vanuit onze afdeling ‘wegen’.

Vanmiddag is er een interview gepland tussen Omroep Zeeland en Dick van der Velde. Insteek van OZ is dat ‘statenleden zich zorgen maken over de kwaliteit van hoogovenslakken’. Vragen zullen gaan over de toepassing, kwaliteit en uitloging van de hoogovenslakken.

[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@rws.nl>
Verzonden: dinsdag 10 oktober 2023 14:41
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: Staalslakken

Hey [redacted],

Eerlijk gezegd geen idee, moeten we toch echt bij de experts zijn – ik zal eens navragen of iemand dit weet.

Ik las wel net bijgaand rapport met samenvatting. Daar staat het volgende in – het lijkt alsof het toch twee verschillende dingen zijn?

Slakken en bodemassen zijn restproducten van afvalverwerking (verbrandingsovens) en industrie die kunnen worden hergebruikt in de weg- en waterbouw. Er zijn diverse soorten slakken zoals staalslakken, fosforslakken, hoogovenslakken en koperslakken. Staalslakken zijn bijproducten van de productie van staal. LD-slak (Figuur 1 links, soms ook hoogovenstaalslak genoemd) komt vrij bij de productie van staal uit ruwijzer en schroot volgens het Linz-Donawitz (LD) procedé. De ELO-slak (Figuur 1 rechts) komt vrij bij de verwerking van ongelegeerd en lichtgelegeerd schroot volgens het elektro-oven (ELO) proces.



Figuur 1: LD-staalslakken (links) geproduceerd volgens het Linz-Donawitz procedé en ELO-staalslakken (rechts) geproduceerd volgens elektro-ovenproces (bron ROXX international).

In Nederland komt jaarlijks circa 500 000 ton staalslak vrij. Daarvan wordt 200 000 à 300 000 ton in de vorm van LD-mengsel toegepast. LD-mengsel bestaat voor 90% uit LD-staalslak, aangevuld met 10% gegranuleerde hoogovenslak. Circa 100 000 ton wordt als oever- of bodembekleding in de waterbouw toegepast (www.bodemrichtlijn.nl). Het gebruik van LD-staalslakken wordt gezien als duurzamer alternatief dan bijvoorbeeld breuksteen omdat er geen (extra) primaire materialen hoeven te worden gewonnen en dus het landschap wordt gespaard, het gebruiksklaar maken van de slakken minder energie kost dan het winnen van de primaire grondstof en de transportafstanden korter zijn. Daarnaast bedragen de kosten van staalslakken slechts 40% van de kosten van breuksteen (Tangelder et al., 2015b).

Het aanbrengen van dijkbekledingen met staalslakken, breuksteen of grind heeft gevolgen voor de aanwezige organismen. De lokale flora en fauna zal (tijdelijk) verdwijnen doordat het wordt afgedekt. Nieuwe organismen zullen zich opnieuw moeten vestigen op en tussen het harde substraat van de bestortingen. De structuur (vorm, grootte, ruwheid oppervlak) van de nieuwe dijkbekleding zijn van groot belang voor de rekolonisatie en herstel van de bodemdiergemeenschap. Er is regelmatig weerstand tegen het gebruikt van staalslakken bij dijkversterkingen. Staalslakken bevatten (zware) metalen en zouten die door uitloging kunnen vrijkomen in het water. De uitloging van stoffen uit staalslakken is afhankelijk van het productieproces, de samenstelling en de omgeving waarin het wordt toegepast.

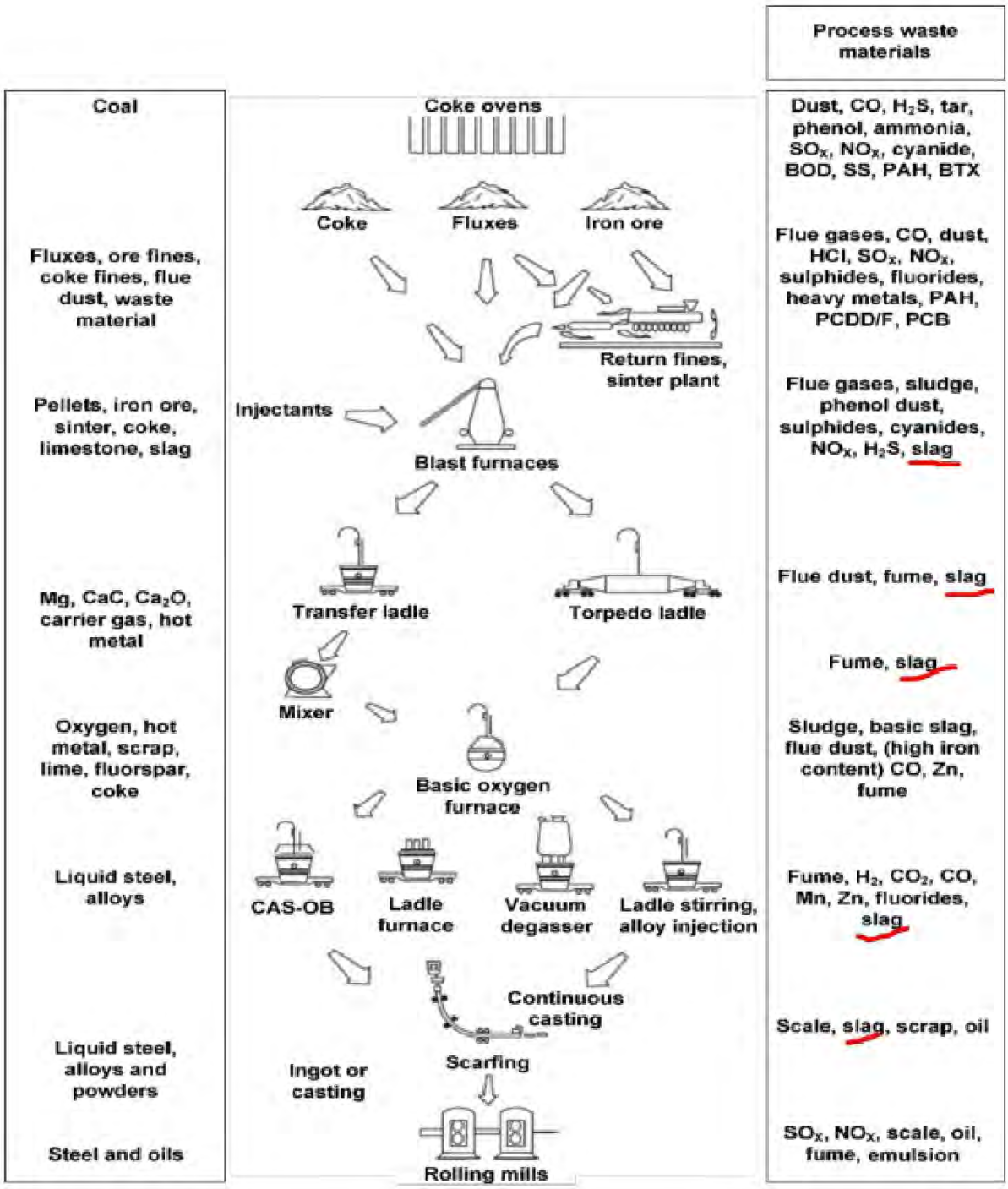
Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: dinsdag 10 oktober 2023 14:30
Aan: [redacted] <[redacted]@rws.nl>
Onderwerp: RE: Staalslakken

Hoi [redacted],

Naar aanleiding van ons telefonisch onderhoud, hierbij de vraag:

Als we het in nederland hebben over Staalslakken, gaat het (meestal) over LD staalslakken. In het verleden (jaren 70) zijn onder provinciale wegen ‘hoogovenslakken’ toegepast. Vraag is of dat iets anders is dan de LD staalslak die nu o.a. in de waterbouwkundige werken worden toegepast.

In het RIVM rapport is het productieproces van Tata uitgewerkt, daar komt inderdaad in verschillende stappen ‘slag’ vrij:



pdf (overheid.nl)

Maar op de site van Tata staat dan weer:

Gecertificeerd bouwmateriaal
In IJmuiden worden de verschillende typen staalslak gescheiden verwerkt en voor elke slak zoeken we naar de hoogst toegevoegde waarde voor hergebruik. LD-staalslak wordt in Nederland in de grond-, weg- en waterbouw (GWW-sector) toegepast. Voorbeelden hiervan zijn de wegfundering, geluidswallen, oprit/afrit kunstwerken viaduct, etc. Daarnaast wordt LD-staalslak toegepast in asfalt.

Kunnen jullie hier wat meer duidelijkheid over geven ?

Alvast bedankt !

Met vriendelijke groet,

| Senior beleidsadviseur Milieu

T. +31 118 | M. +31 6 | @zeeland.nl

Provincie Zeeland

Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

---

Van: , <@rws.nl>
Verzonden: donderdag 14 september 2023 11:36
Aan: <@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: Staalslakken

Dank voor het delen

Van: <@zeeland.nl>
Verzonden: vrijdag 8 september 2023 08:22
Aan: , <@rws.nl>
Onderwerp: RE: Staalslakken

,

Hierbij de concept brief. Deze zit in GS van volgende week, mogelijk vinden er nog aanpassingen plaats.

Van: <@zeeland.nl>
Verzonden: donderdag 7 september 2023 16:25
Aan: @rws.nl
Onderwerp: Staalslakken

,
Die vervolg vragen staan idd onder de maand juli:

https://www.zeeland.nl/sites/default/files/digitaalarchief/ZEE2300171.pdf

Beantwoording staat op 5 september.

Brief aan stas zoek ik zo op (lukt niet mobiel)

Verzonden vanuit Outlook voor iOS

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

R Art. 5.2 lid 1

De informatie uit documenten betreft persoonlijke beleidsopvattingen. Onder persoonlijke beleidsopvattingen worden verstaan ambtelijke adviezen, visies, standpunten en overwegingen ten behoeve van intern beraad, niet zijnde feiten, prognoses, beleidsalternatieven, de gevolgen van een bepaald beleidsalternatief of andere onderdelen met een overwegend objectief karakter

Van: "[redacted]"
Verzonden: maandag 23 oktober 2023 08:48
Aan: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: Re: terugkoppeling commissie Ruimte

Hmm toezegging dan maar ..

Verzonden vanuit Outlook voor iOS

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: Monday, October 23, 2023 8:01:39 AM
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: Re: terugkoppeling commissie Ruimte

Ok, en hoe doen we het met het verslag? Of wil je er een toezegging van maken?

Verzonden vanuit Outlook voor iOS

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: Monday, October 23, 2023 7:34:45 AM
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: terugkoppeling commissie Ruimte

Ik zou nog een terugkoppeling krijgen van RWS, zij hadden onderstaande nog bij IenW teruggelegd. Nog geen informatie gehad.

[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: vrijdag 20 oktober 2023 11:39
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: terugkoppeling commissie Ruimte

[redacted],

[redacted]

En in het verslag nemen we dan op:
Uit onze contacten met RWS hebben wij begrepen dat deelname of bijwonen van de expertsessie normaal gesproken geen optie is. Er wordt geen woordelijk verslag gemaakt. Uiteraard wordt er wel een openbare schriftelijke terugkoppeling gemaakt die voor iedereen beschikbaar komt.

[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: maandag 16 oktober 2023 19:35
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: Re: terugkoppeling commissie Ruimte

Hoi,

Vandaag heb ik met RWS contact gehad over de expertsessie. Deelname is waarschijnlijk geen optie (maar denken ze wel over na). Een woordelijk verslag komt er sowieso niet, maar zij willen wel een openbare schriftelijke terugkoppeling geven.

Rws heeft dit nog voorgelegd aan de beleidsafdeling van IenW. Ze koppelen dit morgen terug.

Verzonden vanuit Outlook voor iOS

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: Monday, October 16, 2023 6:03:39 PM
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: Re: terugkoppeling commissie Ruimte

Hmmm, GS is morgenochtend hoor, ik ga tijdens de GS vergaderingen geen mail meer door sturen voor iets in de rondvraag. En volgende GS is over 14 dagen, dan is het verslag afgerond. Op zich niet erg, dan wordt het een reguliere toezeggingen.

Verzonden vanuit Outlook voor iOS

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: Monday, October 16, 2023 5:53:08 PM
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: Re: terugkoppeling commissie Ruimte

Nee, nog niet. Vandaag druk met anderen dingen :-) Ik hoop morgenochtend een concept rond te sturen.

[redacted]

Verzonden vanaf Outlook voor Android

From: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Sent: Monday, October 16, 2023 4:45:18 PM
To: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Cc: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Subject: RE: terugkoppeling commissie Ruimte

Is er al een concept mail?

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: vrijdag 13 oktober 2023 16:24
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: Re: terugkoppeling commissie Ruimte

Dank voor de terugkoppeling, lijkt een logische lijn!
Mbt het 2e bolletje: ik heb een contactpersoon bij Rijkswaterstaat, ik vraag maandag om nadere informatie.

[redacted]

Verzonden vanaf Outlook voor Android

From: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Sent: Friday, October 13, 2023 4:17:36 PM
To: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Cc: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Subject: terugkoppeling commissie Ruimte

Collega's,

N.a.v. behandeling Staalslakken in commissie Ruimte vanmorgen drie punten waarvan we even iets moeten aanleveren via het verslag:

- navraag bij RWS of expertsessie openbaar is. En of we verslag kunnen delen.
  Actie [redacted], navregen bij RWS
- Situatie Flevoland vragen we na.
  Actie [redacted]/ [redacted] hopelijk is er een link met informatie ergens te vinden waar we naar kunnen linken?

- Navragen onderzoek bestaande wegen

Acties [redacted]



Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

R Art. 5.2 lid 1

De informatie uit documenten betreft persoonlijke beleidsopvattingen. Onder persoonlijke beleidsopvattingen worden verstaan ambtelijke adviezen, visies, standpunten en overwegingen ten behoeve van intern beraad, niet zijnde feiten, prognoses, beleidsalternatieven, de gevolgen van een bepaald beleidsalternatief of andere onderdelen met een overwegend objectief karakter

Van: "[redacted]"
Verzonden: dinsdag 31 oktober 2023 17:55
Aan: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: terugkoppeling commissie Ruimte

Lijkt me prima

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: dinsdag 31 oktober 2023 15:11
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: terugkoppeling commissie Ruimte

Dan stel ik voor de we de volgende voortgang melden.
Eens?

Voortgang:
Uit navraag van Rijkswaterstaat bleek dat de expertsessie niet openbaar toegankelijk is. Zodra wij de uitkomsten ons bekend zijn, zullen wij deze met uw Staten delen.

Van: [redacted]
Verzonden: maandag 23 oktober 2023 10:56
Aan: [redacted], [redacted]) <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: terugkoppeling commissie Ruimte

[redacted],
Inmiddels is duidelijk dat we de andere twee ook niet tijdig rond krijgen.
Dus ook dat worden toezeggingen, wat mij betreft maak je er twee aparte van (dus twee nummers).
Wel suggestie om de gele arcering aan te houden, en niet de suggestie te wekken dat er een verslag komt. Wij spreken over de uitkomsten.

Zou dit op deze manier verwerkt kunnen worden?
We gaan een poging doen om dit dan met de veegbrief af te doen.

[redacted]

- N.a.v. berichtgeving in de pers dat er in 2021 een stuk snelweg in Flevoland is gesaneerd vanwege vervuiling met hoogovenslakken: ik zal navragen hoe dit in Flevoland is afgelopen, wat de kosten zijn geweest en welke lessen eruit zijn getrokken.
- N.a.v. de door RWS aangekondigde expertsessie rond de toepassing van staalslakken onder water: we zullen navragen of u mee kunt kijken en of er ook een uitnodiging richting PS kan komen en op welke wijze we de uitkomsten met u kunnen delen. ~~Zodra er een verslag van de sessie is zullen wij dit met u delen. /~~

Van: [redacted], [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: vrijdag 20 oktober 2023 11:23
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: terugkoppeling commissie Ruimte

Hoi [redacted],

[redacted]

Waren de andere toezeggingen akkoord wat jou betreft?

Met vriendelijke groet,

[redacted] | Commissiegriffier
M. 06-[redacted] | E. [redacted]@zeeland.nl
Werkdagen ma - di - do - vrij

Provincie Zeeland

Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: donderdag 19 oktober 2023 17:45
Aan: [redacted], [redacted]<[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: terugkoppeling commissie Ruimte

[redacted],

[redacted]

[redacted]

Van: [redacted], [redacted]) <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: donderdag 19 oktober 2023 13:41
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
CC: [redacted]. [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: terugkoppeling commissie Ruimte

[redacted],

[redacted]

Met vriendelijke groet,

[redacted] | Commissiegriffier
M. 06-[redacted] | E. [redacted]@zeeland.nl
Werkdagen ma - di - do - vrij

Provincie Zeeland

Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

Van: [redacted], [redacted]
Verzonden: donderdag 19 oktober 2023 13:40
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
CC: [redacted] (Dirk) <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: terugkoppeling commissie Ruimte

Hoi [redacted],

Ik heb e.e.a. even teruggeluisterd. Ik wil bij agendapunt 9 (Staalslakken) nu 3 toezeggingen noteren voor v/d Velde:

Toezeggingen van gedeputeerde Van der Velde:

- N.a.v. berichtgeving in de pers dat er in 2021 een stuk snelweg in Flevoland is gesaneerd vanwege vervuiling met hoogovenslakken: ik zal navragen hoe dit in Flevoland is afgelopen, wat de kosten zijn geweest en welke lessen eruit zijn getrokken.
- N.a.v. de door RWS aangekondigde expertsessie rond de toepassing van staalslakken onder water: we zullen navragen of u mee kunt kijken en of er ook een uitnodiging richting PS kan komen. Zodra er een verslag van de sessie is zullen wij dit met u delen.
- [redacted]

[redacted]

[redacted]

Met vriendelijke groet,

[redacted] | Commissiegriffier
M. 06-[redacted] | E. [redacted]@zeeland.nl
Werkdagen ma - di - do - vrij

Provincie Zeeland

Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

---

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: dinsdag 17 oktober 2023 15:35
Aan: [redacted], [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: terugkoppeling commissie Ruimte

[redacted],

Over onderstaande hebben wij vrijdag nog even contact gehad.
Het is niet gelukt om dit tijdig op te pakken richting GS van vanmorgen, zodat terugkoppeling via het verslag niet meer kan.
Daarom bij deze het verzoek deze toezegging op de lijst te zetten.

Kan je z.s.m. voor een nummer zorgen, dan nemen wij het mee met de veegbrief die we in november willen uitdoen.
Betekent dat we uiterlijk eind oktober dat nummer nodig hebben, want dan agenderen we de GS nota :)

[redacted]

Van: [redacted]
Verzonden: vrijdag 13 oktober 2023 16:18
Aan: [redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: terugkoppeling commissie Ruimte

Collega's,

N.a.v. behandeling Staalslakken in commissie Ruimte vanmorgen drie punten waarvan we even iets moeten aanleveren via het verslag:

- navraag bij RWS of expertsessie openbaar is. En of we verslag kunnen delen.
  Actie [redacted], navragen bij RWS
- Situatie Flevoland vragen we na.
  Actie [redacted] Hopelijk is er een link met informatie ergens te vinden waar we naar kunnen linken?
- Navragen onderzoek bestaande wegen.
  Acties [redacted]

[redacted]

[redacted]

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

R Art. 5.2 lid 1

De informatie uit documenten betreft persoonlijke beleidsopvattingen. Onder persoonlijke beleidsopvattingen worden verstaan ambtelijke adviezen, visies, standpunten en overwegingen ten behoeve van intern beraad, niet zijnde feiten, prognoses, beleidsalternatieven, de gevolgen van een bepaald beleidsalternatief of andere onderdelen met een overwegend objectief karakter

T

Valt buiten de reikwijdte van het verzoek

Van: "[redacted]"
Verzonden: dinsdag 31 oktober 2023 10:37
Aan: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: staalslakken en zo

[redacted]

Heb nog geen reactie gehad van RWS naar aanleiding van de vragen vanuit de commissie over de expertsessie staalslakken. Wil je die nog wel meenemen in de veegbrief ?

Ik heb een reminder gestuurd naar RWS.

Met vriendelijke groet,

[redacted] | Senior beleidsadviseur Milieu
T. +31 118[redacted] | M. +31 6 [redacted] | [redacted]@zeeland.nl

Provincie Zeeland

Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

Van: "[redacted]"
Verzonden: donderdag 30 november 2023 15:46
Aan: "[redacted]" <[redacted]@rws.nl>
Onderwerp: Re: Staalslakken

Wat is je telefoonnummer ?

Verzonden vanuit Outlook voor iOS

Van: [redacted] <[redacted]@rws.nl>
Verzonden: Wednesday, November 29, 2023 5:45:24 PM
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: Staalslakken

Ja zeker!

Morgen even bellen?

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: woensdag 29 november 2023 15:02
Aan: [redacted] <[redacted]@rws.nl>
Onderwerp: RE: Staalslakken

Hoi [redacted],

Is er al iets bekend over een datum van een expertsessie ?

[redacted]

[redacted] <[redacted]@rws.nl>
Verzonden: woensdag 1 november 2023 09:36
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: Staalslakken

Hey [redacted],

Hier het antwoord:

De expertsessie wordt gehouden met stakeholders en experts en is niet openbaar. Na afloop van de expert sessie kan de gedeelde informatie schriftelijk worden gedeeld met Provincie Zeeland / Provinciale Staten.

Ben je hiermee geholpen?
Groet, [redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: dinsdag 31 oktober 2023 09:36
Aan: [redacted] <ester.groenendaal@rws.nl>
Onderwerp: RE: Staalslakken

Hoi [redacted],

Heb je inmiddels antwoord ? het is intussen te laat voor het verslag, maar vandaag werken we aan een ‘veegbrief’ waarin we een aantal toezeggingen afdoen ..

Alvast bedankt !

[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@rws.nl>
Verzonden: maandag 16 oktober 2023 17:27
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: Staalslakken

Hey [redacted] – fijn dat je even checkt!
Vanuit RWS hebben we een antwoord gedicht, die ligt nu bij DGWB. Als ze morgen nog reageren kan het nog mee in verslag?
Wanneer is uiterlijke datum/tijd? Anders moet het later inderdaad.

Groet, [redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: maandag 16 oktober 2023 11:11
Aan: [redacted] <[redacted]@rws.nl>
Onderwerp: RE: Staalslakken

Hoi [redacted]

Nou, commissie Ruimte ging op zich wel goed. Vanuit de Statenleden kwam de vraag of de expertsessie openbaar was (er was belangstelling om deel te nemen !) of dat het mogelijk is dat het verslag gedeeld zou worden met de commissie.

Zou je dat na kunnen gaan ?

[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@rws.nl>
Verzonden: vrijdag 13 oktober 2023 10:19
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: Staalslakken

Bedankt [redacted],

Interview gaat dus over hoogovenslakken en niet over staalslakken?

Groet, [redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: vrijdag 13 oktober 2023 08:39
Aan: [redacted] <[redacted]@rws.nl>
Onderwerp: RE: Staalslakken

Hoi [redacted] ,

Bijgaand de beantwoording van art. 44 vragen. dit keer beantwoord vanuit onze afdeling ‘wegen’.

Vanmiddag is er een interview gepland tussen Omroep Zeeland en Dick van der Velde. Insteek van OZ is dat ‘statenleden zich zorgen maken over de kwaliteit van hoogovenslakken’. Vragen zullen gaan over de toepassing, kwaliteit en uitloging van de hoogovenslakken.

[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@rws.nl>
Verzonden: dinsdag 10 oktober 2023 14:41
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: Staalslakken

Hey [redacted],

Eerlijk gezegd geen idee, moeten we toch echt bij de experts zijn – ik zal eens navragen of iemand dit weet.

Ik las wel net bijgaand rapport met samenvatting. Daar staat het volgende in – het lijkt alsof het toch twee verschillende dingen zijn?

Slakken en bodemassen zijn restproducten van afvalverwerking (verbrandingsovens) en industrie die kunnen worden hergebruikt in de weg- en waterbouw. Er zijn diverse soorten slakken zoals staalslakken, fosforslakken, hoogovenslakken en koperslakken. Staalslakken zijn bijproducten van de productie van staal. LD-slak (Figuur 1 links, soms ook hoogovenstaalslak genoemd) komt vrij bij de productie van staal uit ruwijzer en schroot volgens het Linz-Donawitz (LD) procedé. De ELO-slak (Figuur 1 rechts) komt vrij bij de verwerking van ongelegeerd en lichtgelegeerd schroot volgens het elektro-oven (ELO) proces.



Figuur 1: LD-staalslakken (links) geproduceerd volgens het [redacted] procedé en ELO-staalslakken (rechts) geproduceerd volgens elektro-ovenproces (bron ROXX international).

In Nederland komt jaarlijks circa 500 000 ton staalslak vrij. Daarvan wordt 200 000 à 300 000 ton in de vorm van LD-mengsel toegepast. LD-mengsel bestaat voor 90% uit LD-staalslak, aangevuld met 10% gegranuleerde hoogovenslak. Circa 100 000 ton wordt als oever- of bodembekleding in de waterbouw toegepast (www.bodemrichtlijn.nl). Het gebruik van LD-staalslakken wordt gezien als duurzamer alternatief dan bijvoorbeeld breuksteen omdat er geen (extra) primaire materialen hoeven te worden gewonnen en dus het landschap wordt gespaard, het gebruiksklaar maken van de slakken minder energie kost dan het winnen van de primaire grondstof en de transportafstanden korter zijn. Daarnaast bedragen de kosten van staalslakken slechts 40% van de kosten van breuksteen (Tangelder et al., 2015b).

Het aanbrengen van dijkbekledingen met staalslakken, breuksteen of grind heeft gevolgen voor de aanwezige organismen. De lokale flora en fauna zal (tijdelijk) verdwijnen doordat het wordt afgedekt. Nieuwe organismen zullen zich opnieuw moeten vestigen op en tussen het harde substraat van de bestortingen. De structuur (vorm, grootte, ruwheid oppervlak) van de nieuwe dijkbekleding zijn van groot belang voor de rekolonisatie en herstel van de bodemdiergemeenschap. Er is regelmatig weerstand tegen het gebruikt van staalslakken bij dijkversterkingen. Staalslakken bevatten (zware) metalen en zouten die door uitloging kunnen vrijkomen in het water. De uitloging van stoffen uit staalslakken is afhankelijk van het productieproces, de samenstelling en de omgeving waarin het wordt toegepast.

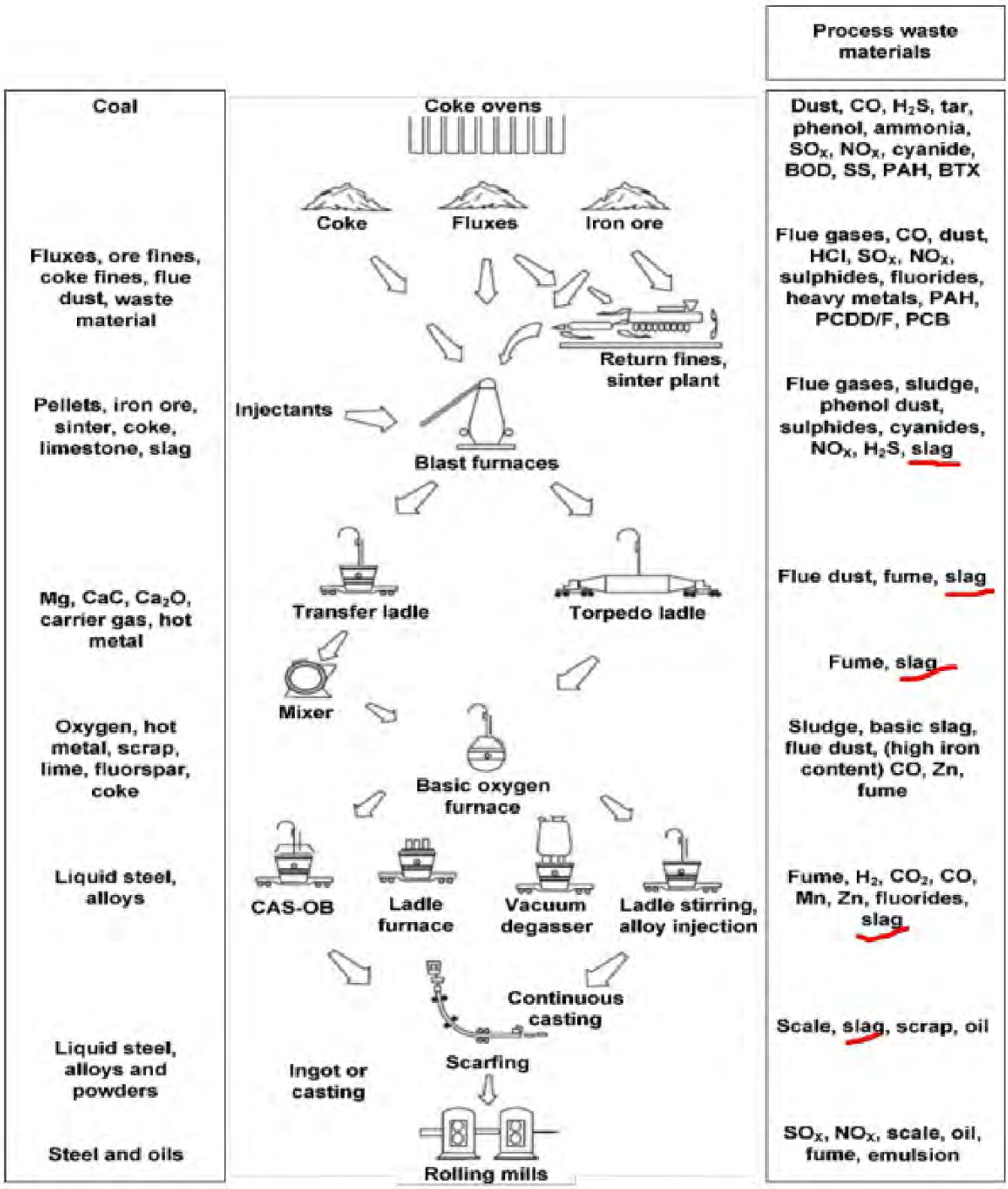
Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: dinsdag 10 oktober 2023 14:30
Aan: [redacted] <[redacted]@rws.nl>
Onderwerp: RE: Staalslakken

Hoi [redacted],

Naar aanleiding van ons telefonisch onderhoud, hierbij de vraag:

Als we het in nederland hebben over Staalslakken, gaat het (meestal) over LD staalslakken. In het verleden (jaren 70) zijn onder provinciale wegen ‘hoogovenslakken’ toegepast. Vraag is of dat iets anders is dan de LD staalslak die nu o.a. in de waterbouwkundige werken worden toegepast.

In het RIVM rapport is het productieproces van Tata uitgewerkt, daar komt inderdaad in verschillende stappen ‘slag’ vrij:



pdf (overheid.nl)

Maar op de site van Tata staat dan weer:

Gecertificeerd bouwmateriaal
In IJmuiden worden de verschillende typen staalslak gescheiden verwerkt en voor elke slak zoeken we naar de hoogst toegevoegde waarde voor hergebruik. LD-staalslak wordt in Nederland in de grond-, weg- en waterbouw (GWW-sector) toegepast. Voorbeelden hiervan zijn de wegfundering, geluidswallen, oprit/afrit kunstwerken viaduct, etc. Daarnaast wordt LD-staalslak toegepast in asfalt.

Kunnen jullie hier wat meer duidelijkheid over geven ?

Alvast bedankt !

Met vriendelijke groet,

| Senior beleidsadviseur Milieu

T. +31 118 | M. +31 6 | @zeeland.nl

Provincie Zeeland

Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

---

Van: <@rws.nl>
Verzonden: donderdag 14 september 2023 11:36
Aan: <@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: Staalslakken

Dank voor het delen

Van: <@zeeland.nl>
Verzonden: vrijdag 8 september 2023 08:22
Aan: <@rws.nl>
Onderwerp: RE: Staalslakken

,

Hierbij de concept brief. Deze zit in GS van volgende week, mogelijk vinden er nog aanpassingen plaats.

Van: <@zeeland.nl>
Verzonden: donderdag 7 september 2023 16:25
Aan: @rws.nl
Onderwerp: Staalslakken

,
Die vervolg vragen staan idd onder de maand juli:

https://www.zeeland.nl/sites/default/files/digitaalarchief/ZEE2300171.pdf

Beantwoording staat op 5 september.

Brief aan stas zoek ik zo op (lukt niet mobiel)

Verzonden vanuit Outlook voor iOS

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

R Art. 5.2 lid 1

De informatie uit documenten betreft persoonlijke beleidsopvattingen. Onder persoonlijke beleidsopvattingen worden verstaan ambtelijke adviezen, visies, standpunten en overwegingen ten behoeve van intern beraad, niet zijnde feiten, prognoses, beleidsalternatieven, de gevolgen van een bepaald beleidsalternatief of andere onderdelen met een overwegend objectief karakter

Van: "[redacted]"
Verzonden: donderdag 30 november 2023 17:54
Aan: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: terugkoppeling commissie Ruimte

[redacted],

Met RWS afgesproken dat Dick dit kan meedelen:

De expertsessie is gepland op 9 januari. RWS heeft hiervoor deskundigen van verschillende organisaties uitgenodigd. Provincie heeft ook een uitnodiging ontvangen voor ambtelijke deelname. Na de sessie geeft RWS een terugkoppeling over de resultaten.

Als er nog een vraag komt of PS kan meekijken:
Het is een inhoudelijke bijeenkomst met experts, het is geen platform voor bestuurlijk-politieke discussie. Daarom worden er geen bestuurders of volksvertegenwoordigers uitgenodigd voor deze sessie.

Voldoende zo ?

[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: woensdag 29 november 2023 14:58
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: terugkoppeling commissie Ruimte

[redacted],

n.a.v. de vorige commissie Ruimte is mbt staalslakken deze toezegging gedaan:

- N.a.v. de door RWS aangekondigde expertsessie rond de toepassing van staalslakken onder water: we zullen navragen of u mee kunt kijken en of er ook een uitnodiging richting PS kan komen en op welke wijze wij de uitkomsten met u kunnen delen.

Is er al iets te melden over de expertsessie, zoals datum en wanneer terugkoppeling te verwachten is?
Als dat zo is, kan Dick dat wellicht meedelen a.s. vrijdag.

[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: dinsdag 31 oktober 2023 16:55
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: terugkoppeling commissie Ruimte

Lijkt me prima

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: dinsdag 31 oktober 2023 15:11
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: terugkoppeling commissie Ruimte

Dan stel ik voor de we de volgende voortgang melden.
Eens?

Voortgang:
Uit navraag van Rijkswaterstaat bleek dat de expertsessie niet openbaar toegankelijk is. Zodra wij de uitkomsten ons bekend zijn, zullen wij deze met uw Staten delen.

Van: [redacted]
Verzonden: maandag 23 oktober 2023 10:56
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: terugkoppeling commissie Ruimte

[redacted],

Inmiddels is duidelijk dat we de andere twee ook niet tijdig rond krijgen.
Dus ook dat worden toezeggingen, wat mij betreft maak je er twee aparte van (dus twee nummers).
Wel suggestie om de gele arcering aan te houden, en niet de suggestie te wekken dat er een verslag komt. Wij spreken over de uitkomsten.

Zou dit op deze manier verwerkt kunnen worden?
We gaan een poging doen om dit dan met de veegbrief af te doen.

[redacted]

- N.a.v. berichtgeving in de pers dat er in 2021 een stuk snelweg in Flevoland is gesaneerd vanwege vervuiling met hoogovenslakken: ik zal navragen hoe dit in Flevoland is afgelopen, wat de kosten zijn geweest en welke lessen eruit zijn getrokken.
- N.a.v. de door RWS aangekondigde expertsessie rond de toepassing van staalslakken onder water: we zullen navragen of u mee kunt kijken en of er ook een uitnodiging richting PS kan komen en op welke wijze we de uitkomsten met u kunnen delen. ~~Zodra er een verslag van de sessie is zullen wij dit met u delen. /~~

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: vrijdag 20 oktober 2023 11:23
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: terugkoppeling commissie Ruimte

Hoi [redacted],

[redacted]

Met vriendelijke groet,

[redacted] | Commissiegriffier
M. 06-[redacted] | E. [redacted]@zeeland.nl
Werkdagen ma - di - do - vrij

Provincie Zeeland

Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

---

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: donderdag 19 oktober 2023 17:45
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: terugkoppeling commissie Ruimte

[redacted],

[redacted]

[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: donderdag 19 oktober 2023 13:41
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>

Onderwerp: RE: terugkoppeling commissie Ruimte

[redacted],

[redacted]

[redacted]

Met vriendelijke groet,

[redacted] | Commissiegriffier
M. 06-[redacted] | E. [redacted]@zeeland.nl
Werkdagen ma - di - do - vrij

Provincie Zeeland

Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

---

Van: [redacted]
Verzonden: donderdag 19 oktober 2023 13:40
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: terugkoppeling commissie Ruimte

Hoi [redacted],

Ik heb e.e.a. even teruggeluisterd. Ik wil bij agendapunt 9 (Staalslakken) nu 3 toezeggingen noteren voor v/d Velde:

Toezeggingen van gedeputeerde Van der Velde:

- N.a.v. berichtgeving in de pers dat er in 2021 een stuk snelweg in Flevoland is gesaneerd vanwege vervuiling met hoogovenslakken: ik zal navragen hoe dit in Flevoland is afgelopen, wat de kosten zijn geweest en welke lessen eruit zijn getrokken.
- N.a.v. de door RWS aangekondigde expertsessie rond de toepassing van staalslakken onder water: we zullen navragen of u mee kunt kijken en of er ook een uitnodiging richting PS kan komen. Zodra er een verslag van de sessie is zullen wij dit met u delen.
- [redacted]

[redacted]

[redacted]

Met vriendelijke groet,

[redacted] | Commissiegriffier
M. 06-[redacted] | E. [redacted]@zeeland.nl
Werkdagen ma - di - do - vrij

Provincie Zeeland

Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

---

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: dinsdag 17 oktober 2023 15:35
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: terugkoppeling commissie Ruimte

[redacted],

Over onderstaande hebben wij vrijdag nog even contact gehad.
Het is niet gelukt om dit tijdig op te pakken richting GS van vanmorgen, zodat terugkoppeling via het verslag niet meer kan.
Daarom bij deze het verzoek deze toezegging op de lijst te zetten.

Kan je z.s.m. voor een nummer zorgen, dan nemen wij het mee met de veegbrief die we in november willen uitdoen.

Betekent dat we uiterlijk eind oktober dat nummer nodig hebben, want dan agenderen we de GS nota :)

[redacted]

Van: [redacted]
Verzonden: vrijdag 13 oktober 2023 16:18
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: terugkoppeling commissie Ruimte

Collega's,

N.a.v. behandeling Staalslakken in commissie Ruimte vanmorgen drie punten waarvan we even iets moeten aanleveren via het verslag:

- navraag bij RWS of expertsessie openbaar is. En of we verslag kunnen delen.
  Actie [redacted], navregen bij RWS
- Situatie Flevoland vragen we na.
  Actie [redacted] / [redacted] hopelijk is er een link met informatie ergens te vinden waar we naar kunnen linken?
- Navragen onderzoek bestaande wegen.
  Acties [redacted]

[redacted]

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

R Art. 5.2 lid 1

De informatie uit documenten betreft persoonlijke beleidsopvattingen. Onder persoonlijke beleidsopvattingen worden verstaan ambtelijke adviezen, visies, standpunten en overwegingen ten behoeve van intern beraad, niet zijnde feiten, prognoses, beleidsalternatieven, de gevolgen van een bepaald beleidsalternatief of andere onderdelen met een overwegend objectief karakter

T

Valt buiten de reikwijdte van het verzoek

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

Van: "[redacted]"
Verzonden: maandag 4 december 2023 10:22
Aan: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: Uitnodiging expertsessie staalslakken voor stakeholders Oosterschelde en Westerschelde

Ik begreep van RWS dat alleen [redacted] een uitnodiging heeft ontvangen. Als ik het programma zie, dan vind ik het meer een sessie om in gesprek te gaan met de stakeholders vanuit een standpunt van RWS. Met als doel overtuigen dat toepassing van staalslakken een goed idee is. Maar dan vul ik e.e.a. in J

[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: maandag 4 december 2023 09:18
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: Uitnodiging expertsessie staalslakken voor stakeholders Oosterschelde en Westerschelde

Had ik niet ontvangen dus hartelijk dank, [redacted] !
Ben zeker geïnteresseerd maar heb dan andere verplichting waarvan ik niet zeker weet of ik die kan verplaatsen.

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: maandag 4 december 2023 08:37
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: FW: Uitnodiging expertsessie staalslakken voor stakeholders Oosterschelde en Westerschelde

Hebben jullie deze ook ontvangen ?

Met vriendelijke groet,

[redacted] | Specialist Wet natuurbescherming / vergunningverlener
T. +3 1 118 [redacted] / M. 06 [redacted] E. [redacted]@zeeland.nl

Provincie Zeeland
Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

---

Van: [redacted] (RWS ZD) <[redacted]@rws.nl>
Verzonden: donderdag 30 november 2023 10:55
Aan: [redacted] (RWS ZD) <[redacted]@rws.nl>
CC: [redacted], [redacted] (RWS ZD) <[redacted]@rws.nl>
Onderwerp: Uitnodiging expertsessie staalslakken voor stakeholders Oosterschelde en Westerschelde

Geachte heer, mevrouw,

Bijgevoegd ontvangt u een uitnodiging voor de "expertsessie staalslakken voor stakeholders Oosterschelde en Westerschelde".
De expertsessie wordt gehouden op 9 januari 2024 in het Topshuis, het keringshuis van de Oosterscheldekering.
De bijeenkomst start om 9.45 uur en duurt tot 16.00 uur.

Wilt u zo vriendelijk zijn om uiterlijk 20 december per mail (secretariaat.pow@rws.nl) aan te geven welke personen namens uw organisatie aanwezig zullen zijn en of u speciale dieetwensen hebt voor de lunch.

Voor vragen kunt u zich richten tot [redacted] [redacted]@rws.nl) en ondergetekende.

Met vriendelijke groet,

[redacted]
Omgevingsadviseur
.....
Rijkswaterstaat Zee en Delta
Poelendaelesingel 18 | 4335 JA Middelburg
Postbus 2232 | 3500 GE Utrecht
.....
M 06 - [redacted]
[redacted]@rws.nl

www.rijkswaterstaat.nl

Water. Wegen. Werken. Rijkswaterstaat.



Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

R Art. 5.2 lid 1

De informatie uit documenten betreft persoonlijke beleidsopvattingen. Onder persoonlijke beleidsopvattingen worden verstaan ambtelijke adviezen, visies, standpunten en overwegingen ten behoeve van intern beraad, niet zijnde feiten, prognoses, beleidsalternatieven, de gevolgen van een bepaald beleidsalternatief of andere onderdelen met een overwegend objectief karakter

Van: "[redacted]"
Verzonden: woensdag 20 december 2023 15:09
Aan: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: Re: industrieel afval op strand

Hoi collega's ,

Misschien kan [redacted] hier iets over zeggen ?
Hij heeft zelf eerder ook dergelijke 'strandvondsten' gedaan.

[redacted]

Verzonden vanuit Outlook voor iOS

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: Wednesday, December 20, 2023 12:04:21 PM
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: industrieel afval op strand

Beste [redacted]

Ik kan hier niet zomaar antwoord op geven. Ik denk dat dit vooral iets is voor Rijkswaterstaat. Dat zij actie moeten ondernemen. Dit materiaal is toegepast bij versterking van dijken volgens mij.

Ik weet wel dat bij ons intern [redacted] met de staalslakproblematiek bezig is, maar deze is er op 8 januari pas weer. Ik zet hem in de cc.

Met vriendelijke groet,

[redacted] | Beleidsadviseur Milieu
M. +31 6 [redacted] E. [redacted]@zeeland.nl

Werkdagen ma t/m do.

Provincie Zeeland

Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

---

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: woensdag 20 december 2023 11:31
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
CC: Communicatie Provincie Zeeland <communicatie@zeeland.nl>
Onderwerp: industrieel afval op strand

Hoi [redacted],

Via X werden we getagd in onderstaand bericht. Weet jij wat we hier mee kunnen of moeten? Ik heb Rijkswaterstaat geattendeerd op de vraag van [redacted], en zij gaan het binnen hun organisatie ook navragen.

[redacted]

Uit deze 2,5 literbak met schelpengruis van het #Banjaardstrand kwam een behoorlijke hoeveelheid voornamelijk industrieel afval: staalslak, verbrande kolen etc. Niet eerder gezien. Dit gruismonster is van eerder dit jaar. Iets om te onderzoeken? @provzeeland? @ARKNatuur



7:18 p.m. · 19 dec. 2023 · **1.797** Weergaven

Hartelijke groeten,

[redacted] | coördinator social media, team communicatie
T. +31 6 [redacted] E. [redacted]@zeeland.nl

Provincie Zeeland

Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 (0)118 63 10 11
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | twitter | facebook | instagram | linkedin | youtube

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde 2013

[redacted], [redacted], [redacted] en [redacted]

Rapport nummer C102.14



IMARES Wageningen UR

(IMARES - Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies)

Opdrachtgever: RWS Zee en Delta / RWS WVL
T.a.v [redacted]
Poelendaelesingel 18
4335 JA Middelburg

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van Rijkswaterstaat

Publicatiedatum: 9 juli 2014

IMARES is:

- een onafhankelijk, objectief en gezaghebbend instituut dat kennis levert die noodzakelijk is voor integrale duurzame bescherming, exploitatie en ruimtelijk gebruik van de zee en kustzones;
- een instituut dat de benodigde kennis levert voor een geïntegreerde duurzame bescherming, exploitatie en ruimtelijk gebruik van zee en kustzones;
- een belangrijke, proactieve speler in nationale en internationale mariene onderzoeksnetwerken (zoals ICES en EFARO).

P.O. Box 68	P.O. Box 77	P.O. Box 57	P.O. Box 167
1970 AB IJmuiden	4400 AB Yerseke	1780 AB Den Helder	1790 AD Den Burg Texel
Phone:+31 (0)317 480900	Phone: +31 (0)317 48 09 00	Phone: +31 (0)317 48 09 00	Phone: +31 (0)317 48 09 00
Fax: +31 (0)317 48 73 26	Fax: +31 (0)317 48 73 59	Fax: +31 (0)223 63 06 87	Fax: +31 (0)317 48 73 62
E-Mail: imares@wur.nl	E-Mail: imares@wur.nl	E-Mail: imares@wur.nl	E-Mail: imares@wur.nl
www.imares.wur.nl	www.imares.wur.nl	www.imares.wur.nl	www.imares.wur.nl

© 2013 IMARES Wageningen UR

IMARES, onderdeel van Stichting DLO.
KvK nr. 09098104,
IMARES BTW nr. NL 8113.83.696.B16.
Code BIC/SWIFT address: RABONL2U
IBAN code: NL 73 RABO 0373599285

De Directie van IMARES is niet aansprakelijk voor gevolgschade, noch voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van IMARES; opdrachtgever vrijwaart IMARES van aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van de opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag weergegeven en/of gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier gebruikt worden zonder schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

A_4_3_1-V13.1

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave 3

Samenvatting 5

1. Inleiding 8
   - 1.1 Vooroever bestortingen 8
   - 1.2 Gevolgen voor het onderwaterleven 10
     - 1.2.1 Doel van dit onderzoek 10
   - 1.3 Leeswijzer 11

2. Methoden 12
   - 2.1 Onderzoekslocatie 12
   - 2.2 Inventarisatie van flora en fauna op hard substraat 14
   - 2.3 Inventarisatie van fauna in zacht substraat (sediment) 16
   - 2.4 Determinatie van zware metalen in biota 17

3. Resultaten 19
   - 3.1 Inventarisatie van flora en fauna op hard substraat 19
     - 3.1.1 Eulittoraal (getijdenzone) 19
     - 3.1.2 Sublittoraal 27
     - 3.1.3 Infralittoraal 27
     - 3.1.4 Circalittoraal 28
   - 3.2 Inventarisatie van fauna in zacht substraat (sediment) (Infauna) 29
     - 3.2.1 Infauna gemeenschappen 29
     - 3.2.2 Sediment karakteristieken 31
   - 3.3 Inventarisatie van zware metalen in schelpdieren 34
     - 3.3.1 Gehalten in schelpdieren 34
     - 3.3.2 Droge stof 37
     - 3.3.3 Vergelijking met consumptienormen 38

4. Conclusies en discussie 43
   - 4.1 Hardsubstraat gemeenschappen 43
     - 4.1.1 Eulittoraal (getijdezone) 43
     - 4.1.2 Sublittoraal (beneden de laagwaterlijn) 43
   - 4.2 Infauna 44
   - 4.2 Zware metalen 45
   - 4.3 Aanbevelingen 46

5. Kwaliteitsborging 48

Referenties 49

Verantwoording 50

Bijlage 1. Hard substraat: soortensamenstelling eulittorale gemeenschappen 51

Bijlage 2. Hard substraat: soortensamenstelling infralittorale gemeenschappen 52

Bijlage 3. Hard substraat: soortensamenstelling circalittorale gemeenschappen 54

Bijlage 4. Infauna: soortensamenstelling infauna gemeenschappen 56

Bijlage 5. Gemiddelde metaal gehalten in schelpdieren in 2013 59

Bijlage 6. Dataserie in metaalconcentratie. 60

Bijlage 7. Ruwe data zware metalen T0 Zierikzee 61

Samenvatting

Dit rapport beschrijft de uitkomsten van de eco(toxico)logische monitoring van de vooroeververdediging in de Oosterschelde. Aanleiding hiervoor is dat Rijkswaterstaat sinds 2009 op locaties met voortschrijdende erosie in de Ooster- en Westerschelde bestortingen met staalslakken en breuksteen uitvoert op de vooroever van de dijken om de veiligheid tegen overstromingen te kunnen blijven garanderen. Rijkswaterstaat wil graag de gevolgen van deze bestortingen op het onderwaterleven in kaart brengen en heeft IMARES opdracht gegeven om dit uit te zoeken.

Doel
Het doel van deze monitoring is het bepalen van de samenstelling en biodiversiteit van de aanwezige levensgemeenschappen op harde en zachte substraten, en de bepaling van de gehalten aan zware metalen in mosselen en oesters op de nieuwe vooroever en referentie locaties. Dit is in 2013 gedaan voor de locatie Zeelandbrug (oost/midden/west), waar voor het vierde opeenvolgende jaar (T4-monitoring) is gemonitord na de bestorting in 2009. Daarnaast is de nul situatie (T0) in kaart gebracht voor de locatie Zierikzee die in 2014 bestort zal worden. Ook zijn er verschillende referentie locaties in de Oosterschelde meegenomen.
Dit rapport is gebaseerd op drie onderliggende deel-rapportages, die meer details bevatten met betrekking tot inventarisatie hard substraat, inventarisatie zacht substraat en zware metalen in biota. Het rapport is een vervolg op de monitoring die sinds 2009 wordt uitgevoerd in de Ooster- en Westerschelde. De monitoring is uitgevoerd in samenwerking met Stichting Zeeschelp en TNO.

Flora en fauna op hard substraat
De levensgemeenschappen op hardsubstraat zijn op drie verschillende delen van de oever geïnventariseerd: dijktalud en kreukelberm in de getijdezone (eulittoraal), de ondiepe, door wieren gedomineerde zone tussen 0-4 meter (infra-littoraal) en de diepere, door fauna gedomineerde zone beneden 4.1 - 10 meter (circa-littoraal). Van belang is dat de hard substraat gemeenschappen in de Oosterschelde zowel in de getijden zone als onder water een west-oost verdeling vertonen. Er zijn dus karakteristieke gemeenschappen voor het westelijk, het midden gebied en het oostelijk deel van de Oosterschelde. De T4-monitoring in 2013 van locatie Zeelandbrug is vergeleken met de voorgaande monitoring in 2009, 2010, 2011 en 2012 en referentie locaties. Waar mogelijk zijn zowel staalslakken als breuksteen bemonsterd. Betreffende de T0-monitoring van locatie Zierikzee is alleen de huidige situatie in 2013 beschreven.

<u>Eulittoraal (getijdenzone)</u>
Op locatie Zeelandbrug bestaat de eulittorale zone uit een talud van basalt en een breukstenen kreukelberm. De kreukelberm is in 2010 voorzien van een nieuwe breukstenen afdekking.
De hard substraat gemeenschappen op het talud bij de Zeelandbrug zijn niet direct door de versterking van de vooroever beïnvloed. Door jaarlijkse verschillen in bedekkingen van fauna-groepen en bruin- en groenwieren verschilde de afgelopen jaren niet van de referentie locaties. In 2013 bleek dit ook het geval. Op de kreukelberm bij de Zeelandbrug is in 2013 een zonering van blaaswier en gezaagde zee-eik aangetroffen. De bedekking van de gezaagde zee-eik is verder toegenomen ten opzichte van 2012 en 2011. Dit geeft aan dat de gemeenschap nog steeds in ontwikkeling is. Deze gemeenschap van wieren die in 2013 zijn aangetroffen is anders dan de gemeenschap van oesters in zeepokken die in 2009 voor de versterking van de vooroever zijn aangetroffen.
Op de ongestoorde locatie Zierikzee zijn de hard substraat gemeenschappen in 2013 passend binnen de geografische verdeling van gemeenschappen van klein darmwier, gemengde Fucus en blaaswier.

<u>Infralittoraal (ondiepe zone beneden laag waterlijn)</u>
De zonering van hard substraat gemeenschappen in infralittoraal Oosterschelde vertoont een duidelijke geografische spreiding. In het gebied waar locatie Zeelandbrug en Zierikzee aanwezig zijn komt een gemeenschap voor van roodwier en gaffelwier. In 2013 verschillen de hard substraat gemeenschappen bij de Zeelandbrug van de T0-situatie in 2009. Op het nieuwe substraat is in 2013 een begroeiing ontstaan van zeepokken (op het breuksteen) en roodwieren met andere soorten dan in 2009, die

vergelijkbaar is met de gemeenschappen in 2011, 2012 en 2013. Er hebben zich in 2013 nog geen Japanse oesters gevestigd.
Op de locatie Zierikzee is in 2013 (T0) in het infralittoraal de gemeenschap gevonden die ook op de referentie locaties in het tussenliggende gebied voorkomt, bestaande uit Japanse Oester en roodwieren.

Circalittoraal (diepe zone)
In het circalittoraal bestaan er duidelijk herkenbare gemeenschappen in de monding, het Zijpe en het tussenliggende gebied. Het tussenliggende gebied met locaties Zeelandbrug en Zierikzee heeft in 2013 een gemeenschap gedomineerd door de Japanse oester, kokerbouwende organismen, kolonievormende zakpijpen en hydroïdpoliepen. In 2013 is bij de Zeelandbrug een pionier gemeenschap aanwezig (zowel op de staalslakken als het breuksteen) die die nog steeds afwijkt van de oorspronkelijke gemeenschap in de T-0 situatie in 2009. Deze bestaat uit kokerbouwende organismen, kolonievormende zakpijpen en een mosdier. Ten opzichte van 2011 en 2012 zijn verschuivingen opgetreden in dominantie van soorten. Ook zijn in 2013 voor het eerst de meerjarige soorten Japanse oester en mossel aangetroffen.
Analyses op gemeenschapsniveau in 2009-2013 bij de Zeelandbrug tonen aan dat voor de ontwikkelingen van de gemeenschappen op de nieuwe substraten de factor tijd belangrijker is dan de ontwikkeling op breuksteen of staalslakken. Doordat de pioniersgemeenschap uit 2011 in 2012 is blijven bestaan in 2013, op zowel breuksteen als staalslakken, kan nog geen uitspraak worden gedaan over eventuele positieve of negatieve effecten van het gebruik van staalslakken op de lange termijn.
De ongestoorde locatie Zierikzee is in 2013 (T0) gedomineerd door de Japanse oester, kokerbouwende organismen, kolonievormende zakpijpen, en hydroïdpoliepen. Deze gemeenschap is ook gevonden op de referentie locaties in het tussenliggende gebied.

Fauna in het sediment (infauna)
Infauna zijn dieren die leven in de zachte bodem. De monitoring richt zich op de dieren die leven in het sediment dat is neergeslagen op de nieuwe vooroever. Uit deze studie komt naar voren dat er veel variatie is in het voorkomen van infaunasoorten tussen locaties en tijdstippen. Hierdoor is het lastig om een eenduidige conclusie te trekken.
De resultaten van deze studie wijzen echter op herstel van infauna diversiteit en dichtheden richting de situatie voor bestorten twee jaar na de ingreep. Infaunasoorten lijken te profiteren van nieuw gevormd habitat in de kuilen van de bestorting waar sediment is neergeslagen. Mogelijk zorgt een heterogeen patroon van zacht en hard habitat ook voor meer diversiteit in soorten ten opzichte van de T0-situatie, omdat zowel in- als epifauna soorten lijken te profiteren van het nieuwe habitat. De trend is echter nog te kort om significante verschillen aan te tonen.
Ook op gemeenschapsniveau (samenstelling van verschillende soorten) lijkt twee jaar na de bestorting vanuit grotere diepten herstel op te treden. Op het talud in de ondiepe zone ontwikkelt zich een soortenarme gemeenschap, met name in sedimenten met een verhoogd slib en organisch gehalte. Tussen het breuksteen, vaak in slibrijke sedimenten, kunnen ook soortenarme gemeenschappen voorkomen. De ontwikkeling van de gemeenschappen lijkt op de gemeenschappen zoals die tijdens de T0-situatie aanwezig was. Vier jaar na de bestorting is dit patroon nog duidelijker.

Zware metalen in oesters en mosselen
Voor de meeste metalen is geen significant verschil aangetoond in verandering van metaalconcentratie in zowel mossel als oester. Dit heeft voornamelijk te maken met de grote variatie tussen jaren, metingen onder de detectielimiet, variatie tussen replica's en een beperkt aantal meetjaren. Daarnaast kunnen er mogelijk statistisch significante trends worden weergegeven op deze korte termijn (4-5 jaar), terwijl deze in een langere datareeks (>10 jaar) mogelijk in de natuurlijke variatie wegvallen. Dit maakt de interpretatie van gehalten aan zware metalen in biota in het veld lastig.
De variatie in metaalconcentratie tussen jaren is over het algemeen groter dan in replica's binnen jaren. Deze waarneming ondersteunt de validiteit van de metingen. Daarnaast is de variatie in metaalconcentratie in mosselen voor de meeste metalen groter dan in oesters. Dit heeft waarschijnlijk te maken met fysiologische verschillen tussen de twee schelpdier soorten.

In zowel oesters als mosselen is er een toenemende trend in molybdeen gehalten waargenomen, gevolgd door een afname. De afname van molybdeen geldt voor zowel oesters als mosselen maar lijkt voor de

individuele soorten op een ander tijdstip te zijn ingezet. In mosselen heeft de toename geduurd tot 2012 en nam de concentratie af in 2013, terwijl in oesters de concentratie al af nam vanaf 2010. Mogelijk heeft dit verschil te maken met verschillen in de biologie van de twee soorten, bv. de verwerkingssnelheid van dit metaal. In oester zijn ook de concentraties van ijzer en vanadium na een toename tot en met 2012 in 2013 lager. Dit is echter geen significante trend.

Beschikbare normen in biota (KRW en consumptienormen) worden niet overschreden in mosselen en oesters bij Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug. Gehalten aan cadmium, chroom, ijzer, mangaan, kwik en lood in mosselen uit deze monitoring zijn vergelijkbaar met gerapporteerde gehalten aan deze zware metalen in mosselen uit de Oosterschelde zoals in voorgaande jaren gerapporteerd.

Aanbevelingen

Het onderzoek van 2013 betrof een T4-meting die de opeenvolgende resultaten geeft in aanvulling op de T1, T2 en T3 metingen.

- Wij bevelen aan de jaarlijkse monitoring op verschillende stortlocaties te vervolgen zodat de effecten in de tijd van storten ten opzichte van natuurlijke variatie in ruimte en tijd beter begrepen kan worden. De reden ligt in het feit dat zowel de zacht- als hard substraat gemeenschappen bij de Zeelandbrug zijn vier jaar na bestorten nog steeds in ontwikkeling. Natuurlijke dynamiek in diversiteit en dichtheden van soorten speelt een grote rol op zowel referentie locaties als gestorte locaties. Ook kent de Oosterschelde verschillende epifauna gemeenschappen waar onderscheid gemaakt kan worden tussen gemeenschappen die typerend zijn voor de monding, middendeel en de Kom. Ook infauna gemeenschappen kunnen per locatie verschillen. Resultaten van de Zeelandbrug zijn daardoor niet per definitie representatief voor ontwikkeling van gemeenschappen op andere stortlocaties in de Oosterschelde.
- Het onderzoek naar hard substraat gemeenschappen was gericht op sessiele bodemsoorten (vastzittend op de bodem). Het in kaart brengen van vagiele bodemsoorten (kruipend of lopend over de bodem) zoals b.v. kreeften, krabben, garnalen en bodemvissen zal een completer beeld geven van het herstel van bodem habitat omdat een ander deel van het ecosysteem (de soorten die ervan afhankelijk zijn) in kaart worden gebracht. Voor het vangen van verschillende typen vagiele soorten is het gebruik van verschillende tuigen van belang (verschil in maaswijdte van de fuiken).
- Een studie naar gevolgen (positief of negatief) van uitlogende stoffen op biota kan bestaan uit een langduriger studie waarbij in gesloten experimentele ecosystemen (mesocosms) de invloed van de staalslakken op de levensgemeenschap en de chemie kan worden vastgesteld, ten opzichte van een controle zonder staalslakken. In het veld is het lastig om eventuele effecten van uitloging van metalen uit staalslakken op biota vast te stellen Het kan jaren duren voordat effecten zich kunnen manifesteren (mede door de natuurlijke dynamiek). Met behulp van experimentele ecosystemen wordt natuurlijke variatie zeer klein gemaakt, en eventuele effecten worden zodoende zichtbaarder. Het voordeel van een mesocosm experiment boven een laboratorium ‘single species test’ is dat complexe interacties tussen soorten onderling in een mesocosm wel een rol spelen. Dit is bijvoorbeeld van belang voor bioaccumulatie onderzoek als sprake is van opname via de voedselketen of bij het zichtbaar maken van indirecte ecologische effecten van een verstoring. Bovendien zal een stof zich in een complexe mesocosmsituatie meer natuurgetrouw gedragen dan in een bekerglas in een laboratorium.

1. Inleiding

Zowel op de Westerschelde als de Oosterschelde zorgt de getijdestroming op een aantal locaties voor voortgaande erosie van de vooroever. Dit is het gedeelte van de waterkering dat onder water zit. Waar de erosie de stabiliteit van de vooroever en daarmee dus ook de stabiliteit van de dijk in gevaar brengt, moet dit worden tegengegaan door het verdedigen van deze vooroever. Rijkswaterstaat voert daarvoor bestortingen uit om de dijkstabiliteit en daarmee de bescherming tegen overstromingen te garanderen.

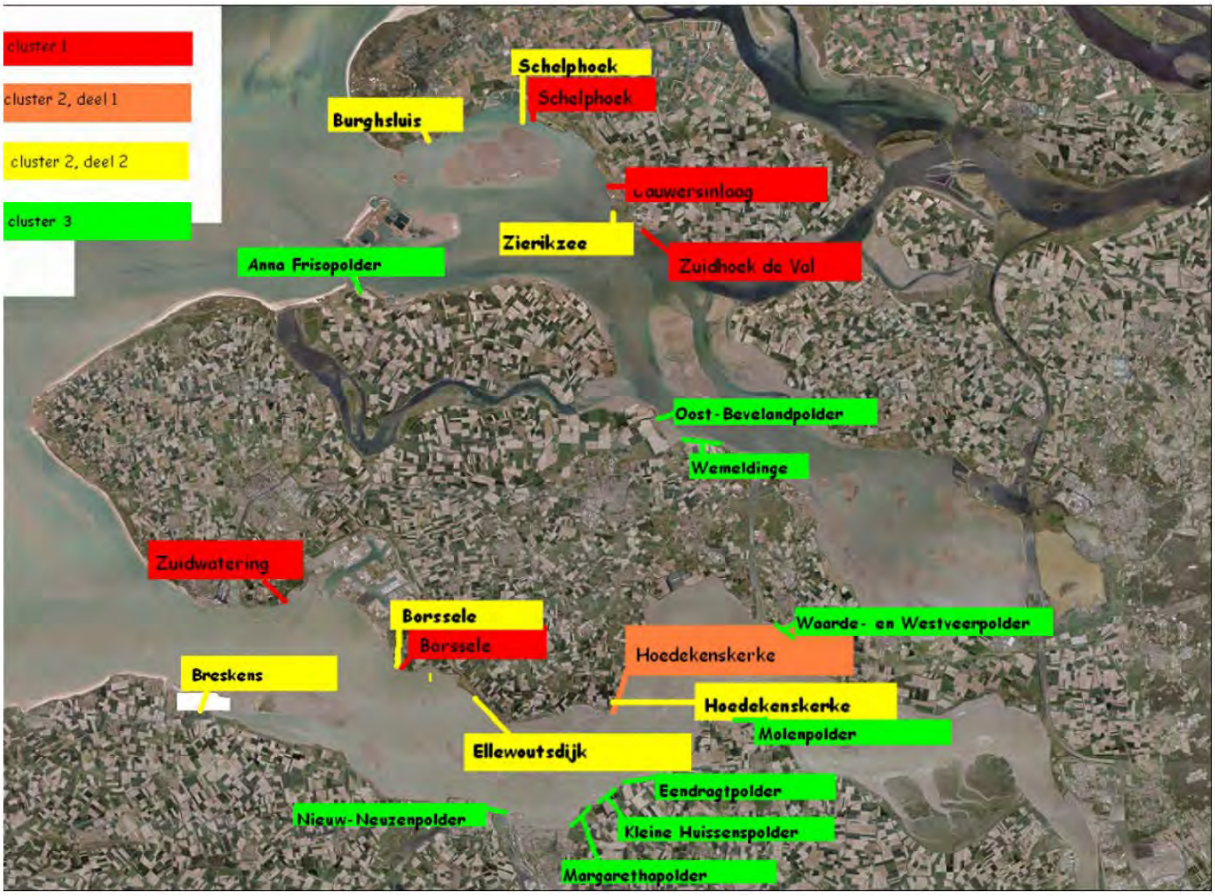
1.1 Vooroever bestortingen

Sinds 2009 maakt Rijkswaterstaat naast breuksteen gebruik van staalslakken. Zowel breuksteen als staalslakken (Figuur 1) hebben een hoog eigen gewicht waardoor ze in stroming en golfslag niet wegspoelen. Beide materialen zijn qua fysische eigenschappen goed geschikt voor vooroeververstersking en voldoen aan de kwaliteitseisen uit het Besluit Bodemkwaliteit (2007). Breuksteen is een natuursteen, die uit steengroeven wordt gewonnen. Breukstenen verschillen van samenstelling. De exacte samenstelling is afhankelijk van de steengroeve waar ze gewonnen zijn. Een staalslak is een steenachtig product, dat als restproduct overblijft bij de productie van staal. Ook de samenstelling van staalslakken verschilt afhankelijk van het productieproces.



Figuur 1. Links: breuksteen (bron: RWS Beeldbank), rechts: LD-staalslakken (bron: www.dehoop-bouwgrondstoffen.nl)

De realisering van de vooroeververdedigingen wordt in fasen uitgevoerd, in zogenaamde clusters. Cluster 1 heeft betrekking op de locaties Schelphoek, Cauwersinlaag/Lokkersnol-oost en Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug in de Oosterschelde, en in de Westerschelde op de locaties Zuidwatering en Borssele (Figuur 2). Dit werk is reeds gerealiseerd (Tabel 1). Cluster 2 heeft betrekking op de locaties Schelphoek (II), Burghsluis en Zierikzee in de Oosterschelde en de locaties Hoedekenskerke, Ellewoutsdijk, Borssele en Breskens in de Westerschelde en is deels gerealiseerd voor de locatie Hoedekenskerke.



Figuur 2. Geplande dijkversteviging in het Nederlands Deltagebied. De in dit rapport beschreven monitoring betreft de T4 monitoring van Cluster 1 bij de locatie Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug (meest rechtse van de rood gekleurde locaties) en de T0 monitoring van Cluster 2.2 bij locatie Zierikzee in de Oosterschelde.

Tabel 1. Overzicht van de perioden waarin oeververdedigingen hebben plaatsgevonden voor Cluster 1 en gaan plaatsvinden.

	Locaties	**Periode aanleg vooroeververdediging**
Oosterschelde	Schelphoek (Cluster 1)	16/12/2009 – 29/03/2010
	Schelphoek (Cluster 2.2)	2014
	Burghsluis (Cluster 2.2)	
	Cauwersinlaag/Lokkersnol-oost	01/12/2009 – 22/01/2010
	Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug	07/12/2009 – 23/02/2010
	Zierikzee	2014
Westerschelde	Zuidwatering/Ritthem	11/08/2009 – 01/12/2009
	Hoedekenskerke (Cluster 2.1 gedeeltelijk)	
	Hoedekenskerke (Cluster 2.2)	
	Breskens (Cluster 2.2)	
	Ellewoutsdijk (Cluster 2.2)	
	Borssele (Cluster 2.2)	

1.2 Gevolgen voor het onderwaterleven

Door de "bestortingen" zal de aanwezige lokale flora en fauna (tijdelijk) verdwijnen. Soorten die in de bodem leven zullen worden afgedekt en zich pas weer kunnen vestigen als zich een nieuwe sedimentlaag vormt op de breukstenen en staalslakken. Daarnaast komen er door het gebruik van staalslakken en breukstenen mogelijk zware metalen in het water wat effecten zou kunnen hebben op biota. Welke metalen uitlogen en in welke mate is afhankelijk van de chemische samenstelling en eigenschappen van de breukstenen en staalslakken en het omringende milieu.

Sinds 2009 wordt in de Ooster- en Westerschelde monitoring uitgevoerd om een beter beeld te krijgen van de eco(toxico)logische effecten van de bestorting met staalslakken.
In 2009 is daartoe, voorafgaand aan de werkzaamheden op de locaties, een zogenaamd T0-onderzoek (T-nul) uitgevoerd, waarin zowel de soortendiversiteit van flora en fauna als de gehalten aan zware metalen in een aantal organismen op de te verdedigen vooroevers zijn bepaald. In 2010, 2011 en 2012 hebben respectievelijk een T1-monitoring (één jaar na aanleg van de vooroeververdediging van Cluster 1), een T2-monitoring (twee jaar na aanleg) en een T3-monitoring (drie jaar na aanleg) plaatsgevonden.

1.2.1 Doel van dit onderzoek

Rijkswaterstaat heeft aan IMARES opdracht gegeven om in 2013 de T4 monitoring voor Cluster 1 locatie Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug in de Oosterschelde, en de T0 monitoring voor locatie Zierikzee (Cluster 2.2) uit te voeren. Het doel van deze monitoring is het bepalen van de samenstelling en biodiversiteit van de aanwezige levensgemeenschappen op harde en zachte substraten, en de bepaling van de gehalten aan zware metalen in mosselen en oesters. De monitoring is uitgevoerd in samenwerking met Stichting Zeeschelp en TNO.

De **kennisvragen** voor de T4 van Cluster 1 Zeelandbrug en T0 van Cluster 2-deel 2 Zierikzee betreffen:

1. a. Zijn op de Cluster 1 locaties drieënhalf tot vier jaar na het aanbrengen van de vooroeververdediging flora en fauna gevestigd op het nieuwe hard substraat en hoe zijn de aangetroffen soorten te vergelijken met de T0, T1, T2, T3 en referentielocaties?
   b. Is er verschil in gemeenschappen op breukstenen en staalslakken in het sublittoraal?
   c. Welke hard substraat gemeenschappen komen voor bij Cluster 2.2 Zierikzee in de T0-situatie?

2. a. Hebben op de Cluster 1 locaties infauna soorten zich gevestigd in nieuw gevormde zandplekken (sediment) op het nieuwe hard substraat drieënhalf tot vier jaar na het aanbrengen van de vooroeververdediging en hoe zijn de aangetroffen soorten te vergelijken met de T0, T1, T2, T3 en referentielocaties?
   b. Welke infauna gemeenschappen komen voor bij Cluster 2.2 Zierikzee in de T0-situatie?

3. Wat zijn de gehalten aan zware metalen in schelpdieren die op de pijler van de Zeelandbrug voorkomen, drieënhalf tot vier jaar na het aanbrengen van de vooroeververdediging op de Cluster 1 locaties en hoe zijn deze gehalten vergeleken met de T0, T1, T2, T3 en referentielocaties?

Dit rapport is gebaseerd op drie onderliggende deel-rapportages, die meer details bevatten: inventarisatie hard substraat (De Kluijver et al., 2014), inventarisatie zacht substraat (Tangelder et al., 2014) en zware metalen in biota (Schellekens et al., 2014). Het rapport is een vervolg op de rapportages over de T0 monitoring in 2009 (Van den Heuvel-Greve, 2010), de T1 monitoring in 2010 (Van den Heuvel-Greve et al., 2011) en de T2 monitoring in 2011 (Van den Heuvel-Greve et al., 2012) en de T3 monitoring in 2012 (Van den Heuvel-Greve et al., 2013).

1.3 Leeswijzer

Dit rapport is opgebouwd volgens de gebruikelijke structuur van een onderzoeksrapport met methoden, resultaten, conclusie, discussie en aanbevelingen. In deze hoofdstukken wordt telkens een driedeling gehanteerd waarbij hard substraat gemeenschappen, infauna gemeenschappen en gehalten aan zware metalen in biota worden besproken.

2. Methoden

2.1 Onderzoekslocatie

In Cluster I zijn op basis van urgentie de vooroevers op verschillende locaties in de Oosterschelde en de Westerschelde versterkt. Deze locaties zijn in de periode 2009-2012 gevolgd. In 2013 is, net als in 2012, geen volledige monitoring van alle locaties uitgevoerd, maar is besloten om op één locatie een vinger aan de pols te houden om de ontwikkeling van planten, dieren en gehalten van metalen te kunnen blijven volgen. Daarnaast staat in 2014 de bestorting van Cluster 2 gepland en is voor locatie Zierikzee een T0-meting uitgevoerd. Deze rapportage richt zich dus op de T4-meting van locatie Zeelandbrug en de T0-meting van locatie Zierikzee. De metingen hiervoor zijn in 2013 uitgevoerd.

Tabel 2 geeft een overzicht van de lokaties waar monitoring is uitgevoerd op staalslak bestorte dijkvakken in de Oosterschelde en Westerschelde. Tabel 3 geeft een uitgebreider overzicht waar ook de referentie locaties zijn opgenomen en waar onderzoek naar hard- en zacht substraat gemeenschappen en gehalten aan zware metalen in biota is uitgevoerd.

De gemonitoorde locaties in 2013 liggen langs de noordelijke oever van de Oosterschelde, de zuidkust van Schouwen-Duiveland, en bevinden zich bij de Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug (Cluster 1) en Zierikzee (Cluster 2.2). Op deze locaties heeft Stichting Zeeschelp veldwerk opnames gedaan van flora en fauna op hard substraat, sediment bemonsterd t.b.v. infauna-analyses, en schelpdierenbemonsterd t.b.v. analyses van zware metalen. De verwerking van data en datarapportage voor flora en fauna van hard substraat is uitgevoerd door Stichting Zeeschelp (zie deelrapport De Kluijver et al., 2014). De determinatie, dataverwerking en datarapportage voor infauna is uitgevoerd door IMARES (zie deelrapport Tangelder et al., 2014). De analyse van zware metalen is uitgevoerd door TNO-Triskelion en datarapportage door IMARES (zie deelrapport Schellekens et al., 2014).

Tabel 2. Monitoringslocaties van de vooroeververdediging van Cluster 1 en Cluster 2.2 in de Oosterschelde (OS) en Westerschelde (WS). De T4 van Cluster 1 is uitgevoerd op de locatie Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug en de T0 van Cluster 2.2 op locatie Zierikzee (grijs gearceerde rijen).

Bekken	Locatie	T0	T1	T2	T3	T4	Andere gebruikte namen voor deze locatie binnen dit project
OS	Schelphoek-west	2009	2010	2011	-	-	
OS	Schelphoek-midden	2009	2010	2011	-	-	Schelphoek stortvak
OS	Schelphoek-oost	2009	2010	2011	-	-	
OS	Lokkersnol-oost	2009	2010	2011	-	-	Cauwersinlaag/Lokkersnol-oost
OS	Zeelandbrug-west	2009	2010	2011	2012	2013	Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-west/Kurkenol (Zeel-w)
OS	Zeelandbrug-midden	2009	2010	2011	2012	2013	Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-midden (Zeel-m)
OS	Zeelandbrug-pijler	2009	2010	2011	2012	2013	Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-Zeelandbrug
OS	Zeelandbrug-oost	2009	2010	2011	2012	2013	Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-oost, De Val-oost (Zeel-o)
OS	Zierikzee (Cluster 2.2)	-	-	-	-	2013 (T0)	Zierikzee havenhoofd west (Zie)
OS	Burghsluis	-	2010	-	-	-	
OS	Schelphoek-west II	-	2010	-	-	-	
WS	Ritthem-west	2009	2010	2011	-	-	Zuidwatering-west
WS	Ritthem-midden	2009	2010	2011	-	-	Zuidwatering-midden
WS	Ritthem-oost	2009	2010	2011	-	-	Zuidwatering-oost

*Tabel 3. Monitoringslocaties van de vooroeververdediging van Cluster 1 en Cluster 2.2 (Zierikzee) in de **Oosterschelde** (links) en de **Westerschelde** (rechts). De kleuren geven aan welke monitoring is verricht: hard substraat gemeenschappen (groen), infauna gemeenschappen (rood), en zware metalen (blauw). De T0 meting heeft plaatsgevonden in 2009, tenzij anders vermeldt. Ook is aangegeven of het om een locatie gaat waar de vooroever wordt verdedigd (stortlocatie) of een locatie die als referentie is gebruikt (referentielocatie).*

Locaties Oosterschelde*	T0 (2009)	T1 (2010)	T2 (2011)	T3 (2012)	T4 (2013)
Burghsluis-west (stortlocatie, cluster 2)					
Schelphoek-west (stortlocatie, cluster 1)					
Schelphoek-west II (stortlocatie, cluster 2)					
Schelphoek-midden (stortlocatie, cluster 1)					
Schelphoek-oost (stortlocatie, cluster 1)					
Lokkersnol-oost (stortlocatie, cluster 1)					
Zeelandbrug-west (stortlocatie, cluster 1)					
Zeelandbrug-midden (stortlocatie, cluster 1)					
Zeelandbrug-pijler (stortlocatie, cluster 1)					
Zeelandbrug-oost (stortlocatie, cluster 1)					
Zierikzee (stort-/referentie locatie)					T0 T0 T0

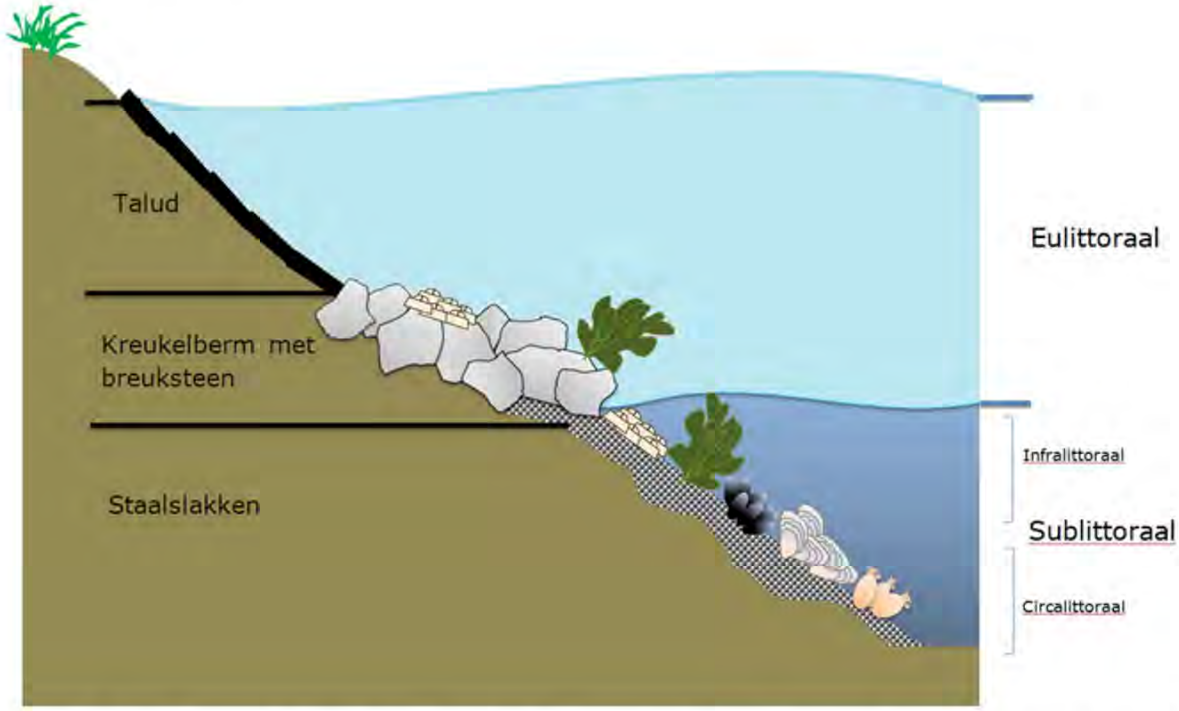
Locatie Westerschelde*	T0 (2009)	T1 (2010)	T2 (2011)	T3 (2012)	T4 (2013)
Ritthem-west (stortlocatie)					
Ritthem-midden (stortlocatie)					
Ritthem-oost (stortlocatie)					
Borssele (stortlocatie)		T0 T0 T0			
Ellewoutsdijk-west (stortlocatie)		T0 T0 T0			
Ellewoutsdijk-midden (stortlocatie)		T0 T0 T0			
Ellewoutsdijk-haven (stortlocatie)		T0	T0		
Hoedekenskerke-zuid (stortlocatie)		T0 T0 T0			
Hoedekenskerke-haven (stortlocatie)		T0 T0 T0			
Hoedekenskerke-noord (stortlocatie)		T0 T0 T0			

*In bovenstaande tabel staan niet de referentie locaties waar alleen in één of enkele jaren:

- Alleen zacht substraat is bemonsterd: Westbout, Zuidbout, Zandhoek en Katshoek in de Oosterschelde en Kapellebank, Ossenisse, Paulinapolder, Slijkplaat in de Westerschelde
- Alleen hard substraat is bemonsterd: Burghsluis-R, Plompetoren Schelphoek-westnol, Schelphoek-oost, Flauwers, De Val Oosterlijke Havendam, Kisternol, Weldamseweg, Zijpe Blindedam, Zijpe Zoetersbout en Zijpe-R in de Oosterschelde en Sloehaven, Waarde-haven, Waarde-Oost, Zimmerman-haven en Baalhoek in de Westerschelde.
- Alleen zware metalen zijn bemonsterd: Kurkenol in de Oosterschelde

2.2 Inventarisatie van flora en fauna op hard substraat

De inventarisatie van de levensgemeenschappen op hard substraat voor de T4 monitoring is uitgevoerd in de periode juli-augustus in 2013. Daarbij is zowel de zone tussen de hoog- en laagwaterlijn (eulittoraal) als de zone beneden de laagwaterlijn onderzocht (sublitoraal) (Figuur 3). In het sublitoraal is daarbij bemonsterd op drie verschillende diepten: 1.5-4.0 meter (infralittoraal) en 4.1-10.0 meter en 10.1 -18.5 meter (circalittoraal).



Figuur 3. Dwarsdoorsnede van een dijk. Het eulittoraal is de getijdenzone boven de laagwaterlijn. Het sublittoraal is de zone onder de laagwaterlijn.

Eulittoraal: bemonstering talud en kreukelberm
In het eulittoraal zijn opnamen gemaakt door een kwadrant van 50*50 cm over het substraat te plaatsen en daarbinnen de bedekkingspercentages van de aanwezige organismen te schatten. Aansluitend op elk kwadrant is een nieuw kwadrant bemonsterd totdat de laagwaterlijn is bereikt. Op deze manier is de aaneensluitende bedekking van flora en fauna over de gehele getijdenzone gekwantificeerd. Het getijverschil bepaalt de breedte van de eulittorale zone, het maximale getijverschil langs de kust van Schouwen-Duiveland varieert van 2.9 meter in het westelijke deel tot 3.3 meter in het Zijpe. De volgende eulittorale locaties zijn onderzocht:

- Zeelandbrug (Zuidhoek/de Val oost), midden en west: begin 2010 is de vooroever versterkt waarbij de kreukelberm is verlengd. Het talud bestaat uit basalt en een kreukelberm van breuksteen (Figuur 4).
- Zierikzee (ten westen van het havenhoofd): de inventarisatie is al in mei uitgevoerd omdat in 2013 het talud van de Cauwersinlaag tot aan het havenkanaal van Zierikzee is vernieuwd. Het talud bestaat uit basalt met een kreukelberm van grof breuksteen (Figuur 4).
- Referentie locaties: Westbout, Burghsluis (T0 en referentie), Plompetoren en De Val. De referentie locaties geven een beeld van een volledig ontwikkelde situatie in het gebied. Voor de ontwikkeling van een pioniersgemeenschap zijn geen referentielocaties beschikbaar.



Figuur 4. Het eulitoraal op locatie Zeelandbrug Oost (links) en Zierikzee (rechts) in 2013 (De Kluijver et al., 2014).

Sublitoraal: bemonstering beneden laagwaterlijn

In de sublittorale zone is gewerkt met stations waar op verschillende diepten de sessiele organismen zijn gekwantificeerd. Per station zijn binnen 3 kwadranten (totaal 31 dm^2) de bedekkingspercentages van alle sessiele (=vastzittende) organismen in verticale projectie geschat. De organismen zijn voor zover als mogelijk onder water gedetermineerd en uit ieder kwadrant zijn monsters meegenomen voor verdere determinatie onder de microscoop. Per diepte zijn, waar mogelijk, zowel breuksteen als staalslakken bemonsterd. In de infralittorale en circalittorale zone zijn de staalslakken afgedekt met breuksteen en was een bemonstering van de staalslakken bij de Zeelandbrug niet altijd mogelijk. Op de stations zijn ook bodem- en watermonsters genomen voor de bepaling van de fractieverdeling van de bodemsedimenten en de temperatuur, pH, saliniteit en zuurstofverzadiging van het water.
De volgende sublittorale locaties zijn onderzocht:

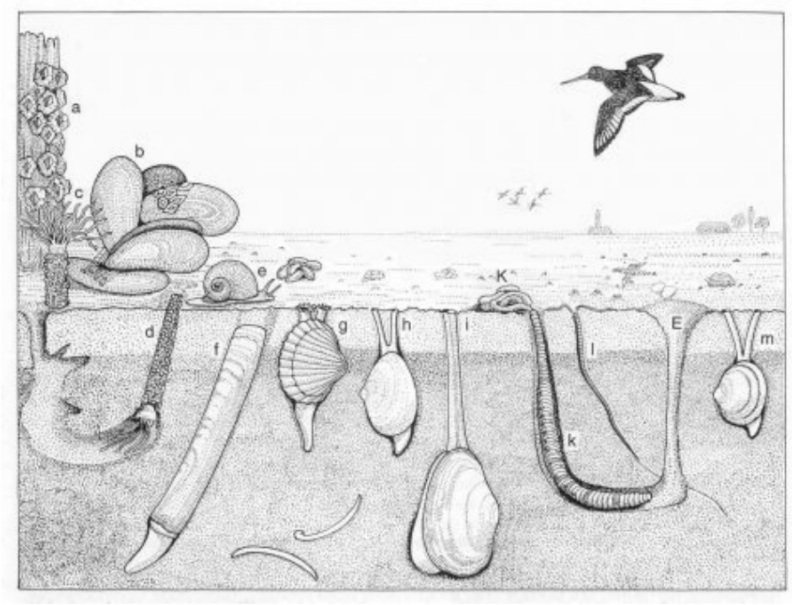
- Zeelandbrug (Zuidhoek/de Val) oost, midden, west en de pijler: de vooroever is hier in 2010 verdedigd.
- Zierikzee (ten westen van het havenhoofd): de vooroever wordt hier in 2014 verdedigd.
- Referentie locaties: Westbout, Burghsluis, Plompetoren, Flauwers, Kisternol, Lokkersnol, Weldamseweg, Kulkenol, Zuidbout en Zijpe (Blindedam en Zoetersbout). Deze referentielocaties geven een beeld van de volledig ontwikkelde situatie. Deze referentielocaties komen voort uit de jaarlijkse hard substraat bemonstering van Stichting Zeeschelp. Voor de ontwikkeling van een pioniersgemeenschap zijn geen referentielocaties beschikbaar.

Analyse van gemeenschappen

Om een uitspraak te kunnen doen of de levensgemeenschappen van de T0 verschillen met de T4-situatie is een clusteranalyse uitgevoerd met logaritmisch getransformeerde data (zie de Kluijver et al., 2014 voor meer achtergronden). Bij een clusteranalyse worden de soorten gegroepeerd tot clusters van gemeenschappen. Op deze manier kan op gemeenschapsniveau inzicht verkregen worden in verandering van levensgemeenschappen. De analyse is uitgevoerd met het programma MVSP (Kovach, 1999) met de 'Bray-Curtis coëfficiënt' in combinatie met de 'average-linkage' methode. Voor de analyses zijn data gebruikt uit de periode 2005-2012, die afkomstig zijn van monitoringsactiviteiten van Stichting Zeeschelp. Vervolgens is een inverse analyse uitgevoerd zoals beschreven in Kaandorp (1986), dat een onderscheid mogelijk maakt tussen dominante en karakteristieke soorten. Soorten worden als dominant of karakteristiek beschouwd indien zij een bedekkingspercentage van ≥ 4% bereiken. Indien een soort minder dan 4% voorkomt, maar slechts in één cluster voorkomt, is deze beperkt tot dat cluster.

2.3 Inventarisatie van fauna in zacht substraat (sediment)

Infauna zijn dieren die leven in de zachte bodem (Figuur 5). De monitoring richt zicht op de aanwezige fauna in het sediment wat is neergeslagen op de nieuwe bestorting. De biota van de zachte substraten zijn bemonsterd met behulp van steekbuizen op dezelfde diepten als de stations van de harde substraten in de sublittorale zone. Naast de onderzoekslocaties Zeelandbrug (oost, midden en west) en Zierikzee zijn voor dit deel van het onderzoek Zuidbout en Westbout als referentielocaties geselecteerd. Voor meer achtergronden over de infauna analyse zie Tangelder et al., 2014.



Figuur 5. Infauna zijn bodemdieren die leven in "zacht substraat" van bijvoorbeeld zand of slib (bron:www.senckenberg.de)

Per diepte zijn 6 steekbuizen (6,5 cm doorsnede) genomen tot circa 30 cm in de bodem. Hiervoor moet voldoende sediment aanwezig zijn. De monsters zijn over 1 mm gezeefd en gefixeerd met borax gebufferde formaline (4%). Het uitzoeken van de monsters en determinatie van soorten heeft plaatsgevonden in het IMARES laboratorium in Yerseke.
De monsters zijn vervolgens geïdentificeerd, waar mogelijk tot op soort niveau, en geteld om de dichtheden te kunnen bepalen. Door de manier van bemonsteren kan het voorkomen dat fragmenten van een organisme aanwezig zijn in het monster. Tevens vindt de bemonstering plaats op het moment dat veel organismen in juveniele stadia aanwezig zijn. Hierdoor is het niet altijd mogelijk om de organismen tot soort niveau op naam te brengen en wordt er een hoger taxonomisch niveau gehanteerd.

Voor infauna gemeenschappen zijn totale abundantie en diversiteit (soortenrijkdom en dichtheden) berekend. Daarnaast is een clusteranalyse uitgevoerd met de data van de T0- , T1-, T2-, T3- en T4-monitoring van respectievelijk 2009, 2010, 2011, 2012 en 2013 om te beoordelen of er veranderingen op gemeenschapsniveau zijn opgetreden. De analyse is uitgevoerd met logaritmisch getransformeerde data, met het programma MVSP (Kovach, 1999) met de 'Bray-Curtis' coëfficiënt in combinatie met de 'average-linkage' methode.

Sedimentkarakteristieken van de bovenste centimeter van de sedimentlaag zijn bepaald door de monsters te zeven over 7 gekalibreerde zeven (2.8-0.053 mm). De karakteristieken zijn uitgedrukt als de procentuele bijdrage van de drooggewichten van de verschillende fracties. Op basis van de dominante fracties is een typologie voor de bodemsedimenten opgesteld. Het percentage organische stof is bepaald van de bovenste zes cm van het bodemsediment door de monsters te drogen bij 70ºC en vijf uur te verassen bij 525ºC.

2.4 Determinatie van zware metalen in biota

In 2009–2013 is het gehalte aan zware metalen in verschillende organismen afkomstig van de Zeelandbrug gemeten. Voor meer achtergronden van de analyse van zware metalen in biota zie Schellekens et al., 2014.

Bemonstering geschikte biota

Niet alle organismen zijn per definitie bruikbaar en geschikt voor de analyse op zware metalen. Daarom is de selectie van organismen gedaan op basis van een aantal criteria:

- Representatief voor hard substraat habitat en bij voorkeur vastzittend op het harde substraat
- De soort komt ook voor op andere stortlocaties t.b.v. vergelijking
- Het organisme heeft voldoende biomassa voor de chemische analyse en is in voldoende hoeveelheden aanwezig.

In 2009-2011 (Tx,,, Txx) zijn in één of meerdere jaren verschillende soorten bemonsterd, te weten: blaaswier (*Fucus vesiculosus*), drie zakpijpsoorten (*Styela clava*, *Ciona intestinalis*, *Ascidiella aspersa*), de gewone zeester (*Asterias rubens*), gewijspons (*Haliclona oculata*) en twee schelpdiersoorten op de pijler van de Zeelandbrug (de mossel *Mytilus edulis* en de Japanse oester *Crassostrea gigas*).

In 2012 (Tx) en 2013 (tx) is in opdracht van de opdrachtgever alleen gemeten in schelpdieren (de mossel *M. edulis* en de oester *C. gigas*) bij de Zeelandbrug om gehalten aan metalen nabij de vooroeververdediging te kunnen blijven volgen.

In 2013 zijn tussen eind juli en begin september mosselen (*M. edulis*) en Japanse oesters (*C. gigas*) bemonsterd op de pijler Zeelandbrug in de Oosterschelde door Stichting Zeeschelp. De oesters zijn op de pijlers verzameld, de mosselen aan de onderzijde van het opzetstuk op -1.8 meter NAP diepte. Van beide soorten zijn per monster meerdere individuen (minstens een tiental tot tientallen stuks) samengenomen voor een mengmonster. De monsters zijn in triplo (drie posities op de pijler) verzameld. De bemonstering van biota bij locatie Zierikzee zijn niet beschreven in de rapportage, voor de ruwe data zie bijlage 7.

Chemische analyse van zware metalen

De keuze van de te analyseren metalen is gebaseerd op de lijst van zware metalen die in het Besluit Bodemkwaliteit staan. Additioneel op deze stoffenlijst zijn ook Al (aluminium), Fe (ijzer) en Mn (mangaan) geanalyseerd, omdat deze metalen uit staalslakken kunnen logen. Dezelfde set is in 2009 (T0), 2010 (T1) 2011 (T2), 2012 (T3) en 2013 (T4) geanalyseerd.
Het betreft de volgende stoffen:

- Al (aluminium)
- As (arseen)
- Ba (barium)
- Cd (cadmium)
- Co (kobalt)
- Cr (chroom)
- Cu (koper)
- Fe (ijzer)
- Hg (kwik)
- Mn (mangaan)
- Mo (molybdeen)
- Ni (nikkel)
- Pb (lood)
- Sb (antimoon)*
- Se (seleen)
- Sn (tin)*
- V (vanadium)
- Zn (zink)

*Uit de analyse blijkt dat elk jaar (2009-2013) de concentraties van antimoon (Sb) en tin (Sn) onder de detectielimieten (aantoonbaarheidsgrens) blijven. Er is daarom voor gekozen deze metalen niet verder mee te nemen in de rapportage. De overige 16 metalen zijn wel meegenomen.

Na bemonstering van de schelpdieren zijn de monsters getransporteerd en gesorteerd opgeslagen in met zuur gespoelde en gewassen glazen flessen. De pincetten die gebruikt zijn tijdens deze handeling zijn van kunststof. De monsters zijn opgeslagen bij -26 ^{0}C, in gewassen, zuur- en demi-gespoelde glazen flessen, afgedicht met Idpe-inlegstop en PP-schroefdeksel. De schelpdieren zijn voor de duur van een nacht verwaterd, voordat ze in de vriezer zijn opgeslagen. Verwatering vond plaats in een kunststofaquarium van ongeveer 500 liter welke continue doorstroomd werd met zeewater afkomstig uit de Oosterschelde.

Het vlees van de schelpdieren is gebruikt voor analyse van zware metalen uitgevoerd door TNO-Triskelion te Zeist. Volgens voorschrift is na homogenisatie een deel van het monster in duplo (tweevoudig) ontsloten met salpeterzuur en waterstofperoxide. In de verkregen oplossing is het gehalte bepaald m.b.v. ICP-MS. De kwantificering heeft plaatsgevonden aan de hand van externe kalibratiestandaarden en om te corrigeren voor fluctuaties in de apparatuur is gebruik gemaakt van een interne standaard (rhodium). Tot slot is het droge stof gehalte van de oesters en mosselen bepaalt na drogen in een stoof op 300±3°C.

Databewerking

Om inzicht te krijgen in de variatie van de metaalconcentratie is de standaarddeviatie (standaardafwijking) berekend voor een steekproef (n-1) als maat voor deze spreiding. Hoe groter deze waarde hoe groter de verschillen tussen de verschillende waarnemingen. Om de variatie tussen metalen te kunnen vergelijking is tevens het procentuele aandeel van de standaarddeviatie op het gemiddelde berekend. Trends in metaalconcentratie zijn onderzocht aan de hand van lineaire regressie waarbij metaalconcentratie afhankelijk is van het jaartal en niet verklaarde variatie. Significantie van deze trend is onderzocht door een ANOVA toets. Berekening van de lineaire trendlijn, significantie van deze trend, standaarddeviatie zijn uitgevoerd in R (R Development Core Team, 2012). De Pollution Load Index (PLI) is berekend als maat voor de totale metaalvervuiling (Tomlinson et al., 1980). In feite betreft de index het geometrisch gemiddelde van de concentraties van alle metalen.

3. Resultaten

3.1 Inventarisatie van flora en fauna op hard substraat

De Oosterschelde is een open zeearm en heeft in tegenstelling tot een echt estuarium een relatief hoog zoutgehalte. Toch vertonen de hardsubstraat levensgemeenschappen een west-oost verdeling zowel in het eulittoraal als sublitoraal. De locaties Zeelandbrug en Zierikzee liggen in een breed middengebied van deze verdeling.

3.1.1 Eulittoraal (getijdenzone)

De begroeiing in de eulittorale zone is naast de hoogte in het transect, afhankelijk van verschillende parameters, waarvan de dijkvorm, aard van de bekledingsmaterialen, expositie aan licht en waterbeweging en type voorland de belangrijkste zijn. Over het algemeen vormen de westelijke hardsubstraat gemeenschappen een soortenrijke gezaagde zee-eik-gemeenschap hoog op het talud en kreukelberm. De oostelijke locaties worden gedomineerd door een blaaswier met roodwiergemeenschap op het talud en een zeepokken-oester-gemeenschap op de kreukelberm.

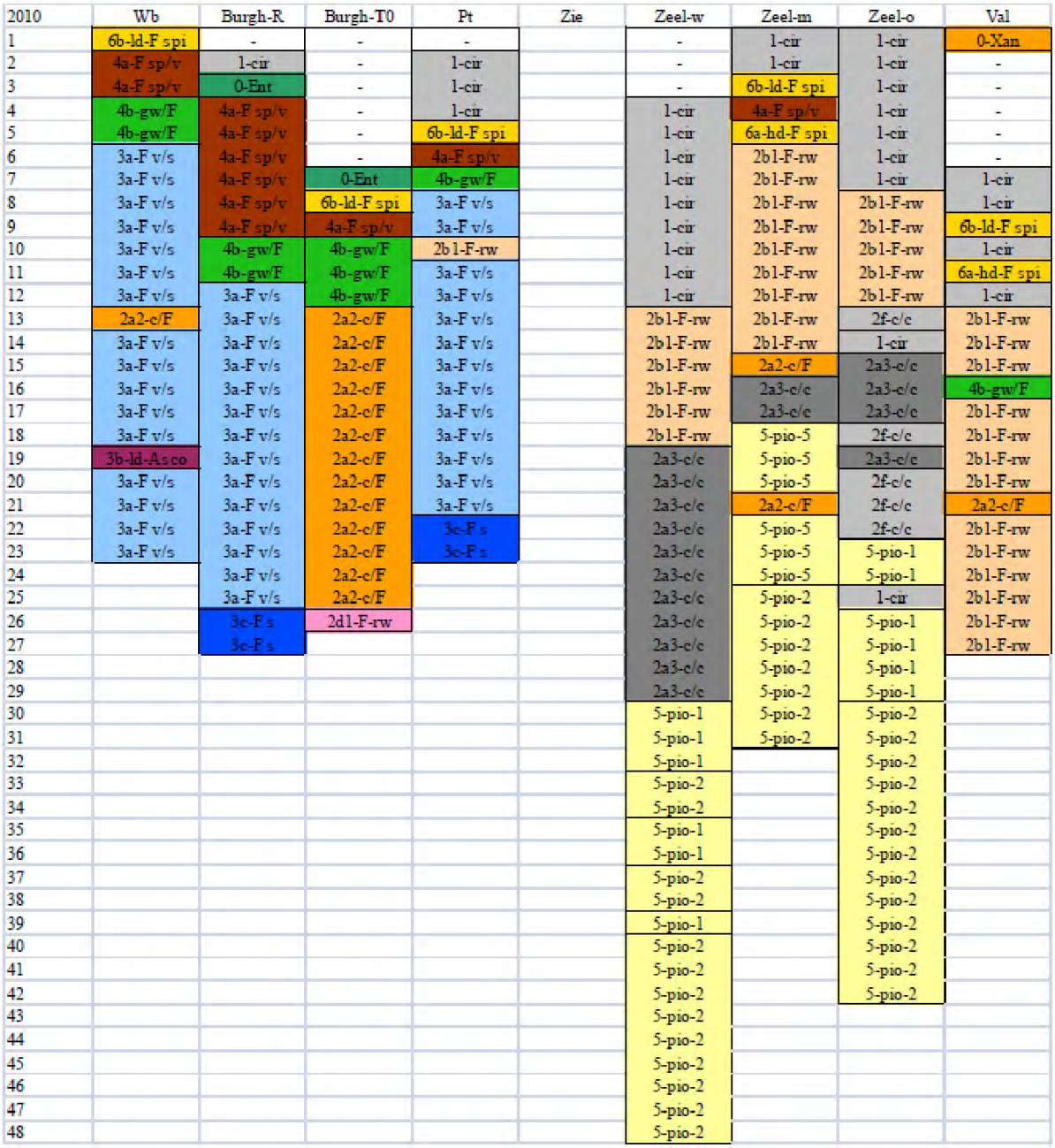
Figuren 6 t/m 10 laten de resultaten zien van de inventarisatie hardsubstraat gemeenschappen in 2009-2013 voor locaties Zeelandbrug en Zierikzee en referentielocaties. Een beschrijving van de gemeenschappen die in deze figuren benoemd staan is te vinden in Bijlage 1. Verschillen in de lengte van de transecten over de jaren worden veroorzaakt door het aanbrengen van een nieuwe kreukelberm op de locaties bij de Zeelandbrug (waardoor de oevers minder steil en dus langer zijn geworden), en door verschil in het laagwater niveau tijdens de bemonstering.

Op de locatie Zeelandbrug bestaat de aanwezige zonering van de oostelijke gemeenschappen in 2009 uit blaas- en roodwieren op het talud en een zeepokken-oester gemeenschap op de kreukelberm. In het voorjaar van 2010 is een nieuwe kreukelberm nabij de laagwaterlijn op de oude kreukelberm gestort. De jaarlijkse verschillen in bedekkingen van fauna-groepen en bruin- en groenwieren komen overeen met veranderingen op de ernaast gelegen referentie locatie De Val. Op de nieuwe kreukelberm is in 2010 een pioniersgemeenschap ontstaan. Zeepokken, purperwier en groenwieren domineerden deze gemeenschap. In 2011 kwamen drie verschillende Fucus-soorten gezoneerd voor. In 2012 bestond deze zonering alleen uit blaaswier en gezaagde zee-eik. In 2013 nam de bedekking van de gezaagde zee-eik verder toe wat aangeeft dat deze gemeenschap nog steeds in ontwikkeling is, maar nog niet overeenkomstig met de zonering tijdens de T0-situatie.

Op de ongestoorde locatie Zierikzee zijn in 2013 de hard substraat gemeenschappen op het talud en kreukelberm vergelijkbaar met de gemeenschappen in dezelfde geografische verdeling van het middengebied. Op het talud van basalt kwamen gezoneerd de klein darmwier-gemeenschap, de gemengde Fucus-gemeenschap (met *F. spiralis* en *F. vesiculosus)*, de blaaswier met zeepokken-gemeenschap en de blaaswier met het kruiproodwier (*Feldmanophycus okamurae*) voor. Binnen deze laatste gemeenschap is ook de gezaagde zee-eik waargenomen. Op het onderste deel van het talud wat bedekt is met asfalt zijn groenwieren (*Ulothrix cf. speciosa* en *Cladophora albida*) en het roodwier (*Polysiphonia violacea*) dominant. Op de kreukelberm zijn zeepokken dominant, met het kruiproodwier (*Gelidium pusillum*) op de hogere delen, en de Japanse oester (*C. gigas*) nabij de laagwaterlijn.

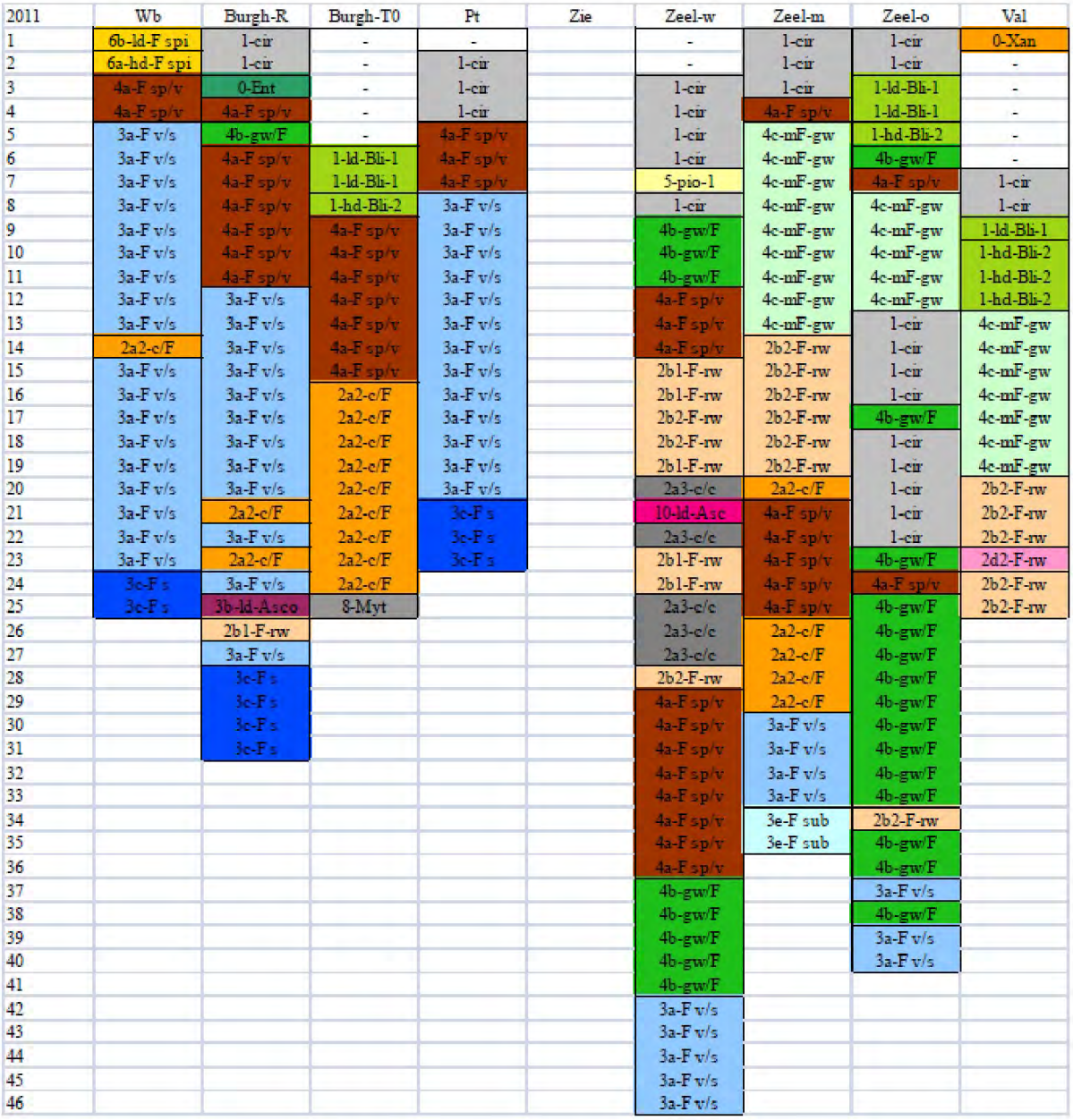
2009	Wb	Burgh-R	Burgh-T0	Pt	Zie	Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o	Val
1	4a-F sp/v	-		1-cir		-	1-cir	1-cir	0-Xan
2	4a-F sp/v	-		1-cir		1-L sax	1-cir	1-cir	0-Xan
3	3a-F v/s	-		6b-ld-F spi		1-cir	6b-ld-F spi	1-cir	-
4	3a-F v/s	1-cir		6b-ld-F spi		1-cir	6b-ld-F spi	1-cir	-
5	3a-F v/s	1-cir		4a-F sp/v		1-cir	6b-ld-F spi	1-cir	-
6	3a-F v/s	5-pio-1		4a-F sp/v		1-cir	2b1-F-rw	2b1-F-rw	-
7	3a-F v/s	4a-F sp/v		4a-F sp/v		1-cir	2b1-F-rw	1-cir	1-L sax
8	3a-F v/s	4a-F sp/v		3b-ld-Asco		1-cir	2b1-F-rw	2a3-c/c	1-cir
9	3a-F v/s	4a-F sp/v		3a-F v/s		1-cir	2b1-F-rw	2b1-F-rw	1-cir
10	3a-F v/s	4a-F sp/v		3a-F v/s		2b1-F-rw	2b1-F-rw	2b1-F-rw	6a-hd-F spi
11	3a-F v/s	4a-F sp/v		3a-F v/s		2b1-F-rw	2b1-F-rw	2b1-F-rw	6a-hd-F spi
12	3a-F v/s	4a-F sp/v		3a-F v/s		2b1-F-rw	2b1-F-rw	2b1-F-rw	1-cir
13	3a-F v/s	4a-F sp/v		3a-F v/s		2b1-F-rw	2b1-F-rw	2b1-F-rw	1-cir
14	3a-F v/s	4a-F sp/v		3a-F v/s		2b1-F-rw	2b1-F-rw	2b1-F-rw	2b1-F-rw
15	3a-F v/s	3a-F v/s		3b-ld-Asco		2b1-F-rw	2b1-F-rw	2a3-c/c	2b1-F-rw
16	3a-F v/s	3a-F v/s		3a-F v/s		2b1-F-rw	2a3-c/c	2b1-F-rw	2b1-F-rw
17	3a-F v/s	3a-F v/s		3b-ld-Asco		2b1-F-rw	2a3-c/c	2b1-F-rw	2b1-F-rw
18	3a-F v/s	3a-F v/s		3b-ld-Asco		2b1-F-rw	2d2-F-rw	2b1-F-rw	2b1-F-rw
19	3a-F v/s	3a-F v/s		3b-ld-Asco		2b1-F-rw	2d2-F-rw	2b1-F-rw	2b1-F-rw
20	3a-F v/s	3a-F v/s				2a3-c/c	2d2-F-rw	2d2-F-rw	2b1-F-rw
21	3a-F v/s	3a-F v/s				2a3-c/c		2d2-F-rw	2b1-F-rw
22	3c-F s	3a-F v/s				2b1-F-rw			2b1-F-rw
23	3c-F s	3a-F v/s				2a3-c/c			2b1-F-rw
24	3c-F s	3a-F v/s				2a3-c/c			2b1-F-rw
25		3a-F v/s							2b1-F-rw
26		4b-gw/F							2d2-F-rw
27		4b-gw/F							2b1-F-rw
28		3a-F v/s							
29		2b2-F-rw							
30		3a-F v/s							
31		3a-F v/s							
32		3c-F s							
33		3c-F s							
34		3c-F s							
35		3a-F v/s							

Figuur 6. De eulittorale transecten en gemeenschappen in 2009 langs de kust van Schouwen-Duiveland van west (links) naar oost (rechts). De kleuren geven de verschillende gemeenschappen aan. Zie bijlage 1 voor de verklaring van de codes. Zie= Zierikzee, Zeel-w = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-west, Zeel-m = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-midden, Zeel-o = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-oost.



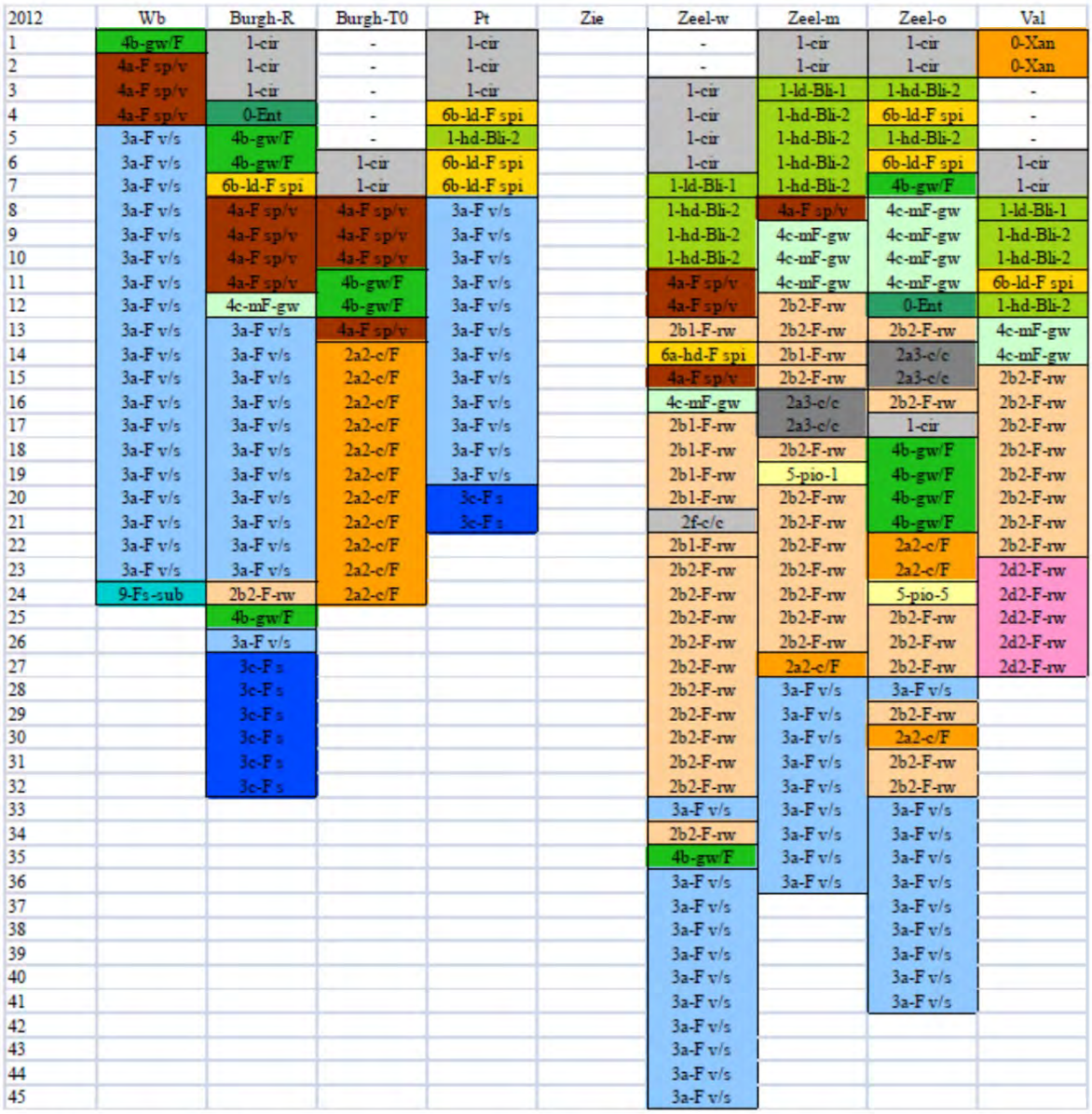
2010	Wb	Burgh-R	Burgh-T0	Pt	Zie	Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o	Val
1	6b-ld-F spi	-	-	-		-	1-cir	1-cir	0-Xan
2	4a-F sp/v	1-cir	-	1-cir		-	1-cir	1-cir	-
3	4a-F sp/v	0-Ent	-	1-cir		-	6b-ld-F spi	1-cir	-
4	4b-gw/F	4a-F sp/v	-	1-cir		1-cir	4a-F sp/v	1-cir	-
5	4b-gw/F	4a-F sp/v	-	6b-ld-F spi		1-cir	6a-hd-F spi	1-cir	-
6	3a-F v/s	4a-F sp/v	-	4a-F sp/v		1-cir	2b1-F-rw	1-cir	-
7	3a-F v/s	4a-F sp/v	0-Ent	4b-gw/F		1-cir	2b1-F-rw	1-cir	1-cir
8	3a-F v/s	4a-F sp/v	6b-ld-F spi	3a-F v/s		1-cir	2b1-F-rw	2b1-F-rw	1-cir
9	3a-F v/s	4a-F sp/v	4a-F sp/v	3a-F v/s		1-cir	2b1-F-rw	2b1-F-rw	6b-ld-F spi
10	3a-F v/s	4b-gw/F	4b-gw/F	2b1-F-rw		1-cir	2b1-F-rw	2b1-F-rw	1-cir
11	3a-F v/s	4b-gw/F	4b-gw/F	3a-F v/s		1-cir	2b1-F-rw	2b1-F-rw	6a-hd-F spi
12	3a-F v/s	3a-F v/s	4b-gw/F	3a-F v/s		1-cir	2b1-F-rw	2b1-F-rw	1-cir
13	2a2-c/F	3a-F v/s	2a2-c/F	3a-F v/s		2b1-F-rw	2b1-F-rw	2f-c/c	2b1-F-rw
14	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3a-F v/s		2b1-F-rw	2b1-F-rw	1-cir	2b1-F-rw
15	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3a-F v/s		2b1-F-rw	2a2-c/F	2a3-c/c	2b1-F-rw
16	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3a-F v/s		2b1-F-rw	2a3-c/c	2a3-c/c	4b-gw/F
17	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3a-F v/s		2b1-F-rw	2a3-c/c	2a3-c/c	2b1-F-rw
18	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3a-F v/s		2b1-F-rw	5-pio-5	2f-c/c	2b1-F-rw
19	3b-ld-Asco	3a-F v/s	2a2-c/F	3a-F v/s		2a3-c/c	5-pio-5	2a3-c/c	2b1-F-rw
20	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3a-F v/s		2a3-c/c	5-pio-5	2f-c/c	2b1-F-rw
21	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3a-F v/s		2a3-c/c	2a2-c/F	2f-c/c	2a2-c/F
22	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3c-F s		2a3-c/c	5-pio-5	2f-c/c	2b1-F-rw
23	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3c-F s		2a3-c/c	5-pio-5	5-pio-1	2b1-F-rw
24		3a-F v/s	2a2-c/F			2a3-c/c	5-pio-5	5-pio-1	2b1-F-rw
25		3a-F v/s	2a2-c/F			2a3-c/c	5-pio-2	1-cir	2b1-F-rw
26		3c-F s	2d1-F-rw			2a3-c/c	5-pio-2	5-pio-1	2b1-F-rw
27		3c-F s				2a3-c/c	5-pio-2	5-pio-1	2b1-F-rw
28						2a3-c/c	5-pio-2	5-pio-1	
29						2a3-c/c	5-pio-2	5-pio-1	
30						5-pio-1	5-pio-2	5-pio-2	
31						5-pio-1	5-pio-2	5-pio-2	
32						5-pio-1		5-pio-2	
33						5-pio-2		5-pio-2	
34						5-pio-2		5-pio-2	
35						5-pio-1		5-pio-2	
36						5-pio-1		5-pio-2	
37						5-pio-2		5-pio-2	
38						5-pio-2		5-pio-2	
39						5-pio-1		5-pio-2	
40						5-pio-2		5-pio-2	
41						5-pio-2		5-pio-2	
42						5-pio-2		5-pio-2	
43						5-pio-2			
44						5-pio-2			
45						5-pio-2			
46						5-pio-2			
47						5-pio-2			
48						5-pio-2			

Figuur 7. De eulittorale transecten en gemeenschappen in 2010 langs de kust van Schouwen-Duiveland van west (links) naar oost (rechts). De kleuren geven de verschillende gemeenschappen aan. Zie bijlage 1 voor de verklaring van de codes. Zie= Zierikzee, Zeel-w = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-west, Zeel-m = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-midden, Zeel-o = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-oost.



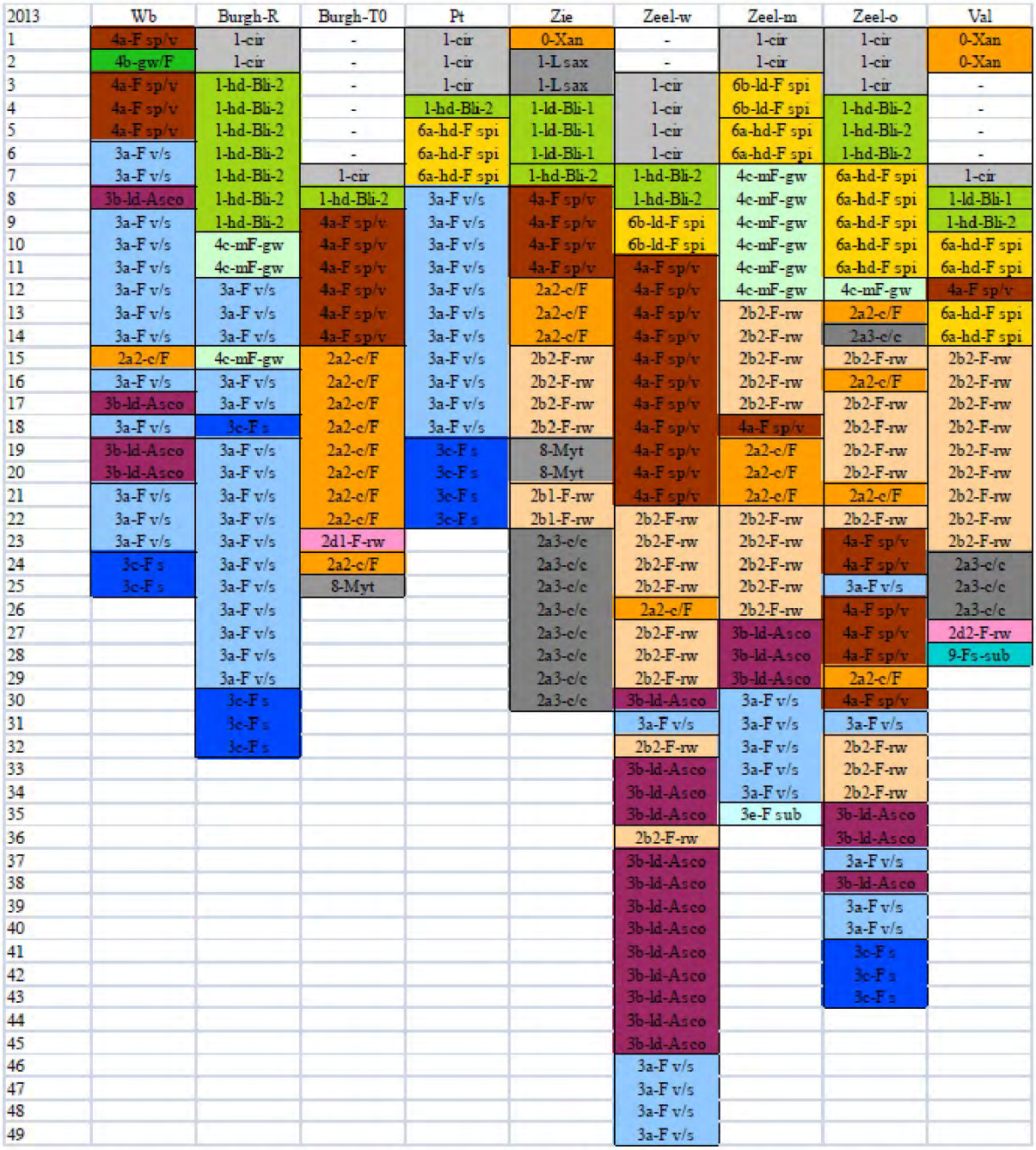
2011	Wb	Burgh-R	Burgh-T0	Pt	Zie	Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o	Val
1	6b-ld-F spi	1-cir	-	-		-	1-cir	1-cir	0-Xan
2	6a-hd-F spi	1-cir	-	1-cir		-	1-cir	1-cir	-
3	4a-F sp/v	0-Ent	-	1-cir		1-cir	1-cir	1-ld-Bli-1	-
4	4a-F sp/v	4a-F sp/v	-	1-cir		1-cir	4a-F sp/v	1-ld-Bli-1	-
5	3a-F v/s	4b-gw/F	-	4a-F sp/v		1-cir	4c-mF-gw	1-hd-Bli-2	-
6	3a-F v/s	4a-F sp/v	1-ld-Bli-1	4a-F sp/v		1-cir	4c-mF-gw	4b-gw/F	-
7	3a-F v/s	4a-F sp/v	1-ld-Bli-1	4a-F sp/v		5-pio-1	4c-mF-gw	4a-F sp/v	1-cir
8	3a-F v/s	4a-F sp/v	1-hd-Bli-2	3a-F v/s		1-cir	4c-mF-gw	4c-mF-gw	1-cir
9	3a-F v/s	4a-F sp/v	4a-F sp/v	3a-F v/s		4b-gw/F	4c-mF-gw	4c-mF-gw	1-ld-Bli-1
10	3a-F v/s	4a-F sp/v	4a-F sp/v	3a-F v/s		4b-gw/F	4c-mF-gw	4c-mF-gw	1-hd-Bli-2
11	3a-F v/s	4a-F sp/v	4a-F sp/v	3a-F v/s		4b-gw/F	4c-mF-gw	4c-mF-gw	1-hd-Bli-2
12	3a-F v/s	3a-F v/s	4a-F sp/v	3a-F v/s		4a-F sp/v	4c-mF-gw	4c-mF-gw	1-hd-Bli-2
13	3a-F v/s	3a-F v/s	4a-F sp/v	3a-F v/s		4a-F sp/v	4c-mF-gw	1-cir	4c-mF-gw
14	2a2-c/F	3a-F v/s	4a-F sp/v	3a-F v/s		4a-F sp/v	2b2-F-rw	1-cir	4c-mF-gw
15	3a-F v/s	3a-F v/s	4a-F sp/v	3a-F v/s		2b1-F-rw	2b2-F-rw	1-cir	4c-mF-gw
16	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3a-F v/s		2b1-F-rw	2b2-F-rw	1-cir	4c-mF-gw
17	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3a-F v/s		2b2-F-rw	2b2-F-rw	4b-gw/F	4c-mF-gw
18	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3a-F v/s		2b2-F-rw	2b2-F-rw	1-cir	4c-mF-gw
19	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3a-F v/s		2b1-F-rw	2b2-F-rw	1-cir	4c-mF-gw
20	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3a-F v/s		2a3-c/c	2a2-c/F	1-cir	2b2-F-rw
21	3a-F v/s	2a2-c/F	2a2-c/F	3c-F s		10-ld-Asc	4a-F sp/v	1-cir	2b2-F-rw
22	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3c-F s		2a3-c/c	4a-F sp/v	1-cir	2b2-F-rw
23	3a-F v/s	2a2-c/F	2a2-c/F	3c-F s		2b1-F-rw	4a-F sp/v	4b-gw/F	2d2-F-rw
24	3c-F s	3a-F v/s	2a2-c/F			2b1-F-rw	4a-F sp/v	4a-F sp/v	2b2-F-rw
25	3c-F s	3b-ld-Asco	8-Myt			2a3-c/c	4a-F sp/v	4b-gw/F	2b2-F-rw
26		2b1-F-rw				2a3-c/c	2a2-c/F	4b-gw/F	
27		3a-F v/s				2a3-c/c	2a2-c/F	4b-gw/F	
28		3c-F s				2b2-F-rw	2a2-c/F	4b-gw/F	
29		3c-F s				4a-F sp/v	2a2-c/F	4b-gw/F	
30		3c-F s				4a-F sp/v	3a-F v/s	4b-gw/F	
31		3c-F s				4a-F sp/v	3a-F v/s	4b-gw/F	
32						4a-F sp/v	3a-F v/s	4b-gw/F	
33						4a-F sp/v	3a-F v/s	4b-gw/F	
34						4a-F sp/v	3e-F sub	2b2-F-rw	
35						4a-F sp/v	3e-F sub	4b-gw/F	
36						4a-F sp/v		4b-gw/F	
37						4b-gw/F		3a-F v/s	
38						4b-gw/F		4b-gw/F	
39						4b-gw/F		3a-F v/s	
40						4b-gw/F		3a-F v/s	
41						4b-gw/F			
42						3a-F v/s			
43						3a-F v/s			
44						3a-F v/s			
45						3a-F v/s			
46						3a-F v/s			

Figuur 8. De eulittorale transecten en gemeenschappen in 2011 langs de kust van Schouwen-Duiveland van west (links) naar oost (rechts). De kleuren geven de verschillende gemeenschappen aan. Zie bijlage 1 voor de verklaring van de codes. Zie= Zierikzee, Zeel-w = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-west, Zeel-m = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-midden, Zeel-o = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-oost.



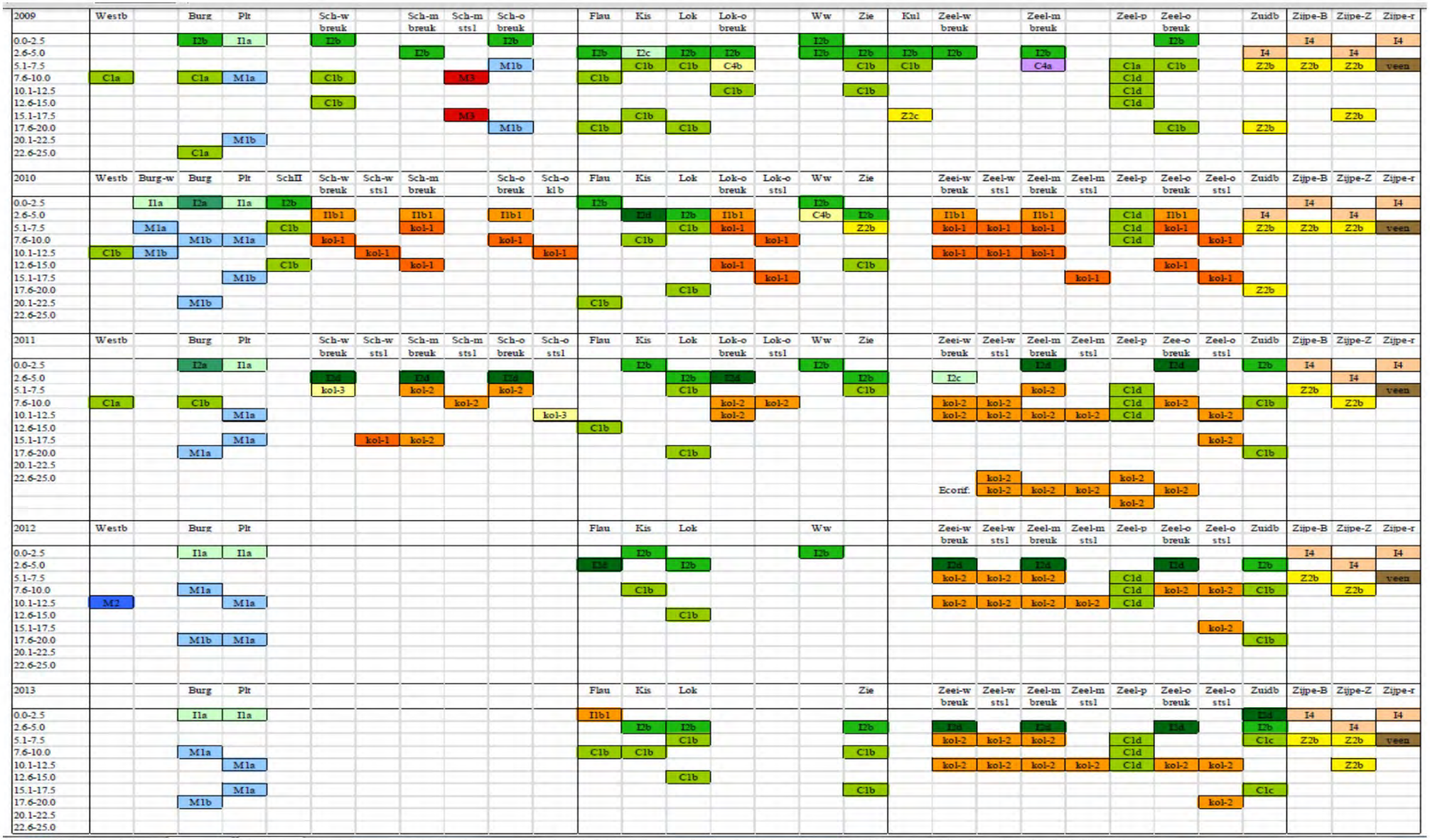
2012	Wb	Burgh-R	Burgh-T0	Pt	Zie	Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o	Val
1	4b-gw/F	1-cir	-	1-cir		-	1-cir	1-cir	0-Xan
2	4a-F sp/v	1-cir	-	1-cir		-	1-cir	1-cir	0-Xan
3	4a-F sp/v	1-cir	-	1-cir		1-cir	1-ld-Bli-1	1-hd-Bli-2	-
4	4a-F sp/v	0-Ent	-	6b-ld-F spi		1-cir	1-hd-Bli-2	6b-ld-F spi	-
5	3a-F v/s	4b-gw/F	-	1-hd-Bli-2		1-cir	1-hd-Bli-2	1-hd-Bli-2	-
6	3a-F v/s	4b-gw/F	1-cir	6b-ld-F spi		1-cir	1-hd-Bli-2	6b-ld-F spi	1-cir
7	3a-F v/s	6b-ld-F spi	1-cir	6b-ld-F spi		1-ld-Bli-1	1-hd-Bli-2	4b-gw/F	1-cir
8	3a-F v/s	4a-F sp/v	4a-F sp/v	3a-F v/s		1-hd-Bli-2	4a-F sp/v	4c-mF-gw	1-ld-Bli-1
9	3a-F v/s	4a-F sp/v	4a-F sp/v	3a-F v/s		1-hd-Bli-2	4c-mF-gw	4c-mF-gw	1-hd-Bli-2
10	3a-F v/s	4a-F sp/v	4a-F sp/v	3a-F v/s		1-hd-Bli-2	4c-mF-gw	4c-mF-gw	1-hd-Bli-2
11	3a-F v/s	4a-F sp/v	4b-gw/F	3a-F v/s		4a-F sp/v	4c-mF-gw	4c-mF-gw	6b-ld-F spi
12	3a-F v/s	4c-mF-gw	4b-gw/F	3a-F v/s		4a-F sp/v	2b2-F-rw	0-Ent	1-hd-Bli-2
13	3a-F v/s	3a-F v/s	4a-F sp/v	3a-F v/s		2b1-F-rw	2b2-F-rw	2b2-F-rw	4c-mF-gw
14	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3a-F v/s		6a-hd-F spi	2b1-F-rw	2a3-c/c	4c-mF-gw
15	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3a-F v/s		4a-F sp/v	2b2-F-rw	2a3-c/c	2b2-F-rw
16	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3a-F v/s		4c-mF-gw	2a3-c/c	2b2-F-rw	2b2-F-rw
17	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3a-F v/s		2b1-F-rw	2a3-c/c	1-cir	2b2-F-rw
18	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3a-F v/s		2b1-F-rw	2b2-F-rw	4b-gw/F	2b2-F-rw
19	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3a-F v/s		2b1-F-rw	5-pio-1	4b-gw/F	2b2-F-rw
20	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3c-F s		2b1-F-rw	2b2-F-rw	4b-gw/F	2b2-F-rw
21	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3c-F s		2f-c/c	2b2-F-rw	4b-gw/F	2b2-F-rw
22	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F			2b1-F-rw	2b2-F-rw	2a2-c/F	2b2-F-rw
23	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F			2b2-F-rw	2b2-F-rw	2a2-c/F	2d2-F-rw
24	9-Fs-sub	2b2-F-rw	2a2-c/F			2b2-F-rw	2b2-F-rw	5-pio-5	2d2-F-rw
25		4b-gw/F				2b2-F-rw	2b2-F-rw	2b2-F-rw	2d2-F-rw
26		3a-F v/s				2b2-F-rw	2b2-F-rw	2b2-F-rw	2d2-F-rw
27		3c-F s				2b2-F-rw	2a2-c/F	2b2-F-rw	2d2-F-rw
28		3c-F s				2b2-F-rw	3a-F v/s	3a-F v/s	
29		3c-F s				2b2-F-rw	3a-F v/s	2b2-F-rw	
30		3c-F s				2b2-F-rw	3a-F v/s	2a2-c/F	
31		3c-F s				2b2-F-rw	3a-F v/s	2b2-F-rw	
32		3c-F s				2b2-F-rw	3a-F v/s	2b2-F-rw	
33						3a-F v/s	3a-F v/s	3a-F v/s	
34						2b2-F-rw	3a-F v/s	3a-F v/s	
35						4b-gw/F	3a-F v/s	3a-F v/s	
36						3a-F v/s	3a-F v/s	3a-F v/s	
37						3a-F v/s		3a-F v/s	
38						3a-F v/s		3a-F v/s	
39						3a-F v/s		3a-F v/s	
40						3a-F v/s		3a-F v/s	
41						3a-F v/s		3a-F v/s	
42						3a-F v/s			
43						3a-F v/s			
44						3a-F v/s			
45						3a-F v/s			

Figuur 9. De eulittorale transecten en gemeenschappen in 2012 langs de kust van Schouwen-Duiveland van west (links) naar oost (rechts). De kleuren geven de verschillende gemeenschappen aan. Zie bijlage 1 voor de verklaring van de codes. Zie= Zierikzee, Zeel-w = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-west, Zeel-m = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-midden, Zeel-o = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-oost.



2013	Wb	Burgh-R	Burgh-T0	Pt	Zie	Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o	Val
1	4a-F sp/v	1-cir	-	1-cir	0-Xan	-	1-cir	1-cir	0-Xan
2	4b-gw/F	1-cir	-	1-cir	1-L sax	-	1-cir	1-cir	0-Xan
3	4a-F sp/v	1-hd-Bli-2	-	1-cir	1-L sax	1-cir	6b-ld-F spi	1-cir	-
4	4a-F sp/v	1-hd-Bli-2	-	1-hd-Bli-2	1-ld-Bli-1	1-cir	6b-ld-F spi	1-hd-Bli-2	-
5	4a-F sp/v	1-hd-Bli-2	-	6a-hd-F spi	1-ld-Bli-1	1-cir	6a-hd-F spi	1-hd-Bli-2	-
6	3a-F v/s	1-hd-Bli-2	-	6a-hd-F spi	1-ld-Bli-1	1-cir	6a-hd-F spi	1-hd-Bli-2	-
7	3a-F v/s	1-hd-Bli-2	1-cir	6a-hd-F spi	1-hd-Bli-2	1-hd-Bli-2	4c-mF-gw	6a-hd-F spi	1-cir
8	3b-ld-Asco	1-hd-Bli-2	1-hd-Bli-2	3a-F v/s	4a-F sp/v	1-hd-Bli-2	4c-mF-gw	6a-hd-F spi	1-ld-Bli-1
9	3a-F v/s	1-hd-Bli-2	4a-F sp/v	3a-F v/s	4a-F sp/v	6b-ld-F spi	4c-mF-gw	6a-hd-F spi	1-hd-Bli-2
10	3a-F v/s	4c-mF-gw	4a-F sp/v	3a-F v/s	4a-F sp/v	6b-ld-F spi	4c-mF-gw	6a-hd-F spi	6a-hd-F spi
11	3a-F v/s	4c-mF-gw	4a-F sp/v	3a-F v/s	4a-F sp/v	4a-F sp/v	4c-mF-gw	6a-hd-F spi	6a-hd-F spi
12	3a-F v/s	3a-F v/s	4a-F sp/v	3a-F v/s	2a2-c/F	4a-F sp/v	4c-mF-gw	4c-mF-gw	4a-F sp/v
13	3a-F v/s	3a-F v/s	4a-F sp/v	3a-F v/s	2a2-c/F	4a-F sp/v	2b2-F-rw	2a2-c/F	6a-hd-F spi
14	3a-F v/s	3a-F v/s	4a-F sp/v	3a-F v/s	2a2-c/F	4a-F sp/v	2b2-F-rw	2a3-c/c	6a-hd-F spi
15	2a2-c/F	4c-mF-gw	2a2-c/F	3a-F v/s	2b2-F-rw	4a-F sp/v	2b2-F-rw	2b2-F-rw	2b2-F-rw
16	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3a-F v/s	2b2-F-rw	4a-F sp/v	2b2-F-rw	2a2-c/F	2b2-F-rw
17	3b-ld-Asco	3a-F v/s	2a2-c/F	3a-F v/s	2b2-F-rw	4a-F sp/v	2b2-F-rw	2b2-F-rw	2b2-F-rw
18	3a-F v/s	3c-F s	2a2-c/F	3a-F v/s	2b2-F-rw	4a-F sp/v	4a-F sp/v	2b2-F-rw	2b2-F-rw
19	3b-ld-Asco	3a-F v/s	2a2-c/F	3c-F s	8-Myt	4a-F sp/v	2a2-c/F	2b2-F-rw	2b2-F-rw
20	3b-ld-Asco	3a-F v/s	2a2-c/F	3c-F s	8-Myt	4a-F sp/v	2a2-c/F	2b2-F-rw	2b2-F-rw
21	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3c-F s	2b1-F-rw	4a-F sp/v	2a2-c/F	2a2-c/F	2b2-F-rw
22	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3c-F s	2b1-F-rw	2b2-F-rw	2b2-F-rw	2b2-F-rw	2b2-F-rw
23	3a-F v/s	3a-F v/s	2d1-F-rw		2a3-c/c	2b2-F-rw	2b2-F-rw	4a-F sp/v	2b2-F-rw
24	3c-F s	3a-F v/s	2a2-c/F		2a3-c/c	2b2-F-rw	2b2-F-rw	4a-F sp/v	2a3-c/c
25	3c-F s	3a-F v/s	8-Myt		2a3-c/c	2b2-F-rw	2b2-F-rw	3a-F v/s	2a3-c/c
26		3a-F v/s			2a3-c/c	2a2-c/F	2b2-F-rw	4a-F sp/v	2a3-c/c
27		3a-F v/s			2a3-c/c	2b2-F-rw	3b-ld-Asco	4a-F sp/v	2d2-F-rw
28		3a-F v/s			2a3-c/c	2b2-F-rw	3b-ld-Asco	4a-F sp/v	9-Fs-sub
29		3a-F v/s			2a3-c/c	2b2-F-rw	3b-ld-Asco	2a2-c/F	
30		3c-F s			2a3-c/c	3b-ld-Asco	3a-F v/s	4a-F sp/v	
31		3c-F s				3a-F v/s	3a-F v/s	3a-F v/s	
32		3c-F s				2b2-F-rw	3a-F v/s	2b2-F-rw	
33						3b-ld-Asco	3a-F v/s	2b2-F-rw	
34						3b-ld-Asco	3a-F v/s	2b2-F-rw	
35						3b-ld-Asco	3e-F sub	3b-ld-Asco	
36						2b2-F-rw		3b-ld-Asco	
37						3b-ld-Asco		3a-F v/s	
38						3b-ld-Asco		3b-ld-Asco	
39						3b-ld-Asco		3a-F v/s	
40						3b-ld-Asco		3a-F v/s	
41						3b-ld-Asco		3c-F s	
42						3b-ld-Asco		3c-F s	
43						3b-ld-Asco		3c-F s	
44						3b-ld-Asco			
45						3b-ld-Asco			
46						3a-F v/s			
47						3a-F v/s			
48						3a-F v/s			
49						3a-F v/s			

Figuur 10. De eulittorale transecten en gemeenschappen in 2013 langs de kust van Schouwen-Duiveland van west (links) naar oost (rechts). De kleuren geven de verschillende gemeenschappen aan. Zie bijlage 1 voor de verklaring van de codes. Zie= Zierikzee, Zeel-w = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-west, Zeel-m = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-midden, Zeel-o = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-oost.



Figuur 11. Verdeling van de sublittorale levensgemeenschappen op hard substraat langs de kust van Schouwen-Duiveland in de periode 2009-2013.

3.1.2 Sublittoraal

Evenals de eulittorale zone vertonen de gemeenschappen in het sublittoraal een duidelijke zonering in het mondingsgebied, middengebied en het Zijpe. Zoutgehalte en stroming zijn bepalende factoren voor het voorkomen van soorten (Figuur 11). Een beschrijving van de gemeenschappen die in deze figuren benoemd staan is te vinden in Bijlage 2 en 3.

3.1.3 Infralittoraal

De zonering van hard substraat gemeenschappen in infralittoraal (1.5-4.0 m -NAP) van de Oosterschelde vertoond een duidelijke geografische spreiding met in monding een gemeenschap van hoorntjeswier (*Ceramium rubrum*) en het buiswier (*Polysiphonia nigrescens*) de meest dominante wiersoorten en in de gemeenschap in het tussenliggende gebied, waarin de Zeelandbrug en Zierikzee ligt, het roodwier (*Heterosiphonia japonica*) en het gaffelwier (*Dictyota dichotoma*).

In 2010 (T1) is op het nieuwe breuksteen een pioniersgemeenschap aangetroffen met zeepokken op het substraat en met rood hoorntjeswier (*Ceramium rubrum)* en donker buiswier (*Polysiphonia nigrescens)* als de meest dominante wieren. Op de referentie locaties in het tussenliggende gebied kwamen het roodwier *Heterosiphonia japonica* en Gaffelwier (*Dictyota dichotoma)* voor als de meest dominante wieren.
In 2011 (T2) zijn de zeepokken afgestorven. *Rood hoorntjeswier* en *donker buiswier* zijn sterk afgenomen in bedekking afgenomen terwijl *Heterosiphonia japonica* juist was toegenomen. Op één station werd een afwijkende gemeenschap met een dominantie van het wakame-wier (*Undaria pinnatifida)* en kokerbouwende organismen gevonden.
In 2012 (T3) hadden zich nog geen Japanse oesters op de nieuwe substraten gevestigd en bleef de situatie uit 2011 bestaan met als dominante soort *Heterosiphonia japonica* . De gemeenschap met wakame en kokerbouwende organismen is echter niet teruggevonden.
In 2013 (T4) bleef de situatie van 2012 bestaan (Figuur 12).



Figuur 12. De pioniersgemeenschap op de nieuwe bodem bij de Zeelandbrug in 2013, met de roodwiere:n Agardhiella subulata, rood hoorntjeswier (Heterosiphonia japonica) en Nitophyllum punctatum *(Bron: de Kluijver et al., 2014).*

Op de locatie Zierikzee is in 2013 (T0) de gemeenschap gevonden die ook op de referentie locaties in het tussenliggende gebied voorkwam met Japanse Oester en roodwieren waarvan *Heterosiphonia japonica* dominant.

3.1.4 Circalittoraal

Ook in de circalittorale zone (4.1-18.5 m -NAP) bestaan er duidelijk herkenbare gemeenschappen in de monding, het Zijpe en het tussenliggende gebied.

In 2010 (T1) is op de nieuwe substraten een pioniersgemeenschap gevonden met een dominantie van zeepokken en de solitaire doorzichtige zakpijp (*Ciona intestinalis*). Deze gemeenschap is zowel op breuksteen als staalslakken aangetroffen.
In 2011 (T2) heeft deze pioniersgemeenschap zich verder ontwikkeld. Kokerbouwende organismen en kolonievormende zakpijpen (*Diplosomalisterianum* en *Didemnum vexillum*) vormen de dominante soorten terwijl de zeepokken zijn afgestorven. Ook deze gemeenschap is zowel op breuksteen als staalslakken aangetroffen. De Japanse oester is nog niet aangetroffen.
In 2012 (T3) is dezelfde pioniersgemeenschap op beide substraten aanwezig. Wel treden er binnen de gemeenschap verschuivingen binnen de dominante soorten op. De bedekking van kokerbouwende organismen is afgenomen en die van het mosdier (*Scrupocellaria scruposa)* nam toe.
In 2013 (T4) is opnieuw dezelfde pioniersgemeenschap op beide substraten aanwezig (Figuur 13). Toch zijn er op soortsniveau ontwikkelingen in de toename van bedekkingspercentages zichtbaar. Ook zijn voor het eerst de meerjarige soorten Japanse oester en de mossel (*Mytilus edulis*) aangetroffen.

Analyses op gemeenschapsniveau in 2009-2013 bij de Zeelandbrug tonen aan dat voor de ontwikkelingen van de gemeenschappen op de nieuwe substraten de factor tijd belangrijker is dan de factor breuksteen of staalslakken. Doordat de pioniersgemeenschap uit 2011 in zowel 2012 als in 2013 is blijven bestaan, op beide typen bedekking, kan nog geen uitspraak worden gedaan over eventuele positieve of negatieve effecten door het gebruik van staalslakken of breuksteen op de lange termijn.

De locatie Zierikzee wordt in 2013 (T0) gedomineerd door de Japanse oester, kokerbouwende organismen, kolonievormende zakpijpen (*Didemnum vexillum* en *Diplosoma listerianum*), de hydroïdpoliepen (*Eudendrium ramosum en Halecium halecinum*). Deze gemeenschap is ook gevonden op de referentie locaties in het tussenliggende gebied.



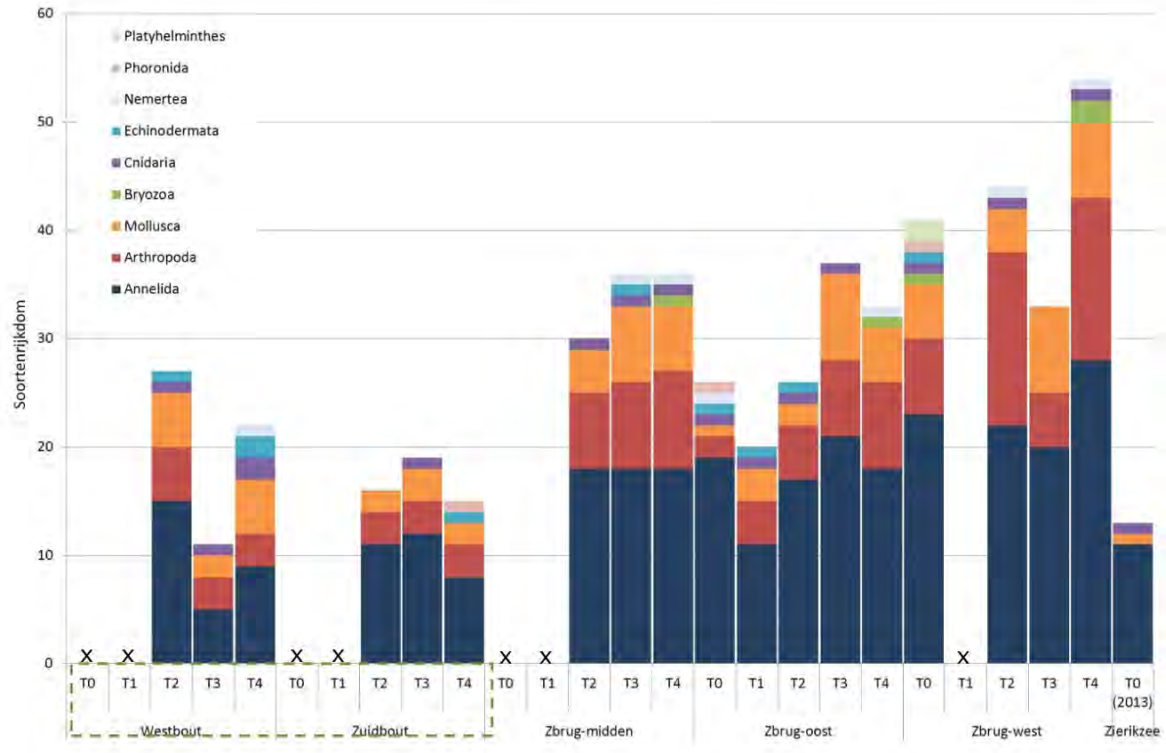
Figuur 13. Pioniergemeenschappen op de nieuwe bodem bij de Zeelandbrug in het circalittoraal. Links: pioniersgemeenschap op breuksteen in 2013, met de hydroïdpoliep (Halecium halecinum), de slibanemoon (Sagartia troglodytes) en de zakpijpen Didemnum vexillum, gewone slingerzakpijp (Botrylloides violacea), vuilwitte zakpijp (Ascidiella aspersa) en doorzichtige zakpijp (Ciona intestinalis). Rechts: De pioniersgemeenschap op staalslakken in 2013, met de hydroïdpoliep (Halecium halecinum), de broodspons (Halichondria panicea) en de zakpijpen Didemnum vexillum, gewone slingerzakpijp, geleikorst zakpijp (Diplosoma listerianum), vuilwitte zakpijp endoorzichtige zakpijp (bron: de Kluiver et al., 2014).

3.2 Inventarisatie van fauna in zacht substraat (sediment) (Infauna)

In dit gedeelte wordt ingegaan op de locaties Zeelandbrug (T4) en Zierikzee (T0) en referentielocaties Westbout en Zuidbout, omdat deze in 2013 zijn bemonsterd. De infauna bemonstering kon op alle locaties worden uitgevoerd, omdat overal voldoende sediment aanwezig was.

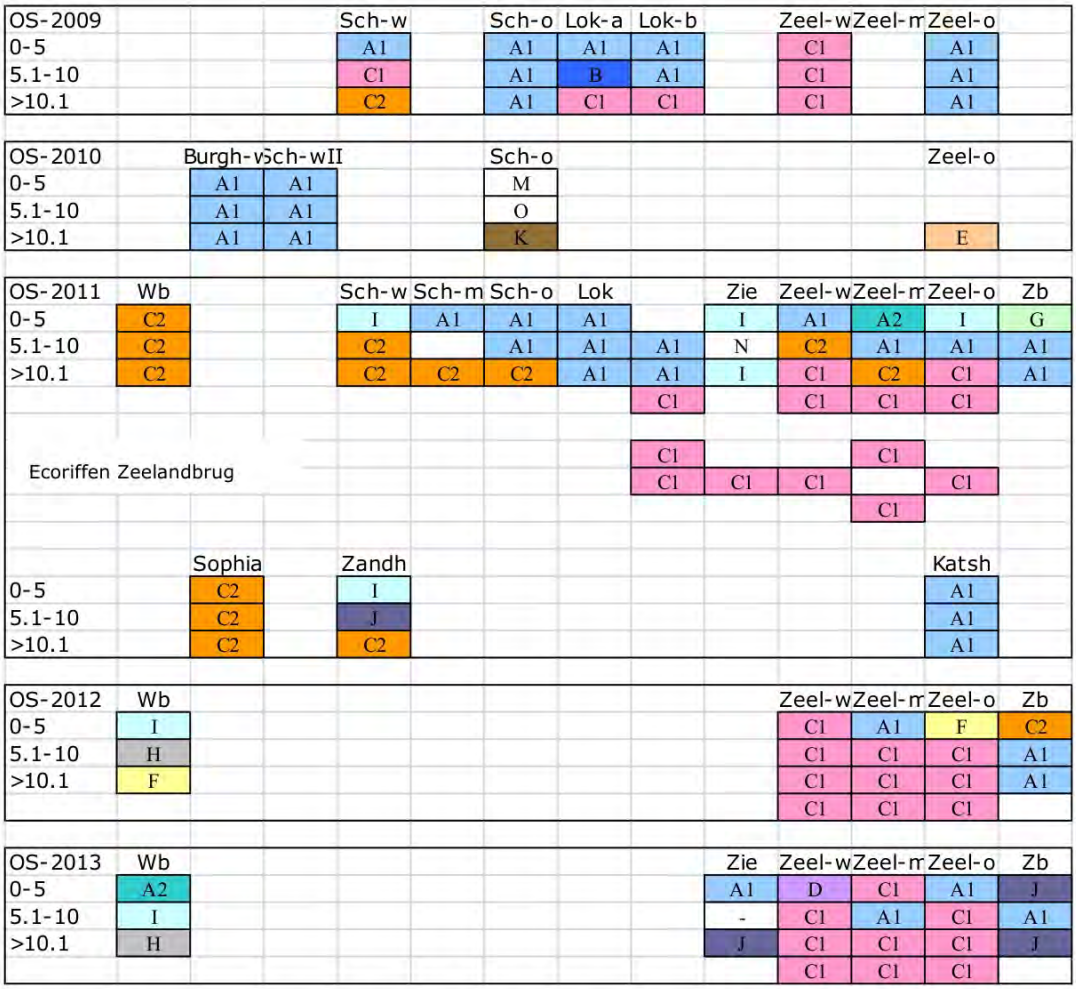
3.2.1 Infauna gemeenschappen

Zowel abundantie als diversiteit van soorten variëren per locatie en per diepte (Figuur 14). De soortenrijkdom en dichtheden van infauna bij de Zeelandbrug tijdens de T4-meting laat met enige fluctuatie herstel zien. De gemiddelde soortenrijkdom op 15 meter is hoger dan op 3 en 7 meter. Zowel de soortenrijkdom als de dichtheden zijn bij de met staalslakken verdedigde vooroever van de Zeelandbrug over het algemeen hoger dan bij de referentielocaties Zuidbout en Westbout. De referentielocaties laten net als de bestorte locaties een jaarlijkse fluctuatie zien in zowel soortenrijkdom als totale dichtheid.
De T0-meting bij Zierikzee resulteert in een totaal van 14 soorten, waarvan 11 soorten aanwezig op 15 meter. Op 7 meter is wel sediment bemonsterd maar hierin zijn geen soorten gevonden.
Op alle locaties vormen Annelida (wormachtigen) de grootste vertegenwoordiging van de soortenrijkdom gevolgd door Arthropoda (geleedpotigen) en Mollusca (weekdieren).



Figuur 14. Soortenrijkdom van de verschillende fyla op de bemonsterde locaties in de Oosterschelde op T0 (2009), T1 (2010), T2 (2011), T3 (2012) en T4 (2013) op locatie Zeelandbrug en T0 (2013) op locatie Zierikzee inclusief twee referentielocaties, Westbout en Zuidbout (aangegeven met een groene gebroken vierkant). X geeft aan wanneer er geen bemonstering plaats heeft gevonden.

De analyse van gemeenschappen laat zien dat er bij de Zeelandbrug op grotere diepte, en op de oude, niet bestorte bodem, de soortenrijke gemeenschap C1 is aangetroffen (Figuur 15 en Tabel 4). Een beschrijving van de gemeenschappen is te vinden in Bijlage 4. Op het talud op minder grote diepte is een enkele maal gemeenschap A1 gevonden, en tussen het breuksteen op 3.5 meter zijn soms soortenarme varianten gevonden. Vanaf twee jaar na de bestorting lijkt vanuit grotere diepten een herstel van het infauna op te treden.
Op de locatie Zierikzee werd in de infralittorale zone gemeenschap A1 gevonden, op 7.5 meter diepte waren geen soorten aanwezig, en op 15 meter werd gemeenschap J gevonden. De dichtheid van de soorten was echter lager dan in gemeenschap J op de oostelijke referentie locatie Zuidbout.



Figuur 15. Schematische verdeling van de clusters over de locaties in de Oosterschelde van west (links) naar oost (rechts). De kleuren geven de verschillende gemeenschappen van soorten aan. Zie Tabel 4 voor de verklaring van de codes. Zeel-w = Zeelandbrug-west, Zeel-m = Zeelandbrug-midden, Zeel-o = Zeelandbrug-oost, Zie = Zierikzee, Wb = Westbout en Zb = Zuidbout.

Tabel 4. Aantal soorten per taxa en de dichtheden binnen de clusters. Vet gedrukte dichtheden geven een presentie van de soort in 66.7% van de stations van een gemeenschap, onderstreepte waarden geven per soort een voorkomen van minimaal 90% van de totale dichtheid binnen de onderzochte stations.

aantal soorten	A1	A2	B	C1	C2	D	E	F	G	H	I	J	K	M	N	O	leeg
Actiniaria	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
Bryozoa	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Crustacea	21	0	1	42	17	3	4	4	1	2	3	2	1	0	1	0	0
Echinodermata	3	0	0	6	3	0	1	0	0	2	1	1	1	0	0	0	0
Hydrozoa	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Mollusca	15	0	0	19	13	5	3	1	0	1	2	2	0	1	0	1	0
Nemertea	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Oligochaeta	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Phoronida	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Platyhelminthes	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polychaeta	36	3	6	70	37	6	11	7	3	5	6	5	1	0	0	0	0
Pycnogonidae	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Porifera	1	0	0	2	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
Ascidiacea	1	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
totaal aantal soorten	82	4	8	152	75	17	20	12	5	16	13	12	5	1	1	1	0

dichtheid	A1	A2	B	C1	C2	D	E	F	G	H	I	J	K	M	N	O	leeg
Actiniaria	60,5	0,0	0,0	59,5	127,2	0,0	200,9	0,0	0,0	125,6	0,0	0,0	351,6	0,0	0,0	0,0	0,0
Ascidiacea	3,9	0,0	0,0	7,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,1	0,0	0,0	50,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Crustacea	133,9	0,0	50,2	1204,1	264,5	200,9	552,5	100,5	50,2	100,5	28,7	25,1	50,2	0,0	50,2	0,0	0,0
Echinodermata	11,6	0,0	0,0	34,4	13,4	0,0	100,5	0,0	0,0	50,2	14,4	25,1	50,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Phoronida	30,9	0,0	0,0	23,8	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Porifera	1,3	0,0	0,0	5,3	0,0	50,2	0,0	0,0	0,0	25,1	0,0	12,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Nemertea	56,7	0,0	0,0	18,5	6,7	0,0	0,0	0,0	0,0	25,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Hydrozoa	0,0	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Polychaeta	1638,2	502,3	452,0	6406,5	3288,2	2762,5	2109,5	426,9	150,7	226,0	150,7	276,2	50,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Mollusca	217,6	0,0	0,0	717,7	2005,7	351,6	200,9	50,2	0,0	25,1	43,1	25,1	0,0	50,2	0,0	50,2	0,0
Oligochaeta	2067,0	75,3	1255,7	1582,1	596,0	301,4	0,0	0,0	50,2	150,7	78,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Bryozoa	1,3	0,0	0,0	6,6	0,0	50,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pycnogonidae	0,0	0,0	0,0	17,2	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Platyhelminthes	0,0	0,0	0,0	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
n/m2	4222,9	577,6	1757,9	10090,2	6308,5	3716,8	3164,3	577,6	251,1	778,5	315,7	389,3	552,5	50,2	50,2	50,2	0,0

3.2.2 Sediment karakteristieken

Bij de T4-monitoring is ook de sedimentsamenstelling op de verschillende locaties en de relatie met gemeenschappen onderzocht. Sedimentatie vindt vooral plaats tijdens de kentering van het getij, als er relatief weinig stroming is waardoor sedimentdeeltjes op de bodem kunnen neerslaan. Van dit neergeslagen sediment zijn de korrelgrootte en percentages droge stof en organische stof bepaald (Figuur 16). De gemeenschappen kunnen in drie verschillende habitats gegroepeerd worden:

1. Clusters die beperkt zijn tot zandige bodems met een zeer laag gehalte aan organische stof (< 2%) en een hoog percentage droge stof (> 75%): G en H. Deze clusters zijn in relatief lage dichtheden aangetroffen en onder specifieke omstandigheden voor: een ondiep zandplateau op de oostelijke referentie locatie en in de stroomgeul van de westelijke referentie locatie.
2. Clusters die in een brede range voorkomen van zandige bodems (percentage droge stof 50-75%) en met een laag gehalte aan organisch stof (2-6%): C1, C2, F en J. Cluster C1 en C2 zijn soortenrijk en de individuen zijn in hoge dichtheden aangetroffen. Gezien de verdeling van deze clusters tijden de T0-situatie in 2009 en op de referentielocaties in 2011 zijn dit een westelijke en een oostelijke gemeenschap op relatief geëxponeerde locaties. In 2011 is gemeenschap C2 op gehele vooroever voor op de westelijke locaties Westbout en Sophiahaven en in de diepere delen op de locatie Schelphoek aangetroffen. Gemeenschap C1 vertoonde zich vooral voor in de diepere delen op de locaties Lokkersnol en Zeelandbrug. De clusters F en J zijn soortenarm, en aanwezige individuen zijn in lage dichtheden aangetroffen. Opvallend is dat deze gemeenschappen vooral op de referentielocaties zijn aangetroffen en dat ze in 2012 en 2013 meer algemeen waren dan in de periode 2009-2011. Qua verspreiding lijken dit soortenarme varianten van de gemeenschappen C2 en A1, maar voor het ontstaan van deze soortenarme varianten kan op dit moment geen verklaring worden gegeven.

3. Clusters die beperkt zijn tot slibbige bodems met een hoog gehalte aan organisch stof (> 6%) en een laag percentage aan droge stof (< 50%): clusters A1, I, A2, D, N en zelfs een station zonder soorten. Cluster A1 was algemeen en isvooral hoger op de vooroever voor, boven de gemeenschappen C2 en C1, aangetroffen. Cluster D is in 2013 in de infralittorale zone op de locatie Zeelandbrug-west gezien, en was nog soortenrijk. De overige clusters zijn arm aan soorten, en dichtheden waren laag. Op het station met het laagste percentage droge stof (30.0%) en een hoog percentage organische stof (10.9%) kwamen helemaal geen soorten voor.

De sedimentatie van fijne fracties gedurende de kentering lijkt redelijk uniform. Op de ongestoorde oude zandbodem blijken de fijne gesedimenteerde fracties direct te worden afgevoerd. Op het staalslakbed blijft het sediment alleen op beschutte plaatsen liggen en is het sediment rijker aan organische stof. Op minder grote diepte, waar de staalslakken gedeeltelijk zijn afgedekt met breuksteen, vindt een accumulatie van gesedimenteerd materiaal plaats. Er zijn dus duidelijk verschillen in bodemsamenstelling zichtbaar bij de Zeelandbrug. Het hogere percentage droge stof op 15 meter diepte duidt mogelijk op meer horizontaal transport van zand en mogelijk ook meer sedimentatie ten opzichte van 3 en 7 meter.

Met een CAP-analyse (canonionical analysis of principal coordinates)zijn verschillende gemeenschappen over sedimenten geprojecteerd. Hieruit blijkt dat de soortenrijke gemeenschap C1 op de oude bodem en in de diepere sedimenten voorkomen (Figuur 17). Uit de analyses komen twee sturende factoren voor type soortengemeenschappen naar voren: variatie in de tijd en een sterke verhoging van het percentage organische stof binnen de bodemsedimenten.

OS-2009				Sch-w		Sch-o	Lok-a	Lok-b		Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o	
0-5				28,7		72,5	53,3			32,0		50,0	
5.1-10				-		40,3	63,3			-		39,6	
>10.1				42,1		23,5	85,3			-		4,7	

OS-2010		Burgh-w	Sch-wII		Sch-o						Zeel-o	
0-5		29,6	20,2		65,6							
5.1-10		30,8	43,9		74,5							
>10.1		20,0	28,9		78,3						72,7	

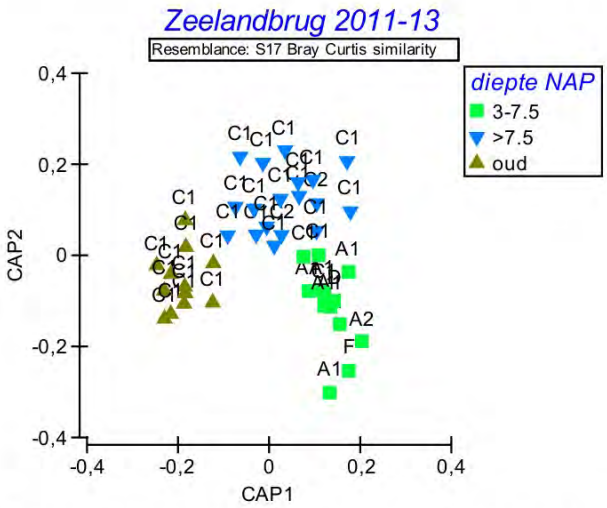
OS-2011	Wb			Sch-w	Sch-m	Sch-o	Lok		Zie	Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o	Zb
0-5	6,1			90,2	76,0	64,7	83,5		88,0	69,9	54,0	69,4	3,2
5.1-10	3,0			28,5		73,7	85,3	71,9	87,6	34,8	76,0	60,0	20,0
>10.1	4,0			49,2	43,1	33,6	70,9	69,3	75,7	10,4	23,1	26,6	36,8
								22,8		14,8	13,4	3,5	
								60,1			6,9		
								13,7	13,2	11,9		13,6	
											10,0		
		Sophia		Zandh								Katsh	
0-5		16,7		53,3								15,5	
5.1-10		8,4		38,6								15,7	
>10.1		7,3		37,0								18,0	

OS-2012	Wb									Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o	Zb
0-5	15,2									64,4	38,8	63,4	25,1
5.1-10	9,3									41,3	63,0	13,6	31,8
>10.1	20,7									22,3	17,5	15,4	31,3
										9,8	8,6	5,4	

OS-2013	Wb								Zie	Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o	Zb
0-5	17,7								43,6	59,0	52,6	74,4	7,2
5.1-10	10,0								77,2	63,6	71,4	30,9	31,5
>10.1	17,4								87,6	51,6	32,5	38,4	29,9
										38,9	11,6	11,0	

Type sediment:	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
dominante fractie in mm	>2.8	2.8-1.4	1.4-0.6	0.6-0.3	0.3-0.15	0.15-0.09	0.09-0.05	<0.05
Benaming	schelprest		zeer grof zand	grof zand	fijn zand	zeer fijn zand	ultra fijn zand	slib

Figuur 16. De samenstelling van de bodemsedimenten en de percentages droge en organische stof. De verschillende typen zijn in kleuren weergegeven (V-blauw, VI-groen, V(dis)-bruin en VIII-rood). De typologie van de kleuren is onderaan nader beschreven. De getallen geven het percentage van de fracties ≤90 µm aan.



Figuur 17. Verdeling van de gemeenschappen over de vooroever van de Zeelandbrug en de oude bodem. Wanneer de verschillende gemeenschappen over sedimenten geprojecteerd worden, blijkt dat ook hier de soortenrijke gemeenschap C1 op de oude bodem en in de diepere sedimenten voorkomen.

3.3 Inventarisatie van zware metalen in schelpdieren

3.3.1 Gehalten in schelpdieren

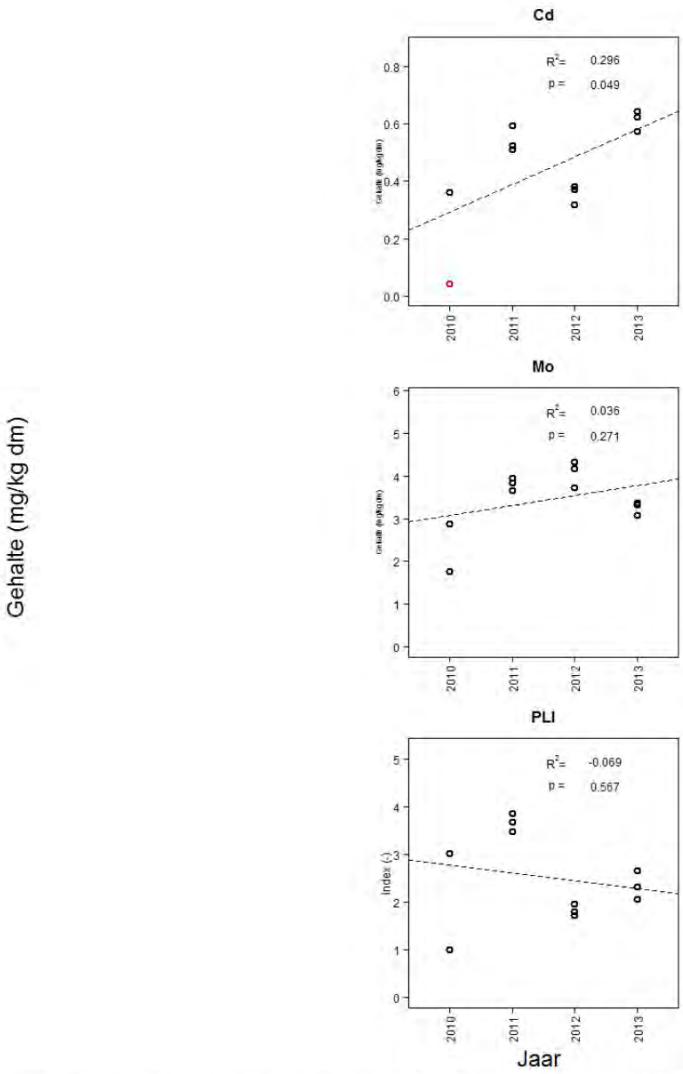
In 2013 zijn de gemiddelde metaalconcentraties in oester- en mosselweefsel bij locatie Zeelandbrug in 2013 gemeten. Voor veruit de meeste metalen is in 2013 geen significant toe- of afname in de tijd geconstateerd (Bijlage 5).

Figuur 18 en Figuur 19 geeft een overzicht van trends van metaalgehalten in oesters en mosselen en de Pollution Load Index (PLI) die in de periode 2009-2013 significante toe- of afname vertoonden. De overige dataseries van metaalconcentraties zijn opgenomen in Bijlage 6.

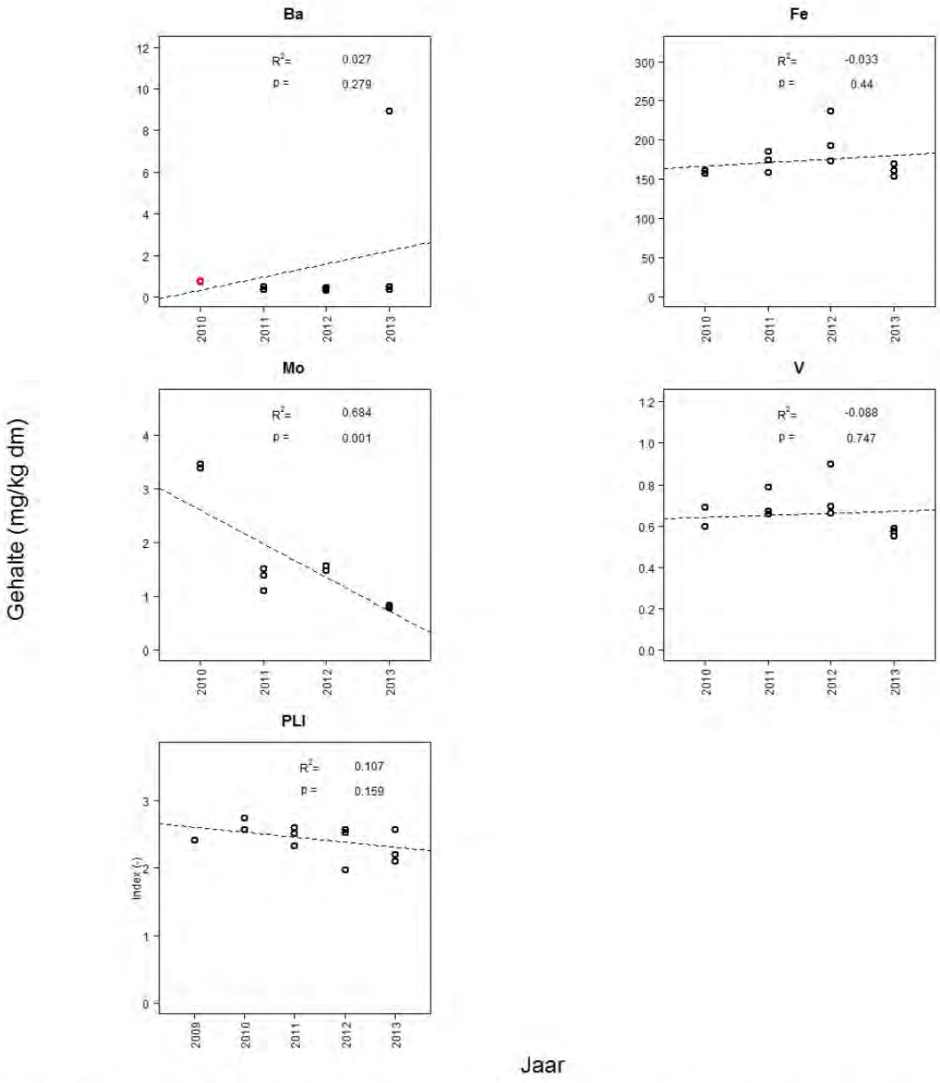
In mosselen is alleen voor cadmium (Cd) een significant toenemende trend gevonden (Figuur 18). Deze trend wordt veroorzaakt door een laag gehalte gemeten in 2010 onder de detectielimiet, zie figuur 1B in Bijlage B. Zonder dat punt onder de detectielimiet is er geen significant lineaire trend ($p=0.232$). Echter, ook als de cadmium concentratie in 2010 nul was zou de positieve trend significant blijven. Voor molybdeen (Mo) in mosselen is in de tijdserie tot en met 2012 een significante toename vastgesteld ($p=0.012$; Glorius e.a., 2013). In 2013 lijkt deze trend gekeerd en zijn de gemeten waarden vergelijkbaar met die van 2010 (t-test tussen 2010 en 2013: $p=0.334$, Figuur 18).

In Japanse oester neemt de molybdeenconcentratie significant af (Figuur 19). Hier geldt dat dit m.n. veroorzaakt wordt door verschil in concentratie van de eerste twee metingen (2009 en 2010) met metingen uitgevoerd in 2011 t/m 2013. Een significant negatief lineaire trend in bariumconcentratie tot 2012 (Glorius et al. 2013) is niet langer significant met inbegrip van 2013 ($p= 0.279$,Figuur 19). 2013 laat voor barium een hoge waarde zien, maar ook zonder deze uitbijter blijft de trend niet significant ($p=0.397$). IJzer- en vanadiumconcentratie namen tot en met 2012 significant toe (Glorius et al. 2013). Met toevoeging van de meting van 2013 zijn ook deze beide significant positief lineaire trends verdwenen (Figuur 19).

Voor beide schelpdiersoorten geldt dat de PLI geen significante toe- of afname laat zien (Figuur 18 en Figuur 19).



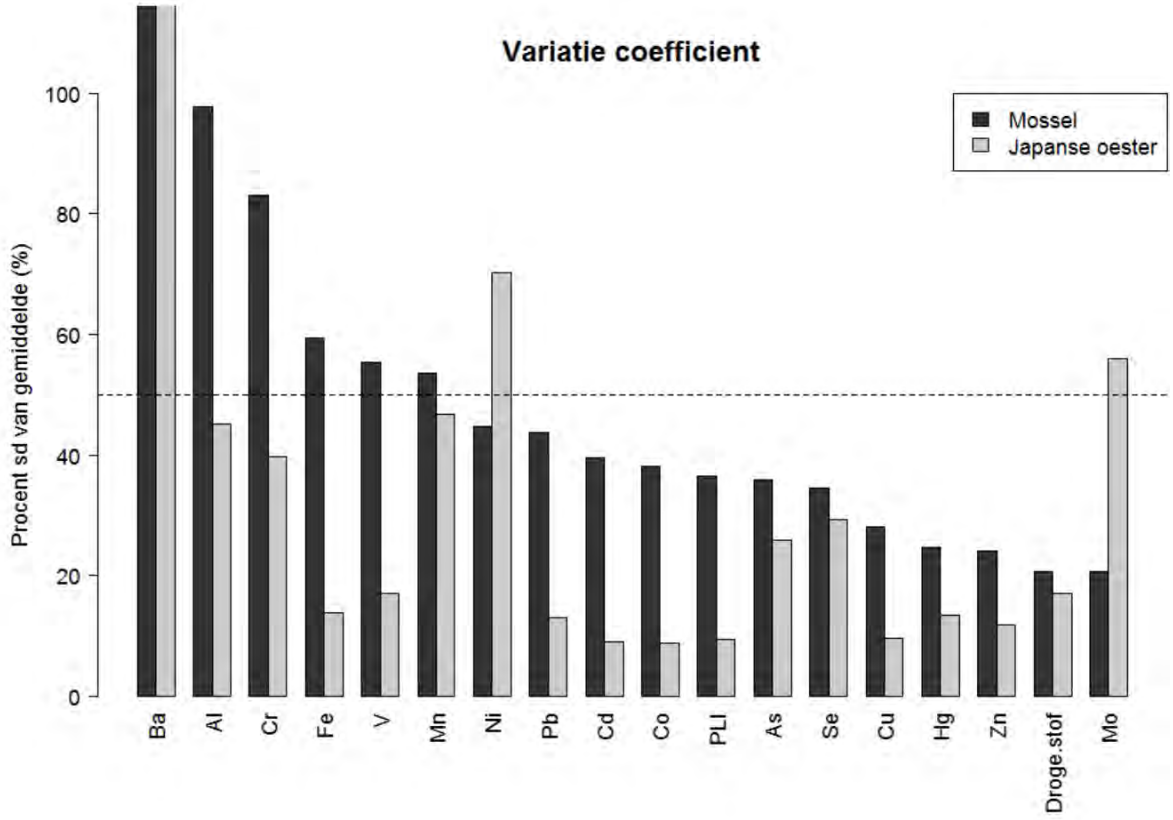
*Figuur 18. Trend in metaalconcentratie (Cadmium, Barium en Pollution Load Index (PLI)) gemeten in **mosselen** (mg/kg droge stof). Rode datapunten betreffen waarden < detectielimiet. Met de stippellijn wordt de lineaire trendlijn weergegeven. Significantie van de lijn aangegeven in R2 en p-waarde. Variatie metaalconcentratie*



*Figuur 19. Trend in metaalconcentratie (Cadmium, Barium en Pollution Load Index (PLI)) gemeten in **oesters**(mg/kg droge stof). Rode datapunten betreffen waarden < detectielimiet. Met de stippellijn wordt de lineaire trendlijn weergegeven. Significantie van de lijn aangegeven in R2 en p-waarde. Variatie metaalconcentratie*

De variatie in metaalconcentratie over de jaren is in mosselen voor de meeste metalen (m.u.v. Molybdeen en Nikkel) groter dan in oesters (Figuur 20). De grotere variatie in metaalconcentraties in mosselen kan veroorzaakt worden doordat er meer variatie tussen individuele mosselen zit in de opname van metalen (door bv. variatie in filtratie), of de verwerkingssnelheid van metalen.

Veel van de metalen komen in mosselen en oesters in min of meer gelijke gemiddelde concentratie voor. Koper- en zinkconcentraties zijn daarentegen hoger in oesters dan in mosselen, zonder een aanwijsbare trend in de tijd. Dit verschil wijst op een specifieke opname en verwerking (opslag dan wel uitscheiding) van deze twee metalen door oesters.



Figuur 20. Procentueel aandeel van de standaarddeviatie op de gemiddelde metaalconcentratie, droge stof en Pollution Load Index. Met de horizontale stippellijn wordt de (arbitraire) grens van een sd van 50% van het gemiddelde weergegeven. Procent sd van gemiddelde waarde van barium (Ba) is voor mosselen 165% en voor Japanse oesters 204%, hetgeen veroorzaakt wordt door 1 monsterpunt in beide soorten uit 2013. Zonder die punten is het procent sd van gemiddelde waarde van barium 73 en 32% respectievelijk voor mosselen en Japanse oesters.

3.3.2 Droge stof

Het gehalte droge stof ligt in mosselen hoger (gem. 15.35 %, sd = 3.18) dan in de Japanse oester (gem. 10.41 %, sd = 1.77). Het gehalte droge stof, een indicatie voor de grootte van individuen, is niet toe- of afgenomen over de tijd (2009-2013) in beide soorten. Hierdoor is aan te nemen dat de trends in metaalconcentraties over de tijd niet veroorzaakt worden door een verschil in individuele grootte over de tijd.

3.3.3 Vergelijking met consumptienormen

Door het vergelijken gehalten aan zware metalen in de organismen met bestaande normen voor biota kan verder ingeschat worden of een metaal effect kan geven. Normen voor metalen in biota zijn echter vrijwel niet beschikbaar.

De Kaderrichtlijn Water (KRW) heeft voor drie prioritaire stoffen een MilieuKwaliteitsNorm (MKN) voor biota afgeleid: (methyl)kwik, hexachloorbenzeen en hexachloorbutadieen (EC, 2008). De MKN voor (methyl)kwik is vastgesteld op 0,02 mg/kg natgewicht (Tabel 5). In ongewervelde dieren is grofweg 50% van het gemeten kwik aanwezig in de vorm van (methyl)kwik. Het natgewicht gehalte aan kwik in organismen is om te rekenen aan de hand van het drooggewicht gehalte en het droge stof percentage. Als het berekende natgewicht gehalte vervolgens wordt gehalveerd kan toetsing aan de MKN-norm plaatsvinden.

OSPAR heeft voor de Quality Status Report van 2010 (QSR2010) drie zware metalen in schelpdieren (mosselen en oesters) geevalueerd: kwik, lood en cadmium (Tabel 5)(OSPAR, 2009). In afwezigheid van een aanbevolen Environmental Assessment Concentration (EAC) voor metalen in biota is er voor QRS2010 gewerkt met bestaande normen voor schelpdieren voor humane consumptie (EC No 1881/2006). Deze worden standaard weergegeven op basis van natgewicht. OSPAR heeft t.b.v. het Quality status report van 2010 een afgeleide humane consumptie norm berekend op basis van doorgewicht i.p.v. natgewicht. Deze norm hanteren wij in dit rapport. OSPAR heeft daarvoor een standaardomrekening gemaakt van natgewicht naar drooggewicht door het vermenigvuldigen van de natgewichtnorm met het getal vijf, waardoor normen op basis van drooggewicht zijn uitgedrukt (Tabel 5).

De gehalten aan kwik in mosselen en oesters van de T4 monitoring in 2013 (Tabel 6 en Tabel 7) liggen onder -MKN-norm voor (methyl)kwik die onder KRW gehanteerd wordt. Gehalten aan kwik in mosselen en oesters bedragen respectievelijk 0,024-0,026 mg/kg natgewicht en 0,021-0,025 mg/kg natgewicht. 50% hiervan (zie twee alinea's hierboven) is respectievelijk 0,012-0,013 mg/kg natgewicht en 0,011-0,013 mg/kg natgewicht. Dit is lager dan de MKN norm van 0.02 mg/kg natgewicht. Vergelijking van gehalten in mosselen en oesters van de T4 monitoring in 2013 uit de Oosterschelde (Tabel 6 en Tabel 7) met normen voor zware metalen laat tevens zien dat alle gehalten onder de norm voor humane consumptie liggen. Voor de andere zware metalen zijn geen normen beschikbaar in dieren waardoor geen vergelijking met normen kan plaatsvinden.

Tabel 5. Milieu- en consumptienormen voor schelpdieren.

Metaal	Norm	Specificatie	Soort norm	Referentie
(Methyl)Kwik	0.02 mg/kg natgewicht	Biota	KRW	EC (2008)
Kwik	2.5 mg/kg drooggewicht	Mosselen en oesters	OSPAR/humane consumptie	OSPAR (2009)
Lood	7.5 mg/kg drooggewicht	Mosselen en oesters	OSPAR/humane consumptie	OSPAR (2009)
Cadmium	5.0 mg/kg drooggewicht	Mosselen en oesters	OSPAR/humane consumptie	OSPAR (2009)

Tabel 6. Gehalten aan metalen (mg/kg drooggewicht) in mossel (Mytilus edulis) uit de Oosterschelde.

Locatie	**Metaal**	**Gehalte** (mg/kg d.s.)	**Periode**	**Referentie**
Wemeldinge	cadmium	0.4 – 1.4	1996 - 2002	Mubiana e.a. (2005)
Roompot tot Krabbendijke	cadmium	1 - 2	2002	Mubiana & Blust (2006)
Burghsluis tot Yerseke	cadmium	0.28-0.47	2009	Poelman e.a. (2010)
Burghsluis tot Yerseke	cadmium	0.24-0.26	2010	Poelman e.a. (2011)
Schelphoek tot Zeelandbrug	cadmium	0.22 – 0.38	T0 Cluster 1 (2009)	vdHeuvel-Greve e.a. (2011)
Zeelandbrug-pijler	cadmium	<0.042-0.36	T1 Cluster 1 (2010)	vdHeuvel-Greve e.a. (2011)
Burghsluis-west	cadmium	0.3 - 0.4	T0 Cluster 2 (2010)	vdHeuvel-Greve e.a. (2011)
Zeelandbrug-pijler	cadmium	0.51 - 0.59	T2 Cluster 1 (2011)	vdHeuvel-Greve e.a. (2012)
Zeelandbrug-pijler	cadmium	0.32 - 0.38	T3 Cluster 1 (2012)	vdHeuvel-Greve e.a. (2013)
Zeelandbrug-pijler	cadmium	0.57 – 0.64	T4 Cluster 1 (2013)	Dit rapport
Wemeldinge	chroom	0.8 – 5.3	1996 - 2002	Mubiana e.a. (2005)
Roompot tot Krabbendijke	chroom	1.5 – 2.0	2002	Mubiana & Blust (2006)
Burghsluis tot Yerseke	chroom	1.0 - 2.0	2009	Poelman e.a. (2010)
Burghsluis tot Yerseke	chroom	0.9 - 1.9	2010	Poelman e.a. (2011)
Schelphoek tot Zeelandbrug	chroom	0.8 – 1.9	T0 Cluster 1 (2009)	vdHeuvel-Greve (2009)
Zeelandbrug-pijler	chroom	<0.21 – 2.4	T1 Cluster 1 (2010)	vdHeuvel-Greve e.a. (2011)
Burghsluis-west	chroom	0.80 – 0.97	T0 Cluster 2 (2010)	vdHeuvel-Greve e.a. (2011)
Zeelandbrug-pijler	chroom	1.6 – 2.9	T2 Cluster 1 (2011)	vdHeuvel-Greve e.a. (2012)
Zeelandbrug-pijler	chroom	0.4 - 0.9	T3 Cluster 1 (2012)	vdHeuvel-Greve e.a. (2013)
Zeelandbrug-pijler	chroom	0.40 – 0.51	T4 Cluster 1 (2013)	Dit rapport
Wemeldinge	ijzer	54 - 413	1996 - 2002	Mubiana e.a. (2005)
Roompot tot Krabbendijke	ijzer	100 - 200	2002	Mubiana & Blust (2006)
Schelphoek tot Zeelandbrug	ijzer	90 - 154	T0 Cluster 1 (2009)	vdHeuvel-Greve (2009)
Zeelandbrug-pijler	ijzer	151 - 244	T1 Cluster 1 (2010)	vdHeuvel-Greve e.a. (2011)
Burghsluis-west	ijzer	157 - 173	T0 Cluster 2 (2010)	vdHeuvel-Greve e.a. (2011)
Zeelandbrug-pijler	ijzer	355 - 381	T2 Cluster 1 (2011)	vdHeuvel-Greve e.a. (2012)
Zeelandbrug-pijler	ijzer	90 - 105	T3 Cluster 1 (2012)	vdHeuvel-Greve e.a. (2013)
Zeelandbrug-pijler	ijzer	116.1- 134.9	T4 Cluster 1 (2013)	Dit rapport
Wemeldinge	mangaan	9.2 - 39	1996 - 2002	Mubiana e.a. (2005)
Roompot tot Krabbendijke	mangaan	10 - 20	2002	Mubiana & Blust (2006)
Schelphoek tot Zeelandbrug	mangaan	8 - 12	T0 Cluster 1 (2009)	vdHeuvel-Greve (2009)

Zeelandbrug-pijler	mangaan	10 - 18	T1 Cluster 1 (2010)	vdHeuvel-Greve e.a. (2011)
Burghsluis-west	mangaan	<2.5 - <2.7	T0 Cluster 2 (2010)	vdHeuvel-Greve e.a. (2011)
Zeelandbrug-pijler	mangaan	31 - 37	T2 Cluster 1 (2011)	vdHeuvel-Greve e.a. (2012)
Zeelandbrug-pijler	mangaan	11 - 13	T3 Cluster 1 (2012)	vdHeuvel-Greve e.a. (2013)
Zeelandbrug-pijler	mangaan	14.05- 22.26	T4 Cluster 1 (2013)	Dit rapport
Schelphoek tot Zeelandbrug	kwik	0.14 – 0.15	T0 Cluster 1 (2009)	vdHeuvel-Greve (2009)
Zeelandbrug-pijler	kwik	0.11 – 0.17	T1 Cluster 1 (2010)	vdHeuvel-Greve e.a. (2011)
Zeelandbrug-pijler	kwik	0.19 – 0.21	T2 Cluster 1 (2011)	vdHeuvel-Greve e.a. (2012)
Zeelandbrug-pijler	kwik	0.11 - 0.12	T3 Cluster 1 (2012)	vdHeuvel-Greve e.a. (2013)
Zeelandbrug-pijler	kwik	0.16 – 0.18	T4 Cluster 1 (2013)	Dit rapport
Schelphoek tot Zeelandbrug	lood	0.87 – 1.3	T0 Cluster 1 (2009)	vdHeuvel-Greve (2009)
Zeelandbrug-pijler	lood	0.09 – 1.3	T1 Cluster 1 (2010)	vdHeuvel-Greve e.a. (2011)
Zeelandbrug-pijler	lood	1.8 – 1.9	T2 Cluster 1 (2011)	vdHeuvel-Greve e.a. (2012)
Zeelandbrug-pijler	lood	0.8 - 0.9	T3 Cluster 1 (2012)	vdHeuvel-Greve e.a. (2013)
Zeelandbrug-pijler	lood	1.16- -1.31	T4 Cluster 1 (2013)	Dit rapport

Tabel 7. Gehalten aan metalen (mg/kg drooggewicht) in oesters (Crassostrea gigas) uit de Oosterschelde.

Locatie	**Metaal**	**Gehalte** (mg/kg d.s.)	**Periode**	**Referentie**
Schelphoek tot Zeelandbrug	cadmium	0.84 – 1.3	T0 Cluster 1 (2009)	vdHeuvel-Greve (2009)
Zeelandbrug-pijler	cadmium	0.90 – 1.0	T1 Cluster 1 (2010)	vdHeuvel-Greve e.a. (2011)
Zeelandbrug-pijler	cadmium	0.90 – 0.97	T2 Cluster 1 (2011)	vdHeuvel-Greve e.a. (2012)
Zeelandbrug-pijler	cadmium	1.0 - 1.1	T3 Cluster 1 (2012)	vdHeuvel-Greve e.a. (2013)
Zeelandbrug-pijler	cadmium	0.95 - 1.02	T4 Cluster 1 (2013)	Dit rapport
Schelphoek tot Zeelandbrug	chroom	0.21 – 0.49	T0 Cluster 1 (2009)	vdHeuvel-Greve (2009)
Zeelandbrug-pijler	chroom	<0.61-<0.64	T1 Cluster 1 (2010)	vdHeuvel-Greve e.a. (2011)
Zeelandbrug-pijler	chroom	<0.37-<0.53	T2 Cluster 1 (2011)	vdHeuvel-Greve e.a. (2012)
Zeelandbrug-pijler	chroom	0.28 - 0.64	T3 Cluster 1 (2012)	vdHeuvel-Greve e.a. (2013)
Zeelandbrug-pijler	chroom	0.16 - 0.46	T4 Cluster 1 (2013)	Dit rapport
Schelphoek tot Zeelandbrug	ijzer	162 - 207	T0 Cluster 1 (2009)	vdHeuvel-Greve (2009)
Zeelandbrug-pijler	ijzer	158 - 161	T1 Cluster 1 (2010)	vdHeuvel-Greve e.a. (2011)
Zeelandbrug-pijler	ijzer	174 - 185	T2 Cluster 1 (2011)	vdHeuvel-Greve e.a. (2012)
Zeelandbrug-pijler	ijzer	173 - 237	T3 Cluster 1 (2012)	vdHeuvel-Greve e.a. (2013)
Zeelandbrug-pijler	ijzer	154.1– 169.4	T4 Cluster 1 (2013)	Dit rapport
Schelphoek tot Zeelandbrug	mangaan	45 - 59	T0 Cluster 1 (2009)	vdHeuvel-Greve (2009)
Zeelandbrug-pijler	mangaan	7.7 - 10	T1 Cluster 1 (2010)	vdHeuvel-Greve e.a. (2011)
Zeelandbrug-pijler	mangaan	38 - 52	T2 Cluster 1 (2011)	vdHeuvel-Greve e.a. (2012)
Zeelandbrug-pijler	mangaan	22 - 32	T3 Cluster 1 (2012)	vdHeuvel-Greve e.a. (2013)
Zeelandbrug-pijler	mangaan	32.0 - 62.5	T4 Cluster 1 (2013)	Dit rapport
Schelphoek tot Zeelandbrug	kwik	0.20 – 0.30	T0 Cluster 1 (2009)	vdHeuvel-Greve (2009)
Zeelandbrug-pijler	kwik	0.22 – 0.29	T1 Cluster 1 (2010)	vdHeuvel-Greve e.a. (2011)
Zeelandbrug-pijler	kwik	0.19 – 0.23	T2 Cluster 1 (2011)	vdHeuvel-Greve e.a. (2012)
Zeelandbrug-pijler	kwik	0.19 - 0.22	T3 Cluster 1 (2012)	vdHeuvel-Greve e.a. (2013)
Zeelandbrug-pijler	kwik	0.19 – 0.21	T4 Cluster 1 (2013)	Dit rapport
Schelphoek tot Zeelandbrug	lood	0.69 – 0.87	T0 Cluster 1 (2009)	vdHeuvel-Greve (2009)
Zeelandbrug-pijler	lood	0.65 – 0.67	T1 Cluster 1 (2010)	vdHeuvel-Greve e.a. (2011)
Zeelandbrug-pijler	lood	0.50 – 0.60	T2 Cluster 1 (2011)	vdHeuvel-Greve e.a. (2012)
Zeelandbrug-pijler	lood	0.49 – 0.67	T3 Cluster 1 (2012)	vdHeuvel-Greve e.a. (2013)
Zeelandbrug-pijler	lood	0.48 – 0.53	T4 Cluster 1 (2013)	Dit rapport

Tabel 8. Gehalten aan aluminium (Al), barium (Ba), cadmium (Cd), kobalt (Co), chroom (Cr), koper (Cu) en ijzer (Fe) in water van de Oosterschelde in µg/l (op basis van RWS-data uit 2010, 2011 en 2012).Oranje gearceerde vakken betreffen een meer dan een factor 2 hoger gehalte dan het hoogste gemeten gehalte op de referentielocatie Wissenkerke.

Locatie	Meetdatum	Afstand boven bodem	Al	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Fe
Schelphoek - west	01-06-2010	14,57	2,61	12,1	0,08	0,10	0,03	0,72	0,86
	01-06-2010	1,07	2,32	12,5	0,08	0,09	0,05	0,81	1,18
	01-06-2010	2,19	2,35	11,7	0,08	0,09	0,04	0,70	0,99
Schelphoek - west	19-09-2011	1,00		14,2	<0,1	0,390	2,6	1,48	1,200
	19-09-2011	1,99	-	13,4	<0,1	0,249	1,72	1,25	0,676
	19-09-2011	7,22	-	12,4	<0,1	0,146	<1	1,04	0,273
Schelphoek – west (ZLXX_OEVERBES_SCHELPHD+500)	06-09-2012	HD	-	10,4	<0,1	0,1	<1	<1	0,147
	06-09-2012	1MBODM	-	10,7	<0,1	0,1	<1	<1	0,138
	06-09-2012	2MBODM	-	10,7	<0,1	0,1	<1	<1	0,140
Schelphoek – dijkrest oost	01-06-2010	18,52	2,66	12,3	0,08	0,10	0,05	0,76	1,13
	01-06-2010	1,06	2,60	12,2	0,08	0,09	0,08	0,79	1,07
	01-06-2010	2,18	3,73	12,1	0,09	0,10	0,12	0,82	1,48
Schelphoek – dijkrest oost	29-06-2010	17,82	-	14,6	0,08	-	-	-	-
	29-06-2010	1,15	2,38	14,4	0,08	0,10	0,02	0,78	0,33
	29-06-2010	2,08	2,31	14,3	0,08	0,10	0,09	0,96	0,18
Schelphoek - oost	29-06-2010	16,79	-	14,5	0,08	-	-	-	-
	29-06-2010	1,02	-	14,7	0,08	-	-	-	-
	29-06-2010	2,00	2,57	14,4	0,08	0,10	0,12	0,76	1,13
Schelphoek - oost	19-09-2011	1,00	-	12,8	<0,1	0,189	1,04	1,07	0,416
	19-09-2011	2,01	-	13,2	<0,1	0,149	<1	<1	0,271
	19-09-2011	4,42	-	12,3	<0,1	0,134	<1	1,05	0,228
Schelphoek – oost (ZLXX_OEVERBES_SCHELPHD-500)	06-09-2012	HD	-	10,7	<0,1	0,125	<1	<1	0,294
	06-09-2012	1MBODM	-	10,4	<0,1	0,110	<1	<1	0,134
	06-09-2012	2MBODM	-	10,7	<0,1	0,106	<1	<1	0,148
Referentielocatie Wissenkerke	01-06-2010	16,96	3,97	12,3	0,06	0,09	0,14	0,92	1,47
	29-06-2010	26,52	2,74	14,1	0,08	0,08	0,04	0,78	-0,43
Referentielocatie Wissenkerke	19-09-2011	26,47	-	12,2	<0,1	0,139	<1	1,04	0,263
Referentielocatie Wissenkerke	06-09-2012	-	-	12,5	<0,1	0,09	<1	1,18	0,114

Locatie	Meetdatum	Afstand boven bodem	Mn	Mo	Sb	Sn	V	Zn
Schelphoek - west	01-06-2010	14,57	5,07	9,69	0,18	0,07	1,23	0,16
	01-06-2010	1,07	3,98	9,76	0,16	0,07	1,22	0,22
	01-06-2010	2,19	4,45	9,30	0,17	0,07	1,14	0,07
Schelphoek - west	19-09-2011	1,00	30,80	12,0	0,237	0,164	4,89	5,71
	19-09-2011	1,99	16,90	11,9	0,226	0,102	3,41	3,77
	19-09-2011	7,22	10,60	11,7	0,221	<0,1	2,50	2,16
Schelphoek – west (ZLXX_OEVERBES_SCHELPHD+500)	06-09-2012	HD	11,7	10,5	0,245	0,482	2,38	1,67
	06-09-2012	1MBODM	11,5	10,4	0,235	0,456	2,34	1,28
	06-09-2012	2MBODM	11,4	10,4	0,242	0,404	2,48	1,37
Schelphoek – dijkrest oost	01-06-2010	18,52	5,33	9,68	0,18	0,07	1,21	0,29
	01-06-2010	1,06	3,56	10,0	0,16	0,08	1,20	0,14
	01-06-2010	2,18	4,47	9,88	0,17	0,09	1,24	0,00
Schelphoek – dijkrest oost	29-06-2010	17,82	-	10,0	-	0,06	-	-
	29-06-2010	1,15	3,97	9,91	0,18	0,06	1,50	0,10
	29-06-2010	2,08	5,59	9,98	0,19	0,06	1,52	0,76
Schelphoek - oost	29-06-2010	16,79	-	9,78	-	0,06	-	-
	29-06-2010	1,02	-	10,2	-	0,07	-	-
	29-06-2010	2,00	3,26	10,2	0,18	0,06	1,50	0,09
Schelphoek - oost	19-09-2011	1,00	14,00	12,0	0,238	<0,1	3,01	3,04
	19-09-2011	2,01	10,40	12,0	0,233	<0,1	2,56	2,48
	19-09-2011	4,42	9,43	11,9	0,211	<0,1	2,41	2,17
Schelphoek – oost (ZLXX_OEVERBES_SCHELPHD-500)	06-09-2012	HD	16,0	10,4	0,222	0,496	2,51	2,66
	06-09-2012	1MBODM	11,2	11,0	0,226	0,439	2,32	1,46
	06-09-2012	2MBODM	11,5	10,7	0,236	0,446	2,34	1,61
Referentielocatie Wissenkerke	01-06-2010	16,96	3,42	9,57	0,16	0,12	1,28	0,27
	29-06-2010	26,52	0,95	9,60	0,18	0,06	1,38	0,37
Referentielocatie Wissenkerke	19-09-2011	26,47	9,61	12,0	0,227	<0,1	2,50	2,38
Referentielocatie Wissenkerke	06-09-2012	-	7,70	10,7	0,217	0,315	2,13	1,61

4. Conclusies en discussie

In deze sectie wordt per paragraaf een kennisvraag behandeld.

4.1 Hardsubstraat gemeenschappen

Kennisvraag hard substraat gemeenschappen:

1. *a. Zijn op de Cluster 1 locaties drieënhalf tot vier jaar na het aanbrengen van de vooroeververdediging flora en fauna gevestigd op het nieuwe hard substraat en hoe zijn de aangetroffen soorten te vergelijken met de T0, T1, T2, T3 en referentielocaties?*
   b. Is er verschil in gemeenschappen op breukstenen en staalslakken in het sublittoraal?
   c. Welke hard substraat gemeenschappen komen voor bij Cluster 2.2 Zierikzee in de T0-situatie?

4.1.1 Eulittoraal (getijdezone)

In het eulittoraal is een geografische verdeling herkenbaar van gemeenschappen op de westelijke locaties met de gezaagde zee-eik en op de oostelijke locaties blaaswier met oesters en zeepokken. Op de locatie Zeelandbrug was de zonering van de oostelijke gemeenschappen in 2009 aanwezig.

De hard substraat gemeenschappen op het talud bij de Zeelandbrug zijn niet direct door de versterking van de vooroever beïnvloed. Jaarlijkse verschillen in bedekkingen van fauna-groepen en bruin- en groenwieren kwamen verschilde niet van de referentie locaties. In 2013 bleek dit ook het geval.

Op de kreukelberm bij de Zeelandbrug is in 2013 een zonering van blaaswier en gezaagde zee-eik aangetroffen. De bedekking van de gezaagde zee-eik is verder toegenomen ten opzichte van 2012 en 2011. Dit geeft aan dat de gemeenschap nog steeds in ontwikkeling is. Deze gemeenschap van wieren die in 2013 zijn aangetroffen is anders dan de gemeenschap van oesters in zeepokken die in 2009 voor de versterking van de vooroever zijn aangetroffen.

Op de ongestoorde locatie Zierikzee zijn de hard substraat gemeenschappen in 2013 passend binnen de geografische verdeling van gemeenschappen van klein darmwier, gemengde Fucus en blaaswier.

4.1.2 Sublittoraal (beneden de laagwaterlijn)

Infralittoraal

In 2013 verschillen de hard substraat gemeenschappen bij de Zeelandbrug van de **T0-situatie** in 2009. Op het nieuwe substraat is een begroeiing ontstaan van zeepokken (op het breuksteen) en roodwieren met andere soorten dan in 2009. In 2011, 2012 en 2013 worden dezelfde gemeenschappen aangetroffen met roodwieren en het voorkomen van een afwijkende gemeenschap van wakame en kokerbouwende organismen op één station. Er hebben zich in 2013 nog geen Japanse oesters gevestigd.

In het sublitoraal zijn (indien mogelijk) zowel de hard substraat gemeenschappen op de staalslakken en het breuksteen bemonsterd. Uit de similariteit-analyse komt duidelijk naar voren dat het type substraat (breuksteen of staalslakken) veel minder bepalend is voor het voorkomen van soorten dan de locatie en het stadium van ontwikkeling van de pioniersgemeenschap in de tijd.
Op de locatie Zierikzee werd in **2013 (T0)** in het infralittoraal de gemeenschap gevonden die ook op de referentie locaties in het tussenliggende gebied voorkwam met Japanse Oester en roodwieren.

Circalittoraal

In 2013 is bij de Zeelandbrug een pionier gemeenschap aanwezig (zowel op de staalslakken als het breuksteen) die duidelijk afwijkt van de **T-0 situatie** in 2009, met kokerbouwende organismen en de kolonievormende zakpijpen en een mosdier soort. Ten opzichte van 2011 en 2012 zijn verschuivingen

opgetreden in dominantie van soorten. Ook werd in 2013 voor het eerst de meerjarige soorten Japanse oester en mossel aangetroffen.

Analysen op gemeenschapsniveau in 2009-2013 bij de Zeelandbrug tonen aan dat voor de ontwikkelingen van de gemeenschappen op de nieuwe substraten de factor tijd belangrijker is dan de materiaalkeuze van breuksteen of staalslakken. Doordat de pioniersgemeenschap uit 2011 in 2012 en in 2013 is blijven bestaan, op zowel breuksteen als staalslakken, kan nog geen uitspraak worden gedaan over eventuele positieve of negatieve effecten door het gebruik van staalslakken op de lange termijn.

De ongestoorde locatie Zierikzee wordt in **2013 (T0)** gedomineerd door de Japanse oester, kokerbouwende organismen, kolonievormende zakpijpen, en hydroïdpoliepen. Deze gemeenschap is ook gevonden op de referentie locaties in het tussenliggende gebied.

4.2 Infauna

Kennisvraag infauna:

2. *a. Hebben op de Cluster 1 locaties infauna soorten zich gevestigd in nieuw gevormde zandplekken (sediment) op het nieuwe hard substraat drieënhalf tot vier jaar na het aanbrengen van de vooroeververdediging en hoe zijn de aangetroffen soorten te vergelijken met de T0, T1, T2, T3 en referentielocaties?*
   b. Welke infauna gemeenschappen komen voor bij Cluster 2.2 Zierikzee in de T0-situatie?

In **2009 (T0)** laten de ongestoorde locaties aan de kust van Schouwen-Duiveland in 2010 en 2011 laten een gevarieerd patroon zien in zowel soortenrijkdom als dichtheden op verschillende locaties en diepten. Ook werden drie algemene gemeenschappen gevonden met een ruimtelijke verspreiding (C-gemeenschappen: C1 en C2 en A-gemeenschap: A1). De soortenrijke gemeenschap (C1) werd vooral aangetroffen op de diepere stations op de meer oostelijk gelegen locaties. Deze gemeenschap komt voor in bodems met een relatief hoog gehalte aan droge stof en een relatief laag gehalte aan organische stof.

Na de versterking van de vooroever in de winter 2009/voorjaar 2010 op de locaties Schelphoek, Lokkersnol en Zeelandbrug was er in de zomer van **2010 (T1)** alleen bij Schelphoek-oost en Zeelandbrug-oost op 15 meter diepte voldoende sediment aanwezig om infauna te bemonsteren. Dit sediment was zeer fijn van samenstelling en er kwamen afwijkende samenstellingen van infauna soorten voor. Op het station op 15 meter diepte op de Zeelandbrug-oost was het aantal soorten en hun dichtheden relatief hoog, zelfs hoger dan die op dit station tijdens de T0-situatie. Mogelijk zijn hier een aantal soorten door horizontale sedimenttransporten van de nabij gelegen oude, niet bestorte bodem, aangevoerd. Veel van de dominante soorten binnen de gemeenschappen ontbraken echter nog op dit station.

In **2011 (T2)** is er op de westelijke locatie Schelphoek op de diepere stations opnieuw gemeenschap C2 gevonden en op de minder diepe stations gemeenschap A1. Meer naar het oosten bij Lokkersnol werd gemeenschap A1 aangetroffen in het nieuw gevormde sediment. Op de locatie Zeelandbrug op het diepe deel van de bestorting opnieuw de soortenrijke gemeenschap C1 aanwezig die ook op de oude bodem is aangetroffen. Hoger op het talud werden de gemeenschappen A1 en C2 gevonden. Alleen tussen de breukstenen op de stations op 3.5 meter werden soortenarme varianten gevonden.

Na 2011 is alleen de ontwikkeling op de locatie Zeelandbrug verder onderzocht. In **2012 en 2013** (**T3 en T4)** lijkt het herstel van soortenrijkdom en dichtheden van infauna zich hier met enige fluctuatie door te zetten. Over de verschillende diepten ligt de gemiddelde soortenrijkdom op 15 meter hoger als op 3 en 7 meter. Zowel de soortenrijkdom als de dichtheid per locatie is bij de Zeelandbrug over het algemeen hoger als bij de referentielocaties Zuidbout en Westbout. Zowel deze referentielocaties als de oude bodem laten een jaarlijkse fluctuatie zien in zowel soortenrijkdom als de totale dichtheid. Een

mogelijk meer intensief gebruik van de naastgelegen mosselpercelen bij Westbout en Zuidbout kan echter leiden tot een afname in de diversiteit van het macrofauna op deze referentie locaties.
Twee jaar na de bestorting lijkt vanuit grotere diepten een herstel van het infauna op te treden. Op het talud op minder grote diepten, in sedimenten met een verhoogd slib en organisch gehalte ontwikkelt zich een soortenarme gemeenschap, en tussen het breuksteen op minder grote diepten, vaak in slibrijke sedimenten, komen ook soortenarme varianten voorkomen. De ontwikkeling volgt het patroon van de ruimtelijke spreiding van de gemeenschappen, zoals die tijdens de T0-situatie aanwezig was. Drie en vier jaar na de bestorting is dit patroon nog duidelijker.

Op de ongestoorde locatie Zierikzee **(T0-meting)** werd in de infralittorale zone gemeenschap A1 gevonden, op 7.5 meter diepte waren geen soorten aanwezig, en op 15 meter werd gemeenschap J gevonden. De dichtheid van de soorten was echter lager dan in gemeenschap J op de oostelijke referentie locatie. Op het station op 7.5 meter diepte bestond het sediment voor 77% uit fracties ≤90 µm

Uit deze studie komt naar voren dat er veel variatie is tussen locaties en tijdstippen. Hierdoor is het lastig om een eenduidige conclusie te trekken. De resultaten van deze studie wijzen op herstel van de infaunapopulatie twee jaar na de ingreep. De tijdserie is echter nog te kort om significante verschillen tussen verschillende jaren aan te tonen. Infaunasoorten lijken te profiteren van nieuw gevorm habitat in de kuilen van de bestorting met staalslakken waar sediment neerslaat. Mogelijk zorgt een heterogeen patroon van zacht en hard habitat ook voor meer diversiteit in soorten ten opzichte van de T0-situatie omdat zowel in- als epifauna soorten lijken te profiteren van het nieuwe habitat. Het hogere percentage droge stof op 15 meter diepte duidt mogelijk op meer horizontaal transport van zand en mogelijk ook meer sedimentatie ten opzichte van 3 en 7 meter.

4.2 Zware metalen

Kennisvraag zware metalen:

3. *Wat zijn de gehalten aan zware metalen in schelpdieren die op de pijler van de Zeelandbrug voorkomen, drieënhalf tot vier jaar na het aanbrengen van de vooroeververdediging op de Cluster 1 locaties en hoe zijn deze gehalten vergeleken met de T0, T1, T2, T3 en referentielocaties?*

Voor de meeste metalen is geen significant verschil aangetoond in verandering van metaalconcentratie. Dit heeft voornamelijk te maken met de grote variatie tussen jaren, metingen onder de detectielimiet, verschillen tussen replica's en beperkt aantal meetjaren. Daarnaast kunnen er mogelijk statistisch significante trends worden weergegeven op deze korte termijn (4-5 jaar), terwijl deze in een langere datareeks (>10 jaar) mogelijk in de natuurlijke variatie wegvallen. Dit maakt de interpretatie van gehalten aan zware metalen in biota in het veld lastig.

In zowel oesters als mosselen is er een toenemende trend in molybdeen gehalten aangetroffen, gevolgd door een afname. De afname van molybdeen geldt voor zowel oesters als mosselen maar lijkt voor de individuele soorten op een ander tijdstip te zijn ingezet. In mosselen heeft de toename geduurd tot 2012 en nam de concentratie af in 2013, terwijl in oesters de concentratie al af nam vanaf 2010. Mogelijk heeft dit verschil te maken met verschillen in de biologie van de twee soorten, bv. de verwerkingssnelheid van dit metaal. In oester zijn ook de concentraties van ijzer en vanadium na een toename tot en met 2012 in 2013 lager. Dit is echter nog geen significante trend.

Ook in de Pollution Load Index is het verschil in trends en afbuiging van de toename en tussen beide soorten zichtbaar; de maximale waarde van de sterk variërende PLI voor mosselen is tot dusverre

waargenomen in 2011, terwijl voor oesters de maximale waarde is waargenomen 2010. Analyses op de tijdseries voor PLI in zowel oesters als mosselen laten echter geen significante trend zien.

De variatie in metaalconcentratie is tussen jaren over het algemeen groter dan in replica's binnen jaren. Dat geeft vertrouwen in de validiteit van de metingen en geeft aan dat de variatie die gemeten wordt geen ruis is, maar mogelijk bepaald wordt door concentraties in de omgeving van deze schelpdieren en de biologische variatie. Daarnaast is de variatie in metaalconcentratie in mosselen voor de meeste metalen groter dan in oesters. De grotere variatie in metaalconcentraties in mosselen kan veroorzaakt worden doordat er meer variatie in mosselen zit in de opname van metalen (door bv. variatie in filtratie), of de verwerkingssnelheid van metalen. Veel van de metalen komen in mosselen en oesters in min of meer gelijke gemiddelde concentratie voor. Koper- en zinkconcentraties zijn daarentegen hoger in oesters dan in mosselen, zonder een aanwijsbare trend in de tijd. Dit verschil wijst op een specifieke opname en verwerking (opslag dan wel uitscheiding) van deze twee metalen door oesters.

Beschikbare normen in biota (KRW en consumptienormen) worden niet overschreden in mosselen en oesters bij Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug. Gehalten aan cadmium, chroom, ijzer, mangaan, kwik en lood in mosselen uit deze monitoring zijn vergelijkbaar met gerapporteerde gehalten aan deze zware metalen in mosselen uit de Oosterschelde zoals in voorgaande jaren gerapporteerd.

4.3 Aanbevelingen

Het onderzoek van 2013 betrof een T4-meting die de opeenvolgende resultaten geeft in aanvulling op de T1, T2 en T3 metingen.

- Wij bevelen aan de jaarlijkse monitoring op verschillende stortlocaties te vervolgen zodat de effecten in de tijd van storten ten opzichte van natuurlijke variatie in ruimte en tijd beter begrepen kan worden. De reden ligt in het feit dat zowel de zacht- als hard substraat gemeenschappen bij de Zeelandbrug zijn vier jaar na bestorten nog steeds in ontwikkeling. Natuurlijke dynamiek in diversiteit en dichtheden van soorten speelt een grote rol op zowel referentie locaties als gestorte locaties. Ook kent de Oosterschelde verschillende epifauna gemeenschappen waar onderscheid gemaakt kan worden tussen gemeenschappen die typerend zijn voor de monding, middendeel en de Kom. Ook infauna gemeenschappen kunnen per locatie verschillen. Resultaten van de Zeelandbrug zijn daardoor niet per definitie representatief voor ontwikkeling van gemeenschappen op andere stortlocaties in de Oosterschelde.
- Het onderzoek naar hard substraat gemeenschappen was gericht op sessiele bodemsoorten (vastzittend op de bodem). Het in kaart brengen van vagiele bodemsoorten (kruipend of lopend over de bodem) zoals b.v. kreeften, krabben, garnalen en bodemvissen zal een completer beeld geven van het herstel van bodem habitat omdat een ander deel van het ecosysteem (de soorten die ervan afhankelijk zijn) in kaart worden gebracht. Voor het vangen van verschillende typen vagiele soorten is het gebruik van verschillende tuigen van belang (verschil in maaswijdte van de fuiken).
- Een studie naar gevolgen (positief of negatief) van uitlogende stoffen op biota kan bestaan uit een langduriger studie waarbij in gesloten experimentele ecosystemen (mesocosms) de invloed van de staalslakken op de levensgemeenschap en de chemie kan worden vastgesteld, ten opzichte van een controle zonder staalslakken. In het veld is het lastig om eventuele effecten van uitloging van metalen uit staalslakken op biota vast te stellen Het kan jaren duren voordat effecten zich kunnen manifesteren (mede door de natuurlijke dynamiek). Met behulp van experimentele ecosystemen wordt natuurlijke variatie zeer klein gemaakt, en eventuele effecten worden zodoende zichtbaarder. Het voordeel van een mesocosm experiment boven een laboratorium 'single species test' is dat complexe interacties tussen soorten onderling in een mesocosm wel een rol spelen. Dit is bijvoorbeeld van belang voor bioaccumulatie onderzoek als

sprake is van opname via de voedselketen of bij het zichtbaar maken van indirecte ecologische effecten van een verstoring. Bovendien zal een stof zich in een complexe mesocosmsituatie meer natuurgetrouw gedragen dan in een bekerglas in een laboratorium.

5. Kwaliteitsborging

IMARES beschikt over een ISO 9001:2008 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem (certificaatnummer: 124296-2012-AQ-NLD-RvA). Dit certificaat is geldig tot 15 december 2015. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV Certification B.V. Daarnaast beschikt het chemisch laboratorium van de afdeling Vis over een NEN-EN-ISO/IEC 17025:2005 accreditatie voor testlaboratoria met nummer L097. Deze accreditatie is geldig tot 1 april 2017 en is voor het eerst verleend op 27 maart 1997; deze accreditatie is verleend door de Raad voor Accreditatie.

Referenties

De Kluiver, M.J., Dubbeldam, M.C. en van Broekhoven, B.J.L. (in preparation) (2014). Levensgemeenschappen op de harde substraten in het eulittoraal en op de vooroever aan de zuidkust van Schouwen-Duiveland T4-inventarisatie Zuidhoek/De Val; T0-inventarisatie Zierikzee, 2013. Stichting Zeeschelp. P 112.

EC (2008). Richtlijn 2008/105/EG van het Europees parlement en de Raad van 16 december 2008 inzake milieukwaliteitsnormen op het gebied van het waterbeleid tot wijziging en vervolgens intrekking van de Richtlijnen 82/176/EEG, 83/513/EEG, 84/156/EEG, 84/491/EEG en 86/280/EEG van de Raad, en tot wijziging van Richtlijn 2000/60/EG.

Glorius, S.T., M.J. van den Heuvel-Greve en E.M. Foekema (2013). Variatie gehalte zware metalen op locatie Zeelandbrug en toxiciteit molybdeen – data rapport. IMARES Rapport C105/13.

Heuvel-Greve, M.J. van den (2010). T0 monitoring vooroeververdediging Oosterschelde; cluster 1 - 2009. IMARES Wageningen UR, rapport C137/09.

Heuvel-Greve, M. van den, A. van den Brink, S. Glorius, C. Schipper, M. de Kluijver, M. Dubbeldam (2011). Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde 2010: T1 Cluster 1/T0 Cluster 2. IMARES Wageningen UR, rapport C029/11.

Heuvel-Greve, M. van den, A. van den Brink, S. Glorius, C. Schipper, A. Gittenberger, M.J. de Kluijver, M. Dubbeldam (2012). Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde en Westerschelde 2011: T2 Cluster 2. IMARES Wageningen UR, rapport C081/12.

Heuvel-Greve, M. van den, A. van den Brink, S. Glorius, M.J. de Kluijver, M. Dubbeldam (2013). Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde en Westerschelde 2012: T3 Cluster 1. IMARES Wageningen UR, rapport C102/13.

Kaandorp, J.A., 1986. Rocky substrate communities of the infralittoral fringe of the Boulonnais coast, NW France: a quantitative survey. Mar. Biol., 92: 255-265.

Kovach, W.L., 1999. MVSP - A Multi Variate Statistical Package for Windows, version 3.1. Kovach Computing Services, Pentraeth, Wales, UK.

OSPAR (2009). Background document on CEMP Assessment Criteria for QSR 2010.

R Development Core Team (2012). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL http://www.R-project.org/.

Schellekens, T., Glorius, S., Van den Heuvel-Greve, M. (2014) Variatie en trends van de gehaltes zware metalen op locatie Zeelandbrug. Data rapport 2013. IMARES Wageningen UR. Rapport: C055/014

Tangelder, M., Brummelhuis, E.B.M. de Kluijver M. & Van den Heuvel-Greve, M.J (2014). Data rapport: Het effect van vooroeververdediging op bodemorganismen in de Oosterschelde: 2013. IMARES rapport.

Tomlinson, D. L., Wilson, J. G., Harris, C. R., en Jeffrey, D. W. (1980). Problems in the assessment of heavy-metal levels in estuaries and the formation of a pollution index, Helgoland Marine Research (33), pp 566 – 575.

Verantwoording

Rapportnummer : C102.14
Projectnummer : 4303101404

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en het betreffende afdelingshoofd van IMARES.

Akkoord: O ritiem

Handtekening:

Datum: 9

Akkoord:

Handtekening:

Datum: 9 juli 2014

Bijlage 1. Hard substraat: soortensamenstelling eulittorale gemeenschappen

Soortensamenstelling van de eulittorale gemeenschappen op Schouwen-Duiveland (2009-2013). Onderstreepte waarden geven per soort een voorkomen van minimaal 90% van de totale kwantiteit binnen de gemeenschappen aan. Afkortingen: An - anemoon, Bi - tweekleppige, Br - bryozoo, BW -bruinwier, Cr - kreeftachtige, Ech - stekelhuidige, Ga - slak, GW - groenwier, Hy - hydroïd, In - insect, Li- korstmos, Po - polychaet, RW - roodwier, Sp - spons en Tu - zakpijp.

		1-Id-Bl--hd-Bl--id-Bl-	1-cir	1-L sa	2a2-c/	2a3-c/	tbt-F-rvb2-F-rvd1-F-rvd2-F-rv	2F-c/c	a-F vf	3-Bl-	3-cir	3-hd-Asle-F su	4-cir	5-piu-cpx/	5-mf-pi	5-pio	5-pio-15-pio-25-pio-35-pio-55-pio-6-hd-F	p-id-F	7-id-Fu	8-Myt	8-Pat	9-Ent	9-wier	9-Pat	9-Xan
Xanthoria spec.	Li	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17,8
Patella vulgata	Ga	-	0,0	-	0,1	-	0,4	1,9	1,1	1,2	1,0	2,4	-	0,3	0,5	0,4	-	0,0	0,1	0,0	0,6	-	0,2	-	-	0,3	-	0,6	0,2	-	0,5	0,3	0,3	-	0,5	-
Ulva spec.	GW	0,0	0,0	-	0,0	-	0,1	0,1	0,8	0,9	10,0	4,6	-	1,8	0,8	2,4	7,5	14,2	0,9	1,3	1,0	9,1	0,3	8,1	5,0	-	31,7	-	0,4	0,3	-	8,8	-	-	6,0	-	-
Mastocarpus stellatus	RW	-	-	-	-	-	0,6	0,1	0,5	0,6	6,5	3,0	-	0,5	1,9	1,0	10,0	-	0,0	0,0	0,2	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,6	-	-	4,0	-	-
Enteromorpha spec.	GW	0,3	0,1	-	0,8	-	0,0	1,8	3,8	3,2	-	0,3	0,1	5,8	2,6	4,6	2,5	0,4	10,1	21,1	11,1	37,3	16,6	31,9	9,0	-	9,6	1,1	11,7	-	1,3	10,5	-	37,3	-	-	-
Bildingia minima	GW	22,6	20,9	1,0	0,0	-	-	-	-	0,0	-	-	-	0,0	0,2	-	-	-	0,1	0,5	1,1	-	-	-	-	-	-	0,4	2,2	-	-	-	-	0,2	-	-	-
Porphyra spec.	RW	0,5	1,4	-	0,0	-	0,0	0,0	0,0	0,1	-	-	-	0,2	0,2	0,2	-	0,0	0,1	0,2	0,1	-	1,5	8,8	-	3,3	-	0,1	0,6	0,1	-	0,3	-	-	-	-	-
Littorina saxatilis	Ga	0,3	0,2	-	0,3	0,5	0,2	0,1	0,2	0,2	-	-	0,2	0,0	0,0	-	-	-	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,0	-	0,1	-	0,3	0,2	0,0	-	0,1	0,3	0,1	-	-	-
Fucus spiralis	BW	-	21,9	-	0,2	-	-	-	1,3	0,4	-	-	-	3,0	0,1	-	-	-	21,0	1,0	11,3	-	0,0	-	-	-	-	72,1	30,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Anurida maritima	In	0,0	0,1	-	0,1	-	0,0	0,1	0,2	0,1	-	0,0	-	0,0	0,1	-	-	-	0,0	0,1	0,2	-	-	-	-	-	-	0,3	0,1	-	-	-	0,3	0,0	-	-	-
Fucus vesiculosus	BW	3,0	11,0	-	0,3	-	48,4	0,0	12,3	21,1	13,5	0,3	-	37,0	40,8	6,5	2,5	12,4	36,5	43,0	23,6	13,2	0,4	7,4	-	3,8	-	3,5	2,5	31,0	0,5	3,5	1,3	-	-	-	-
Actinia equina	An	0,0	0,1	-	0,1	-	0,0	0,1	0,3	0,1	-	-	0,1	0,1	0,2	0,1	-	-	0,0	0,0	0,3	-	-	-	-	-	-	0,4	0,1	0,0	-	-	0,5	0,0	-	-	-
Feldmanophycus okamurae	RW	-	0,6	-	0,0	-	0,1	0,2	0,0	4,9	-	1,5	-	0,4	0,3	0,0	1,5	0,0	0,2	0,3	12,1	-	-	0,0	-	-	-	1,5	0,0	0,1	1,0	-	-	0,0	-	-	-
Ulothrix spec.	GW	-	-	0,2	-	-	-	0,0	0,0	0,2	-	0,0	-	0,0	-	-	-	-	0,0	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cirripedia	Cr	0,7	3,4	-	2,9	-	41,7	33,0	16,0	28,2	35,0	31,6	15,6	28,4	40,7	34,0	1,5	9,9	15,4	14,4	6,9	0,6	16,3	12,9	0,3	18,6	7,0	13,4	7,2	6,6	3,3	20,2	20,3	1,0	-	-	-
Littorina littorea	Ga	-	0,0	-	0,0	-	0,6	1,0	0,9	0,7	1,3	0,5	0,8	0,3	0,3	0,1	0,8	0,0	0,1	0,1	0,1	-	0,6	0,1	0,3	0,6	-	0,1	0,0	-	1,0	0,1	-	-	-	-	-
Mytilus edulis	Bi	-	0,1	-	0,0	-	1,4	0,4	0,4	0,2	15,5	0,2	-	0,5	0,1	0,2	-	0,0	0,1	0,2	0,4	0,0	-	-	-	-	-	0,2	0,1	0,0	14,3	-	-	-	-	-	-
Crassostrea gigas	Bi	-	0,0	-	0,0	-	2,4	2,8	4,7	3,0	10,0	14,0	0,1	4,0	3,3	6,7	12,5	2,0	0,5	1,1	0,8	-	-	0,1	0,5	0,1	-	0,1	0,1	-	0,1	2,2	-	-	-	-	-
Littorina obtusata	Ga	-	0,0	-	-	-	0,2	0,0	0,1	0,2	0,3	0,1	-	0,4	0,3	0,3	-	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	-	-	-	0,1	-	0,3	0,0	-	-	0,1	-	-	-	-	-
Gelidium pusillum	RW	-	0,1	-	-	-	0,0	0,0	9,0	0,1	-	0,9	-	0,2	0,4	0,0	-	-	0,0	-	0,6	-	-	-	-	-	-	1,5	0,6	-	0,4	0,1	-	-	-	-	-
Nucella lapillus	Ga	-	-	-	-	-	0,0	-	0,0	0,0	-	0,0	-	0,0	0,0	0,1	-	-	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-
Bryopsis hypnoides	GW	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	0,0	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-
Chondrus crispus	RW	-	-	-	-	-	-	0,2	0,0	0,0	2,3	2,4	-	0,2	0,0	0,7	-	0,0	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,3	2,9	-	-	0,5	-	-
Lanice conchilega	Po	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,4	-	-	-	-	-	-
Dynamena pumila	Hy	-	-	-	-	-	0,0	-	0,0	0,0	0,3	0,0	-	0,1	0,0	0,8	-	0,0	-	-	0,0	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-
Ceramium deslongchampsii	RW	-	-	-	-	-	0,0	-	0,0	0,0	0,3	-	-	0,0	-	0,1	-	0,0	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	1,3	0,3	-	-	-	-	-
Ceramium rubrum	RW	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,3	0,1	-	0,1	0,0	0,6	-	0,6	0,0	0,0	-	0,0	-	0,1	-	-	0,5	-	-	-	0,3	5,3	-	-	-	-	-
Sagartia troglodytes	An	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,0	0,5	-	-	0,0	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL-Phymatolithon lenormandii	RW	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	0,0	-	1,2	-	0,2	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-
Dictyota dichotoma	BW	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	0,2	-	0,0	0,0	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	0,8	-	-	-	-	-	-
Nitophyllum punctatum	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dumontia contorta	RW	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Scytosiphon lomentaria	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Griffithsia devoniensis	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dladumene luciae	An	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fucus serratus	BW	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,4	-	0,2	-	28,2	19,4	65,1	-	24,0	0,1	0,0	0,2	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	0,8	19,0	-	-	-	-	-
Electra pilosa	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,0	0,0	0,3	-	0,2	-	-	-	-	-	0,0	-	-	0,0	-	-	-	0,1	0,3	-	-	-	-	-	-
Ascophyllum nodosum	BW	-	-	-	-	-	0,0	-	0,3	0,1	-	-	-	0,3	10,0	-	-	0,0	0,9	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	60,0	-	-	-	-	-
Spirorbidae	Po	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,3	0,1	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-
Halichondria panicea	Sp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	-	0,3	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-
Didemnum vexillum	Tu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,1	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-
Ectocarpales	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,0	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-
Styela clava	Tu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,3	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-
Polysiphonia violacea	RW	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	0,6	-	0,0	-	0,0	-	0,7	-	-	-	-	-	0,0	-	-	19,8	-	-	-	1,3	0,2	-	-	-	-	-	-
Sycon ciliatum	Sp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-
Heterosiphonia japonica	RW	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	0,1	-	0,0	-	0,0	-	1,0	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-	1,9	-	-	-	-	-	-
Polysiphonia nigrescens	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,0	0,0	0,0	-	1,7	0,0	-	-	-	-	0,0	-	-	0,1	-	-	-	-	3,3	-	-	-	-	-	-
Polysiphonia nigra	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	0,4	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-
Cystoclonium purpureum	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,2	-	1,5	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-
Tricellaria inopinata	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-
Bowerbankia imbricata	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-
Sargassum muticum	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	0,0	-	0,0	-	1,2	-	0,0	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	2,8	-	-	-	-	-	-
Antithamnion plumula	RW	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	0,0	-	-	0,0	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-
Hypoglossum hypoglossoides	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Callithamnion tetragonum	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alcyonidium gelatinosum	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Crepidula fornicata	Ga	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	-	0,3	0,0	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Elachista spec.	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sphacelaria furcigera	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gracilaria spec.	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Flustrellidra hispida	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Callithamnion byssoides	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aplidium glabrum	Tu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dladumene cincta	An	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Obelia geniculata	Hy	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Metridium senile	An	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ascidiella aspersa	Tu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Diplosoma listerianum	Tu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Griffithsia flosculosa	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fucus juveniel	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,2	-	-	1,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cladophora albida	GW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,0	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,0	0,0	-	-	-	-	-	-
Chaetomorpha aerea	GW	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-
Obelia dichotoma	Hy	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-
Cladophora sericea	GW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-
Botryllus schlosseri	Tu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-
Sarsia tubulosa	Hy	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-
index		0,999	1,344	0,241	0,900	0,000	1,160	1,042	1,924	1,782	2,489	2,013	0,627	1,725	1,832	1,611	2,562	2,090	1,408	1,384	2,099	1,207	1,508	1,678	1,269	1,190	1,800	1,136	1,362	0,885	2,339	2,430	0,608	0,342	1,201	0,000	0,000
evenness		0,552	0,569	0,241	0,578	0,000	0,453	0,433	0,609	0,566	0,695	0,607	0,452	0,551	0,570	0,514	0,774	0,666	0,584	0,540	0,634	0,613	0,656	0,700	0,714	0,524	0,618	0,399	0,594	0,681	0,702	0,667	0,291	0,224	0,758	0,000	0,000
gem. aantal soorten		3,5	5,2	1,3	2,8	1,0	6,0	5,1	9,0	8,9	12,0	10,1	2,8	9,1	9,5	9,5	10,0	9,4	5,7	6,2	10,1	4,1	5,2	5,4	3,5	5,0	7,8	7,5	5,3	2,6	9,5	13,3	4,3	2,0	3,0	1,0	1,0
totaal aantal soorten		9	17	2	15	1	21	22	30	31	15	30	6	52	32	41	12	41	27	29	25	8	10	16	5	8	14	17	17	8	20	43	7	7	3	1	1
aantal kwadranten		38	70	3	150	10	92	73	143	137	2	21	6	427	61	56	2	62	280	169	67	17	21	60	2	8	23	20	36	16	4	13	3	22	1	1	65

Bijlage 2. Hard substraat: soortensamenstelling infralittorale gemeenschappen

Geordende tabel van de gemeenschappen in de infralittorale zone in 2009-2013. Vet gedrukte dichtheden geven een presentie van de soort in minimaal 66.7% van de stations binnen een gemeenschap aan en onderstreepte waarden geven per soort een voorkomen van minimaal 90% van de totale kwantiteit binnen de gemeenschappen aan. Afkortingen: An - anemoon, Bi - tweekleppige, Br - bryozoo, BW - bruinwier, Cr - kreeftachtige, En - entoproct, GW - groenwier, Hy - hydroïd, Po - polychaet, RW - roodwier, Sc - kwal, Sp - spons en Tu - zakpijp.

Gemeenschap		IIa	IIb1	IIa	IIb	IIc	IIe	I4
Crassostrea gigas	Bi	**37,3**	-	**66,7**	**61,1**	-	-	**59,7**
Ceramium rubrum	RW	**25,4**	**10,7**	**11,7**	3,1	**3,7**	1,8	0,6
Polysiphonia nigrescens	RW	**16,2**	**10,2**	**15,3**	2,0	1,5	**4,2**	0,2
Ulva spec.	GW	**5,0**	**13,3**	**3,7**	**3,1**	**3,9**	**4,3**	2,0
Chondrus crispus	RW	**3,5**	-	0,1	0,5	-	0,0	0,3
Electra pilosa	Br	**2,1**	0,4	**2,4**	**0,8**	**0,4**	**0,6**	0,2
Polysiphonia violacea	RW	**1,5**	**2,8**	**0,9**	**3,2**	0,4	1,2	**1,2**
Cystoclonium purpureum	RW	**0,4**	**0,6**	0,2	**3,1**	0,2	**1,3**	-
Cladophora sericea	GW	**0,3**	0,0	**0,3**	-	-	-	0,0
BL *Undaria pinnatifida*	BW	**3,1**	-	**3,4**	**6,8**	**9,2**	0,7	**8,7**
Polysiphonia nigra	RW	**1,3**	**1,2**	-	**0,4**	**0,2**	0,1	0,1
Phyllophora pseudoceranoides	RW	**0,5**	-	**0,2**	**0,1**	-	0,0	-
Ectocarpus spec.	BW	**0,4**	0,1	-	0,0	**0,5**	-	**0,8**
Fucus serratus	BW	**0,4**	-	**0,2**	**0,0**	-	-	-
Undaria pinnatifida	BW	**0,4**	-	-	**1,1**	**1,5**	0,2	**0,9**
Laminaria saccharina	BW	**0,3**	0,0	-	**0,2**	-	**0,0**	-
Ceramium diaslongchampsii	RW	**0,3**	**0,3**	**0,6**	**1,0**	-	0,2	**1,1**
Obelia dichotoma	Hy	**0,2**	**0,2**	-	**0,1**	-	0,0	**0,3**
Clytia hemisphaerica	Hy	**0,2**	**0,7**	**0,4**	**0,2**	**0,3**	**0,2**	0,2
Mytilus edulis	Bi	**0,2**	0,1	**0,1**	**1,3**	-	0,0	**0,1**
Bryopsis hypnoides	GW	**0,1**	-	**0,1**	0,0	-	-	**0,6**
Enteromorpha prolifera	GW	**0,1**	**0,4**	**0,2**	0,0	**0,2**	0,0	0,0
Scypha ciliata	Sp	**0,1**	-	-	0,0	-	**0,0**	**0,1**
Obelia geniculata	Hy	**0,1**	-	**0,1**	0,0	-	-	-
Halichondria panicea	Sp	**0,1**	-	**0,1**	**0,0**	-	-	0,0
Sphacelaria plumigera	BW	**0,1**	-	**0,2**	-	-	-	-
Cliona celata	Sp	**0,1**	-	**0,2**	0,0	-	**0,0**	-
Verruca stroemia	Cr	**0,1**	-	**0,2**	-	-	-	-
Hymeniacidon perlevis	Sp	**0,1**	-	-	**0,0**	-	-	**0,0**
Pedicellina cernua	En	**0,0**	-	-	0,0	-	**0,0**	**0,0**
Spirorbidae	Po	**0,0**	-	-	**0,0**	-	-	-
Sarsia tubulosa	Hy	**0,0**	-	-	**0,0**	-	**0,0**	**0,1**
zeepokken	Cr	1,1	**20,8**	0,4	**1,3**	0,2	3,9	**12,3**
Heterosiphonia japonica	RW	0,1	**9,8**	2,0	**16,2**	**17,3**	**23,6**	**8,3**
Enteromorpha linza	GW	0,1	**2,4**	-	0,0	**0,3**	0,0	0,0
Hypoglossum hypoglossoides	RW	0,7	**1,1**	**3,4**	**2,0**	**1,7**	**1,3**	**3,4**
Ciona intestinalis	Tu	0,0	**4,0**	0,2	**0,4**	0,2	**0,6**	0,2
BL *Sargassum muticum*	BW	0,9	**2,1**	0,2	**4,6**	**1,7**	**7,0**	**2,2**
Sargassum muticum	BW	0,4	**0,5**	**0,4**	**2,0**	**0,5**	**2,7**	**0,7**
Chondria dasyphylla	RW	-	**0,4**	-	**0,6**	-	**0,4**	-
Ascidiella aspersa	Tu	-	**0,3**	-	**0,2**	**0,4**	**0,5**	**0,2**
Lomentaria clavellosa	RW	-	**0,3**	-	**0,1**	-	**0,0**	0,0
Obelia bidentata	Hy	-	**0,3**	-	**0,0**	-	0,0	-
Sagartia troglodytes	An	0,0	**0,2**	**0,2**	0,0	-	**0,1**	**0,1**
Griffithsia devoniensis	RW	-	**0,2**	-	**0,2**	-	**0,4**	0,0
Bugula plumosa	Br	-	**0,1**	-	**0,1**	**0,2**	**0,2**	-
Gracilaria gracilis	RW	-	**0,0**	-	-	-	**0,0**	-
Eudendrium ramosum	Hy	-	**0,0**	-	**0,0**	-	**0,0**	-

Vervolg

Gemeenschap		I1a	I1b1	I2a	I2b	I2c	I3a	I4
Enteromorpha compressa	GW	0,2	0,1	-	-	-	-	-
Porphyra spec.	RW	0,3	-	-	-	-	-	-
Operculatella lacerata	Hy	0,0	-	-	-	-	-	-
Calycella syringa	Hy	0,0	-	-	-	-	-	-
Codium fragile	GW	0,0	-	-	-	-	-	-
Chaetomorpha melagonium	GW	0,0	-	-	-	-	-	-
Sagartia elegans	An	-	0,0	-	-	-	-	-
Dictyota dichotoma	BW	-	0,9	0,1	**12,3**	5,9	**4,0**	**10,8**
Didemnum vexillum	Tu	-	0,0	0,2	**2,0**	**1,3**	**1,8**	**6,2**
Botryllodes violacea	Tu	-	-	-	0,2	0,5	0,4	**4,4**
Antithamnion plumula	RW	0,1	0,1	**3,5**	**1,2**	**0,7**	0,5	**1,5**
Styela clava	Tu	-	-	0,2	0,4	**0,8**	0,3	**1,4**
Diplosoma listerianum	Tu	0,1	-	**0,3**	**1,9**	-	**0,9**	**0,4**
Griffithsia flosculosa	RW	-	0,0	-	0,4	**0,8**	0,0	0,6
Dasya baillouviana	RW	-	-	-	0,2	0,2	0,2	0,5
Aplidium glabrum	Tu	-	-	-	0,1	-	0,0	0,2
Metridium senile	An	-	-	2,2	0,0	-	0,0	0,2
Tricellaria inopinata	Br	-	-	-	0,4	-	0,5	0,1
Desmarestia viridis	BW	-	-	-	0,1	-	-	0,1
Mycale micracanthoxea	Sp	-	-	-	0,1	-	-	0,1
Diadumene cincta	An	-	-	0,1	0,1	-	-	0,1
Leucosolenia variabilis	Sp	-	-	0,1	0,1	-	0,0	0,1
Conopeum reticulum	Br	-	-	-	0,0	-	-	0,0
Bowerbankia spec.	Br	-	-	0,3	0,0	-	0,0	0,0
Molgula spec.	Tu	-	-	0,1	-	-	0,0	0,0
Lamice conchilega	Po	-	-	-	0,0	-	0,0	0,0
Grateloupia turuturu	RW	-	-	-	-	-	-	4,2
Botryllus schlosseri	Tu	-	-	-	-	-	-	0,1
Codiales (tijle fase)	GW	-	-	-	-	-	-	0,0
Sagartiogeton undatus	An	-	-	-	-	-	-	0,0
Diadumene lucize	An	-	-	-	-	-	-	0,0
Agardhiella subulata	RW	-	-	-	1,2	1,7	**4,9**	0,4
lokerbouwende organismen	Po/Cr	0,2	**0,3**	**0,7**	**1,1**	**16,9**	**1,4**	**0,4**
Nitophyllum punctatum	RW	-	-	-	1,1	0,7	**1,0**	-
Callithamnion tetragonum	RW	-	-	-	2,1	0,7	2,4	0,0
Halecium halecinum	Hy	-	-	-	0,4	-	0,1	-
Scrupocellaria scruposa	Br	-	-	0,1	0,0	0,1	0,1	-
Fenestrulina cf delicia	Br	-	-	-	0,0	-	0,0	-
Scruparia ambigua	Br	-	-	-	-	-	0,0	-
BL *Laminaria saccharina*	BW	-	-	0,9	-	-	-	-
Callopora cf dumerilii	Br	-	-	0,3	0,0	-	-	-
Rhodochorton purpureum	RW	-	-	-	0,2	-	-	-
Halichondria bowerbanki	Sp	-	-	-	0,1	-	-	-
Bicellariella ciliata	Br	-	-	-	0,0	-	-	-
Smittoidea cf prolifica	Br	-	-	-	0,0	-	-	-
Crypotsula pallasiana	Br	-	-	-	0,0	-	-	-
Ceramium cimbricum	RW	-	-	-	0,0	-	-	-
Barentsia gracilis	En	-	-	-	0,0	-	-	-
Chaetomorpha aerea	GW	-	-	-	0,0	-	-	-
Cladophora rupestris	GW	-	-	-	0,0	-	-	-
Cladostephus spongiosus	BW	-	-	-	0,0	-	-	-
Phymatolithon lenormandii	RW	-	-	-	0,0	-	-	-
Callithamnion byssoides	RW	-	-	-	-	0,1	-	-
Polysiphonia elongata	RW	-	-	-	-	0,2	-	-
index (base2)		2,575	2,931	2,487	2,747	3,238	2,939	2,749
evenness		0,601	0,696	0,504	0,581	0,695	0,663	0,590
gemiddeld aantal soorten		20,3	18,6	30,5	27,0	25,5	22,0	25,3
aantal soorten		48	38	43	81	35	60	61
aantal stations		8	8	2	32	2	15	17
% kaal		51,3	57,5	23,4	26,0	53,4	61,3	22,7

Bijlage 3. Hard substraat: soortensamenstelling circalittorale gemeenschappen

Geordende tabel van de gemeenschappen in de circalittorale zone in 2009-2013. Vet gedrukte dichtheden geven een presentie van de soort in minimaal 66.7% van de stations binnen een gemeenschap aan en onderstreepte waarden geven per soort een voorkomen van minimaal 90% van de totale kwantiteit binnen de gemeenschappen aan. Afkortingen: An - anemoon, Bi - tweekleppige, Br - bryozoo, BW - bruinwier, Cr - kreeftachtige, En - entoproct, GW - groenwier, Hy - hydroïd, Po - polychaet, RW - roodwier, Sc - kwal, Sp - spons en Tu - zakpijp.

Station		M1a	M1b	C1a	C1b	C1c	C1d	Z2b	Z2c	M2	M3	kol-2	kol-1	C4a	C4b	veen	kol-3
Scrupocellaria scruposa	Br	0,0	0,1	1,5	2,7	2,2	5,7	-	0,5	1,2	0,7	4,9	0,0	-	0,2	-	1,5
Obelia dichotoma	Hy	0,0	0,3	5,8	2,1	7,5	1,0	3,6	-	-	0,7	0,6	2,3	0,5	-	3,2	1,5
Sagartia troglodytes	An	0,2	0,1	0,3	0,0	0,1	0,0	0,0	-	-	-	0,2	0,2	-	-	0,1	1,2
Ascidiella aspersa	Tu	-	-	0,1	0,1	0,4	1,1	1,6	-	-	0,3	1,3	1,4	-	0,6	0,9	0,4
Antithamnion plumula	RW	-	0,0	-	0,1	-	-	0,2	-	-	-	0,0	0,0	0,7	0,3	-	0,1
kokerbouwende organismen	Po/Cr	0,1	0,4	16,6	5,7	1,1	5,0	0,5	0,5	41,7	0,4	25,9	0,3	1,0	0,6	27,7	2,2
Didemnum vexillum	Tu	0,1	0,2	7,7	6,4	8,2	3,9	13,7	0,5	0,3	0,5	4,7	0,6	3,3	4,7	16,5	0,5
Diplosoma listerianum	Tu	0,0	0,3	7,3	12,5	2,5	4,4	4,3	0,3	2,3	21,8	7,5	0,9	4,0	6,2	2,9	1,7
Botrylloides violacea	Tu	-	-	-	0,2	7,0	1,5	4,6	-	2,2	-	0,7	0,2	-	-	4,2	-
Bowerbankia spec.	Br	-	-	0,0	0,0	-	0,0	-	-	-	0,1	0,0	0,0	0,3	-	0,1	-
Polysiphonia violacea	RW	-	-	-	0,0	-	-	0,0	-	-	-	0,0	-	-	0,2	0,0	-
Aurelia aurita (strobilus)	Sc	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-
Crassostrea gigas	Bi	78,6	80,2	82,3	81,9	76,7	25,0	83,1	90,0	70,0	0,6	0,1	0,3	83,3	91,7	-	-
Metridium senile	An	20,7	16,7	1,8	1,1	0,3	0,1	2,2	5,3	0,7	-	0,2	0,1	4,0	0,2	-	0,2
Verruca stroemia	Cr	0,5	0,4	-	0,0	-	-	-	-	-	0,2	0,0	-	-	-	-	-
Electra pilosa	Br	0,4	0,5	3,9	0,1	0,3	0,4	0,0	-	0,2	-	0,5	0,9	-	-	-	0,2
Halichondria panicea	Sp	0,7	0,6	-	0,3	-	0,5	0,0	0,3	-	-	0,7	-	-	-	-	-
Cliona celata	Sp	0,2	0,1	0,1	0,0	0,5	1,0	0,1	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-
Callopora cf dumerilii	Br	0,1	0,3	-	0,0	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,2	-	-	-
Spirorbidae	Po	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-
Smittoidea cf prolifica	Br	0,0	0,0	-	-	-	0,0	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-
Calycella syringa	Hy	0,0	0,0	0,1	0,0	-	0,1	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-
Anguinella palmata	Br	0,0	-	0,0	0,0	-	0,1	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-
Conopeum reticulum	Br	0,1	0,4	0,1	0,0	-	0,2	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-
Diadumene cincta	An	-	0,9	4,3	2,1	-	1,7	2,1	0,2	-	-	0,0	0,0	-	-	-	-
Tubularia indivisa	Hy	0,0	0,2	3,3	0,1	-	0,9	-	-	-	-	0,1	0,2	-	-	-	-
Clytia hemisphaerica	Hy	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,0	-	0,2	0,1	0,1	0,9	-	0,2	-	-
Schizomavella linearis	Br	-	0,0	0,1	0,0	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Molgula spec.	Tu	-	0,0	0,2	0,0	-	0,1	0,0	-	-	-	0,0	0,0	-	-	-	-
Pomatoceros triqueter	Po	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,0	-	-	-	-	-
Alcyonidium mytili	Br	-	0,0	0,0	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ostrea edulis	Bi	0,1	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hypoglossum hypoglossoides	RW	-	-	-	0,1	-	-	0,1	-	-	-	0,0	0,1	-	1,0	-	-
Obelia bidentata	Hy	0,1	0,1	-	1,4	-	1,1	0,1	-	-	-	0,1	0,8	-	3,9	-	-
Polysiphonia nigrescens	RW	-	-	-	-	0,4	-	-	-	-	-	0,0	0,0	-	2,0	-	0,1
Halecium halecinum	Hy	-	-	0,1	4,3	0,9	0,1	0,4	-	-	0,5	3,0	0,5	-	1,7	-	-
Styela clava	Tu	0,0	0,1	0,5	1,2	1,0	6,5	1,7	0,3	-	1,1	0,6	0,0	-	1,0	0,1	-
Ceramium deslongchampsii	RW	-	-	-	0,0	0,4	-	0,1	-	-	-	0,0	0,0	-	0,4	-	-
Griffithsia devoniensis	RW	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	0,2	-	-
Aplidium glabrum	Tu	-	-	0,1	-	-	0,8	0,0	-	-	-	0,1	0,1	-	0,2	-	-
Bugula plumosa	Br	-	0,0	-	0,7	1,1	0,3	-	-	-	0,5	1,0	0,1	-	0,1	0,1	0,3
zeepokken	Cr	0,2	0,3	6,3	0,7	0,3	7,7	3,2	0,5	-	0,6	2,1	24,0	2,0	0,9	0,0	-
Mycale micracanthoxea	Sp	0,0	0,1	0,8	0,6	-	3,0	0,2	1,7	-	1,7	0,1	-	1,3	-	0,3	-
Eudendrium ramosum	Hy	0,0	0,0	1,1	9,9	1,7	1,6	0,3	-	2,5	0,2	2,3	1,0	1,3	-	-	-
Haliclona xena	Sp	-	-	-	0,0	-	-	0,3	-	-	-	0,1	-	1,0	-	0,0	-
Leucosolenia variabilis	Sp	0,1	0,1	0,6	0,3	-	0,3	0,1	0,2	-	0,4	0,2	0,0	0,2	-	-	-

Vervolg.

Station		M1a	M1b	C1a	C1b	C1c	C1d	Z2b	Z2c	M2	M3	kol-2	kol-1	C4a	C4b	veen	kol-3
Heterosiphonia japonica	RW	-	-	-	0,4	0,4	0,0	0,4	-	-	-	0,4	0,1	6,7	16,5	0,2	-
Callithamnion tetragonum	RW	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,7	0,4	-	-
Dictyota dichotoma	BW	-	0,0	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	0,3	-	-
Nitophyllum punctatum	RW	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,9	-	-
Callithamnion byssoides	RW	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-
BL *Undaria pinnatifida*	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,7	-	-	-
Codiales (ijle fase)	GW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,8	-	-	-
Undaria pinnatifida	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-
Ciona intestinalis	Tu	0,0	0,7	1,0	0,8	1,3	16,6	1,2	4,0	-	0,6	2,6	21,2	0,3	0,9	0,2	0,2
Bicellariella ciliata	Br	-	-	0,1	1,1	0,4	0,6	0,1	-	-	0,5	0,8	0,2	-	-	-	-
Tubularia larynx	Hy	-	-	0,4	0,2	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-
Sabella pavonina	Po	-	-	-	0,2	-	0,1	-	-	-	-	0,2	0,1	-	-	-	-
Lanice conchilega	Po	0,0	-	0,1	0,0	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	-	-	-	-
Pedicellina cernua	En	-	-	-	0,0	-	0,0	0,0	-	-	-	0,0	0,0	-	-	-	-
Scruparia ambigua	Br	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	0,0	0,0	-	-	-	-
Ceramium rubrum	RW	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	-	-	-	-
Sertularia cupressina	Hy	-	-	0,3	0,1	0,4	0,0	-	-	-	0,2	0,6	-	-	-	-	-
Tricellaria inopinata	Br	-	-	-	0,1	-	0,5	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-
Scypha ciliata	Sp	-	-	0,1	0,0	-	0,4	-	0,2	0,2	-	0,2	0,0	-	-	0,0	-
Haliclona oculata	Sp	-	-	0,1	0,6	0,1	0,3	0,1	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-
KL *Schizomavella linearis*	Br	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-
Polysiphonia nigra	RW	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-
Cystoclonium purpureum	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-
Bowerbankia citrina	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-
KL *Callopora cf dumerilii*	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-
Halichondria bowerbanki	Sp	-	0,1	2,9	0,5	-	0,5	0,1	-	3,7	1,5	0,1	-	-	-	-	-
KL *Electra pilosa*	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	-	0,0	-	-	-	-
KL *Conopeum reticulum*	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	0,0	-	-	-	-	-
KL *Fenestrulina cf delicia*	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,0	-	-	-	-	-
KL *Smittoidea cf prolifica*	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-
Sagartia elegans	An	0,0	-	0,5	0,2	-	0,0	-	-	2,7	0,1	-	0,1	-	-	-	-
Sagartogeton undatus	An	-	-	-	0,0	-	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-
Fenestrulina cf delicia	Br	0,0	-	-	0,1	-	-	0,0	0,2	-	-	0,0	-	-	-	-	-
Bougainvillia ramosa	Hy	-	-	0,2	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cryptosula pallasiana	Br	-	-	-	-	0,1	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sarsia tubulosa	Hy	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Griffithsia flosculosa	RW	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mytilus edulis	Bi	0,2	0,3	15,0	0,2	-	3,6	0,1	-	-	0,4	0,0	0,2	0,2	-	-	-
Hymeniacidon perlevis	Sp	-	-	-	0,0	0,3	0,9	0,1	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-
Prosuberites epiphytum	Sp	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Barentsia gracilis	En	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Halisarca dujardini	Sp	-	-	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-
Alcyonium digitatum	An	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Opercularella lacerata	Hy	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
index (base2)		0,955	1,099	2,558	2,242	2,002	3,299	1,770	0,989	1,792	3,076	2,602	1,934	1,979	1,800	1,733	2,790
eveness		0,307	0,275	0,577	0,516	0,453	0,690	0,441	0,247	0,459	0,703	0,596	0,494	0,444	0,424	0,556	0,841
gemiddeld aantal soorten		9,6	16,3	23,0	20,6	21,5	27,9	16,4	16,0	15,0	22,0	20,4	14,9	22,0	19,0	9,2	10,0
aantal stations		12	9	5	39	2	15	17	1	1	2	44	22	1	2	5	2
aantal soorten		33	37	42	60	27	50	43	16	15	28	64	41	22	27	18	13
% kaal		21,1	16,5	9,0	17,9	23,3	14,9	16,4	10,0	25,0	64,9	40,9	49,3	16,7	13,4	49,7	95,5

Bijlage 4. Infauna: soortensamenstelling infauna gemeenschappen

Tabel. Geordende tabel van de zachtsubstraat gemeenschappen in de Oosterschelde. Vet gedrukte dichtheden geven een presentie van de soort in 66.7% van de stations van een gemeenschap, onderstreepte waarden geven per soort een voorkomen van minimaal 90% van de totale kwantiteit binnen de onderzochte stations. Afkortingen: An - Anthozoa, Br - Bryozoa, Cr - Crustacea, Ech - Echinodermata, Mol - Mollusca, Ne - Nemertea, Ol - Oligochaeta, Ph - Phoronida, Pl - Plathyhelminthes, Po - Polychaeta, Pyc - Pycnogonidae, Sp - Porifera en Tu - Tunicaten.

		A1	A2	B	C1	C2	D	E	F	G	H	I	J	K	M	N	O	leeg
Nudibranchia	Mol	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**50,2**	-
Brachyura	Cr	2,6	-	-	-	3,3	-	**50,2**	-	-	-	-	-	-	-	**50,2**	-	-
Mytilus edulis	Mol	1,3	-	-	11,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**50,2**	-	-	-
Actiniaria	An	60,5	-	-	59,5	**127,2**	-	**200,9**	-	-	**125,6**	-	-	**351,6**	-	-	-	-
Malmgreniella (Harmothoe) lunulata	Po	-	-	-	9,3	10,0	**50,2**	-	-	-	-	-	-	**50,2**	-	-	-	-
Ascidiacea	Tu	3,9	-	-	6,6	-	-	-	-	-	25,1	-	-	**50,2**	-	-	-	-
Asterias rubens	Ech	-	-	-	5,3	-	-	-	-	-	25,1	-	-	**50,2**	-	-	-	-
Photis spec.	Cr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**50,2**	-	-	-	-
Nephtys hombergii	Po	59,2	-	**50,2**	76,7	73,7	-	-	-	-	-	21,5	**150,7**	-	-	-	-	-
Streblospio shrubsoli	Po	**161,0**	-	-	85,9	63,6	-	-	-	-	-	-	**50,2**	-	-	-	-	-
Ophiuroidea	Ech	-	-	-	14,5	6,7	-	-	-	-	25,1	-	25,1	-	-	-	-	-
Phoronida	Ph	30,9	-	-	23,8	3,3	-	-	-	-	-	-	25,1	-	-	-	-	-
Amphipoda	Cr	-	-	-	14,5	-	-	-	-	-	-	-	12,6	-	-	-	-	-
Ensis spec.	Mol	1,3	-	-	41,0	16,7	-	**50,2**	-	-	-	-	12,6	-	-	-	-	-
Eteone spec.	Po	5,2	-	-	59,5	30,1	-	-	-	-	-	-	12,6	-	-	-	-	-
Monocorophium insidiosum	Cr	3,9	-	-	14,5	6,7	-	-	-	-	-	-	12,6	-	-	-	-	-
Ruditapes philippinarum	Mol	1,3	-	-	7,9	10,0	-	-	-	-	-	-	12,6	-	-	-	-	-
Sycon ciliatum	Sp	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	25,1	-	12,6	-	-	-	-	-
Fabricia stellaris stellaris	Po	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50,2	-	-	-	-	-
Gammarus locusta	Cr	-	-	-	4,0	10,0	-	-	-	**50,2**	-	14,4	-	-	-	-	-	-
Ophiothrix fragilis	Ech	6,4	-	-	1,3	3,3	-	-	-	-	-	14,4	-	-	-	-	-	-
Cerastoderma edule	Mol	-	-	-	2,6	-	-	-	-	-	-	7,2	-	-	-	-	-	-
Platynereis dumerilli	Po	-	-	-	4,0	-	-	-	-	-	-	7,2	-	-	-	-	-	-
Nephtys caeca	Po	-	-	-	-	3,3	-	-	-	-	-	7,2	-	-	-	-	-	-
Crangon crangon	Cr	10,3	-	-	17,2	23,4	**50,2**	-	-	-	**75,3**	7,2	-	-	-	-	-	-
Carcinus maenas	Cr	-	-	-	4,0	-	**50,2**	-	-	-	25,1	-	-	-	-	-	-	-
Hydrozoa	Hy	-	-	-	4,0	-	-	-	-	-	25,1	-	-	-	-	-	-	-
Nemertea	Ne	56,7	-	-	18,5	6,7	-	-	-	-	25,1	-	-	-	-	-	-	-
Nephtys spec.	Po	18,0	-	-	6,6	36,8	-	**50,2**	25,1	-	25,1	-	-	-	-	-	-	-
Pseudopolydora pulchra	Po	10,3	-	-	72,7	16,7	-	-	-	-	25,1	-	-	-	-	-	-	-
Spiophanes bombyx	Po	2,6	-	-	38,3	127,2	-	-	-	-	25,1	-	-	-	-	-	-	-
Tornus subcarinatus	Mol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25,1	-	-	-	-	-	-	-
Gattyana cirrosa	Po	5,2	-	-	42,3	-	-	-	-	**50,2**	-	-	-	-	-	-	-	-
Arenicola spec.	Po	-	-	-	-	-	-	-	-	**50,2**	-	-	-	-	-	-	-	-
Heteromastus filiformis	Po	157,1	**75,3**	**50,2**	**606,7**	**334,8**	-	**100,5**	100,5	-	**75,3**	-	-	-	-	-	-	-
Aoridae	Cr	15,5	-	**50,2**	27,8	-	-	-	25,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Corophium spec.	Cr	21,9	-	-	33,0	30,1	-	-	25,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nereis diversicolor	Po	-	-	-	4,0	-	-	**50,2**	25,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pholoe inornata	Po	-	-	-	37,0	-	-	-	25,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Streblospio spec.	Po	-	-	-	1,3	-	-	-	25,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Corophiidae	Cr	-	-	-	-	-	-	-	25,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Scoloplos armiger	Po	225,4	-	-	**1628,4**	**1218,8**	-	**1054,8**	-	**50,2**	-	7,2	-	-	-	-	-	-
Phyllodoce mucosa	Po	3,9	-	-	**138,8**	13,4	-	**351,6**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cheirocratus sundevallii	Cr	-	-	-	108,4	3,3	-	**150,7**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lanice conchilega	Po	5,2	-	-	434,9	144,0	-	**150,7**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Eumida spec.	Po	-	-	-	29,1	16,7	-	**100,5**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ampharete acutifrons	Po	2,6	-	-	95,2	-	-	**100,5**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Crepidula fornicata	Mol	1,3	-	-	113,7	3,3	**50,2**	**100,5**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Notomastus latericeus	Po	10,3	-	-	**196,9**	26,8	-	**50,2**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Decapoda	Cr	-	-	-	27,8	-	-	**301,4**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ophiura spec.	Ech	-	-	-	4,0	-	-	**100,5**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bodotria pulchella	Cr	-	-	-	1,3	-	-	**50,2**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Autolytus spec.	Po	1,3	-	-	-	-	-	**50,2**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Syllis gracillis	Po	-	-	-	-	-	-	**50,2**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aphelochaeta marioni	Po	**604,0**	25,1	-	**1817,4**	**793,6**	**2260,2**	-	**200,9**	-	75,3	28,7	12,6	-	-	-	-	-
Oligochaeta	Ol	**2067,0**	75,3	**1255,7**	**1582,1**	**596,0**	**301,4**	-	-	**50,2**	**150,7**	78,9	-	-	-	-	-	-
Capitella capitata	Po	179,0	**401,8**	-	227,3	3,3	**200,9**	-	25,1	-	-	**78,9**	-	-	-	-	-	-
Cossura longocirrata	Po	121,1	-	**150,7**	107,1	50,2	**150,7**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Macoma balthica	Mol	5,2	-	-	41,0	13,4	**150,7**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Caprellidae	Cr	5,2	-	-	**466,6**	10,0	**100,5**	-	25,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bryozoa	Br	1,3	-	-	6,6	-	**50,2**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Flabelligera affinis	Po	-	-	-	19,8	-	**50,2**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polydora cornuta	Po	2,6	-	-	44,9	-	**50,2**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Veneridae	Mol	5,2	-	-	80,6	3,3	**50,2**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Abra prismatica	Mol	-	-	-	-	-	**50,2**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Porifera	Sp	1,3	-	-	4,0	-	**50,2**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Abra alba	Mol	177,7	-	-	**326,5**	**1895,2**	**50,2**	**50,2**	**50,2**	-	-	35,9	-	-	-	-	-	-
Aora typica	Cr	11,6	-	-	93,8	26,8	-	-	-	-	-	7,2	-	-	-	-	-	-
Bivalvia	Mol	10,3	-	-	4,0	23,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Corophium sextonae	Cr	33,5	-	-	89,9	60,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nereis spec.	Po	5,2	-	-	1,3	6,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Exogone naidina	Po	5,2	-	-	9,3	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Melita spec.	Cr	2,6	-	-	-	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ophiura albida	Ech	1,3	-	-	7,9	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Abra nitida	Mol	2,6	-	-	14,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bodotria scorpioides	Cr	2,6	-	-	14,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Echinocadium cordatum	Ech	3,9	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Glycera spec.	Po	5,2	-	-	74,0	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hesionidae	Po	3,9	-	-	5,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Melita obtusata	Cr	3,9	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polynoidae	Po	5,2	-	-	2,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stenothoidae	Cr	1,3	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Venerupis corrugata	Mol	3,9	-	-	39,7	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Owenia fusiformis	Po	5,2	-	**100,5**	27,8	56,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Phyllodoce spec.	Po	11,6	-	**50,2**	33,0	33,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bathyporeia spec.	Cr	2,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gammaridae	Cr	2,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gammarus spec.	Cr	2,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gastropoda	Mol	2,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Neoamphitrite spec.	Po	2,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tellimya ferruginosa	Mol	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tellina fabula	Mol	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tellina tenuis	Mol	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pectinaria koreni	Po	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lumbrineridae	Po	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Spionidae	Po	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Vervolg.

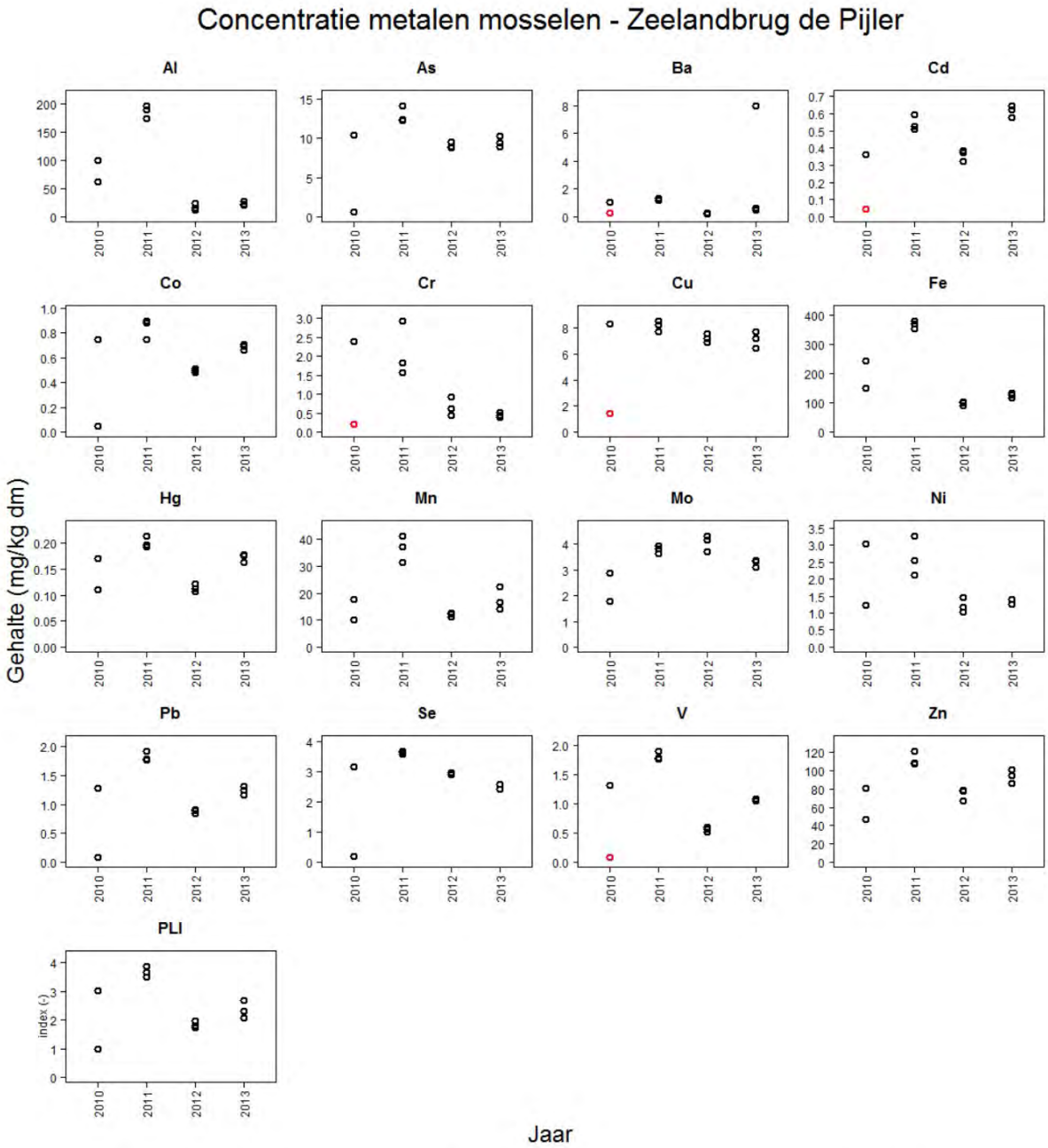
		A1	A2	B	C1	C2	D	E	F	G	H	I	J	K	M	N	O	leeg
Pygospio elegans	Po	1,3	-	**50,2**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pholoe baltica	Po	-	-	-	17,2	113,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Microdeutopus anomalus	Cr	5,2	-	-	101,8	40,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sthenelais boa	Po	6,4	-	-	51,5	33,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nereis longissima	Po	2,6	-	-	38,3	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Microdeutopus spec.	Cr	1,3	-	-	31,7	10,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Neoamphitrite figulus	Po	1,3	-	-	33,0	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sabella spec.	Po	-	-	-	9,3	16,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mya arenaria	Mol	1,3	-	-	7,9	13,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Perioculodes longimanus	Cr	1,3	-	-	7,9	10,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polychaeta	Po	1,3	-	-	5,3	10,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kefersteinia cirrata	Po	-	-	-	13,2	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jassa spec.	Cr	-	-	-	2,6	13,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Crassicorophium bonellii	Cr	1,3	-	-	7,9	6,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nassarius spec.	Mol	-	-	-	5,3	10,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Idotea spec.	Cr	1,3	-	-	10,6	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Anoplodactylus petiolatus	Pyc	-	-	-	7,9	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Petricola pholadiformis	Mol	-	-	-	7,9	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Phyllodoce groenlandica	Po	-	-	-	4,0	6,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nereis virens	Po	-	-	-	1,3	6,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Spisula subtruncata	Mol	-	-	-	1,3	6,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bodotriidae	Cr	-	-	-	1,3	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Eteone longa	Po	-	-	-	1,3	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polycirrus spec.	Po	2,6	-	-	103,1	6,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pholoe minuta	Po	1,3	-	-	51,5	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ampelisca brevicornis	Cr	-	-	-	38,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Harmothoe impar	Po	-	-	-	33,0	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ostracoda	Cr	1,3	-	-	23,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Glycera tridactyla	Po	-	-	-	22,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cheirocratus spec.	Cr	-	-	-	15,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Microphthalmus aberrans	Cr	-	-	-	11,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Eumida sanguinea	Po	-	-	-	9,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aonides oxycephala	Po	-	-	-	7,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Eteone flava/longa	Po	-	-	-	6,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Eteoninae	Po	-	-	-	6,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GAMMARIDEA	Cr	-	-	-	6,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lepidonotus squamatus	Po	-	-	-	6,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Syllidia armata	Po	-	-	-	6,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Achelia echinata	Pyc	-	-	-	5,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nephtys cirrosa	Po	-	-	-	5,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nicolea zostericola	Po	-	-	-	5,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Balanus crenatus	Cr	-	-	-	5,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ensis directus	Mol	-	-	-	5,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nereis succinea	Po	-	-	-	4,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kurtiella bidentata	Mol	-	-	-	4,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pholoe spec.	Po	-	-	-	4,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Amphilochus neapolitanus	Cr	-	-	-	2,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lepidonotus spec.	Po	-	-	-	2,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nymphon spec.	Pyc	-	-	-	2,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Platyhelminthes	Pl	-	-	-	2,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Proceraea cornuta	Po	-	-	-	2,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ammothea hilgendorfi	Pyc	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aphroditidae	Po	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Arenicola marina	Po	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Atylidae	Cr	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Atylus swammerdami	Cr	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Autolytus edwardsi	Po	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Autylus profiler	Po	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ciona intestinalis	Tu	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Crangon spec.	Cr	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Epitonium clathrus	Mol	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Eulalia viridis	Po	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Harmothoe spec.	Po	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Harmothoe imbricata	Po	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hippolyte	Cr	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hippolyte varians	Cr	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jassa marmorata	Cr	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Liocarcinus holsatus	Cr	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Liocarcinus navigator	Cr	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Macropodia rostrata	Cr	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Magelona spec.	Po	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polydora ciliata	Po	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sabillida	Po	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Scolelepis fuliginosa	Po	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Spio martinensis	Po	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stenothoe marina	Cr	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stenothoe monoculoides	Cr	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tanaidacea	Cr	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Terebellidae	Po	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nassarius reticulatus	Mol	-	-	-	-	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polydora spec.	Po	-	-	-	-	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Spio spec.	Po	-	-	-	-	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
n/m2		4222,9	577,6	1757,9	10090,2	6308,5	3716,8	3164,3	577,6	251,1	778,5	315,7	389,3	552,5	50,2	50,2	50,2	0,0
Index (log base 2)		2,314	1,149	1,619	3,355	2,742	2,396	3,518	2,342	2,322	2,929	1,393	1,511	1,673	0,000	0,000	0,000	****
Evenness		0,677	0,725	0,540	0,716	0,691	0,586	0,814	0,842	1,000	0,945	0,617	0,837	0,720	0,000	0,000	0,000	****
Gemiddeld aantal soorten		10,8	3,0	8,0	26,8	17,1	17,0	20,0	7,0	5,0	10,0	3,7	4,0	5,0	1,0	1,0	1,0	0,0
totaal aantal soorten		82	4	8	152	75	17	20	12	5	16	13	12	5	1	1	1	1
n stations		39	2	1	38	15	1	1	2	1	2	7	4	1	1	1	1	1

Bijlage 5. Gemiddelde metaal gehalten in schelpdieren in 2013.

Tabel 8. Gemiddelde metaalconcentratie (gem), spreiding (variantie en standaard deviatie) en testresultaten voor lineaire trends (R^2 en p-waarde (richting)) in mosselen en Japanse oesters bemonsterd op Zeelandbrug in 2013. De vetgedrukte waarden geven significante ($p<0.05$) waarden aan. Voor de in rood afgedrukte waarden lag een of twee metingen onder de detectielimiet (uitgezonderd Cr: 5 van de 11 metingen in oesters onder de detectielimiet). In die gevallen is de concentratie gelijk aan de detectiegrens gebruikt in de berekening van het gemiddelde, standaarddeviatie en trend.

	mosselen					Japanse oester				
	gem	var	sd	R^2	p	gem	var	sd	R^2	p
Al	76.87	5644.93	75.13	0.362	0.05	24.26	120.24	10.97	0.037	0.548
As	9.65	11.96	3.46	0.025	0.640	17.01	19.43	4.41	0.007	0.794
Ba	1.35	5.02	2.24	0.103	0.336	1.20	5.98	2.45	0.116	0.279
Cd	0.45	0.03	0.18	**0.366**	**0.049 (+)**	0.97	0.01	0.09	0.002	0.905
Co	0.62	0.06	0.24	0.027	0.629	0.28	0.00	0.03	0.135	0.239
Cr	1.11	0.85	0.92	0.307	0.077	0.43	0.03	0.17	0.102	0.311
Cu	7.03	3.87	1.97	0.061	0.464	111.48	113.35	10.65	0.001	0.980
Fe	197.69	13798.61	117.47	0.305	0.078	173.14	564.85	23.77	0.061	0.440
Hg	0.16	0.00	0.04	0.001	0.934	0.22	0.00	0.03	0.296	0.068
Mn	20.57	121.49	11.02	0.060	0.469	34.10	254.55	15.95	0.094	0.333
Mo	3.46	0.51	0.71	0.133	0.271	1.73	0.93	0.97	**0.713**	**0.0005 (-)**
Ni	1.80	0.65	0.81	0.351	0.054	0.64	0.20	0.45	0.198	0.147
Pb	1.20	0.28	0.53	0.002	0.874	0.57	0.01	0.08	0.304	0.063
Se	2.78	0.92	0.96	0.011	0.756	3.21	0.89	0.94	0.235	0.110
V	1.07	0.35	0.59	0.013	0.738	0.66	0.01	0.11	0.011	0.747
Zn	87.98	446.05	21.12	0.033	0.591	2203.40	67026.38	258.89	0.003	0.866
Dr. stof	15.35	10.12	3.18	0.076	0.413	10.41	3.14	1.77	0.254	0.095
PLI	2.51	0.84	0.92	0.038	0.567	2.43	0.05	0.23	0.188	0.159

Bijlage 6. Dataserie in metaalconcentratie.



Dataserie in metaalconcentratie (mg.kg droge stof) gemeten in mosselen. Rode datapunten betreffen waarden < detectielimiet.

Bijlage 7. Ruwe data zware metalen T0 Zierikzee

Ruwe data van de T0 (2013) bemonstering bij Zierikzee voor *Ciona intestinalis* (doorzichtige zakpijp), *Styela clava* (japanse zakpijp), *Ascidiella spec., Crassostrea gigas* (japanse oester) en *Fucus vesiculosus* (blaaswier). De waarden zijn weergegeven in mg/kg en mg/kg/ds.

		Ciona intestinalis			***Styela clava***			***Ascidiella spec***			***Crassostrea Japanse oester***			***Fucus vesiculosus***	
		A	**B**	**C**	**A**	**B**	**C**	**A**	**B**	**C**	**A**	**B**	**C**	**A**	**B**
Al	(mg/kg)	247	249	240	157	145	151	195	182	173	0.92	0.99	0.53	3	4
As	(mg/kg)	0.9	1.4	1.0	0.9	1.8	4.5	1.6	1.7	1.5	1.7	1.4	1.7	5	5
Cu	(mg/kg)	0.62	0.60	0.62	0.59	0.59	0.63	0.51	0.53	0.46	5.5	6.7	6.1	3	3
Fe	(mg/kg)	348	336	337	241	215	224	327	284	266	17.5	18.0	19.6	0	0
Mn	(mg/kg)	44	36	35	70	68	82	63	59	49	5.9	3.9	6.3	0	0
Zn	(mg/kg)	6.9	6.6	6.5	4.7	5.1	4.9	7.4	6.9	6.0	152	164	185	0	0
Ba	(µg/kg)	1068	2177	1450	1361	3271	11206	1221	1398	1428	27	23	23	0	0
Cd	(µg/kg)	12	10	10	5.6	5.2	5.8	11	10.0	9.4	79	80	81	12	15
Co	(µg/kg)	216	203	214	384	382	490	260	272	237	25	26	28	0	0
Cr	(µg/kg)	719	718	725	623	652	670	719	683	661	17	20	18	15	15
Hg	(µg/kg)	7.0	6.6	6.4	5.8	5.6	6.6	7.2	7.5	6.5	19	22	18	0	0
Mo	(µg/kg)	86	85	80	133	134	145	211	205	276	86	94	99	1	1
Ni	(µg/kg)	395	382	387	796	768	901	434	434	386	52	44	52	0	0
Pb	(µg/kg)	605	581	591	564	495	604	637	613	528	67	73	63	< 0.02	< 0.02
Se	(µg/kg)	177	171	179	334	353	376	280	318	261	327	282	376	0	0
Sb	(µg/kg)	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 0.02	< 0.02
Sn	(µg/kg)	37	37	37	23	21	25	35	35	29	< 20	< 20	< 20	0	0
V	(µg/kg)	8330	7653	7989	765	1493	811	10986	10829	11203	40	48	44	13	12
Droge stof	(% m/m)	6.1	6.1	6.0	9.3	9.3	10.0	7.1	7.1	6.8	10.4	11.5	11.0	0	0
Al	(mg/kg ds)	4056	4053	3992	1694	1555	1512	2755	2580	2541	9	9	5	12	18
As	(mg/kg ds)	15.5	22.7	16.7	9.3	19.6	44.7	21.9	23.7	22.5	16.5	12.2	15.2	18	19
Cu	(mg/kg ds)	10.3	9.8	10.4	6.4	6.3	6.3	7.2	7.4	6.7	53.3	58.7	55.5	11	11
Fe	(mg/kg ds)	5712	5479	5605	2599	2305	2247	4605	4020	3902	169	157	178	0	0

Mn	(mg/kg ds)	723	580	589	760	728	823	894	832	711	57	34	57	1	1
Zn	(mg/kg ds)	113	107	109	50	55	49	104	98	89	1465	1433	1686	0	0
Ba	(µg/kg ds)	17537	35505	24121	14709	35036	112413	17198	19769	20928	261	202	206	2	2
Cd	(µg/kg ds)	191	162	165	60	55	58	150	141	138	765	695	734	49	62
Co	(µg/kg ds)	3551	3306	3568	4152	4089	4912	3663	3853	3469	246	225	254	0	0
Cr	(µg/kg ds)	11814	11707	12065	6733	6984	6722	10136	9665	9684	162	175	164	61	64
Hg	(µg/kg ds)	115	107	107	62	60	66	102	105	95	186	189	167	1	1
Mo	(µg/kg ds)	1411	1382	1328	1440	1435	1458	2977	2896	4038	832	821	898	3	4
Ni	(µg/kg ds)	6492	6232	6442	8599	8229	9041	6114	6136	5660	502	386	472	0	0
Pb	(µg/kg ds)	9942	9466	9838	6097	5307	6056	8980	8669	7729	651	635	571	< 0.08	< 0.08
Se	(µg/kg ds)	2901	2790	2984	3612	3783	3776	3946	4504	3827	3158	2458	3422	0	0
Sb	(µg/kg ds)	< 75	< 75	< 75	< 75	< 75	< 75	< 75	< 75	< 75	< 75	< 75	< 75	< 0.08	< 0.08
Sn	(µg/kg ds)	601	602	613	252	226	246	496	489	429	< 150	< 150	< 150	0	0
V	(µg/kg ds)	136819	124785	132927	8269	15995	8140	154788	153145	164137	383	423	399	50	52

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen



Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde 2015

Locaties: Zeelandbrug en Lokkersnol

Auteur: [redacted], [redacted] & [redacted]
[1]Stichting Zeeschelp

Wageningen Marine
Research Rapport:
C098/16

WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde 2015

Locaties: Zeelandbrug en Lokkersnol

Auteur(s): [redacted] & [redacted][1]

[1] Stichting Zeeschelp

Publicatiedatum: 11 oktober 2016

Wageningen Marine Research
Yerseke, oktober 2016

Wageningen Marine Research rapport
C098/16



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

stichting Zeeschelp

Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde Wageningen Marine Research (University & Research centre), rapport C098/16.

Keywords: vooroeververdediging, epifauna, infauna, staalslakken, breukstenen, zware metalen.

Opdrachtgever: RWS WVL/ RWS Zee en Delta
Poelendaelesingel 18
4335 JA Middelburg

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van Rijkswaterstaat

Wageningen Marine Research is ISO 9001:2008 gecertificeerd.

© 2016 Wageningen Marine Research Wageningen UR

Wageningen Marine Research, onderdeel van Stichting Wageningen Research
KvK nr. 09098104,
IMARES BTW nr. NL 8113.83.696.B16.
Code BIC/SWIFT address: RABONL2U
IBAN code: NL 73 RABO 0373599285

De Directie van Wageningen Marine Research is niet aansprakelijk voor gevolgschade, noch voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Wageningen Marine Research opdrachtgever vrijwaart Wageningen Marine Research van aanspraken van derden in verband met deze toepassing.
Dit rapport is vervaardigd op verzoek van de opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag weergegeven en/of gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier gebruikt worden zonder schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

A_4_3_1 V24

Inhoud

Samenvatting **5**

1 Inleiding **7**

1.1 Vooroever bestortingen in de Ooster- en Westerschelde 7
1.2 Gevolgen voor het onderwaterleven 9
1.3 Doel van dit onderzoek 10
1.4 Monitoring in de afgelopen jaren in de Ooster- en Westerschelde 11
1.5 Resultaten uit andere onderzoeken 14
1.6 Leeswijzer 14

2 Methoden **15**

2.1 Onderzoekslocaties 15
2.2 Werkverdeling 17
2.3 Inventarisatie van flora en fauna op hard substraat 17
2.4 Inventarisatie van fauna in zacht substraat (sediment) 19
2.5 Sedimentbelasting en sediment dikte 20
2.6 Determinatie van zware metalen in biota 21

3 Resultaten **25**

3.1 Ontwikkeling van hard substraat gemeenschappen 25
Eulittoraal (getijden zone): talud en kreukelberm 25
Sublittoraal 31
3.2 Ontwikkeling van infauna gemeenschappen 36
Lokkersnol 41
Zeelandbrug T5 41
Sedimentkarakteristieken 42
3.3 Sedimentbelasting en sedimentdikte 44
Sedimentbelasting 44
3.4 Inventarisatie van zware metalen in schelpdieren 47
Uniformiteit van gehalten aan metalen in oesters en mosselen 47
Trends aan metaalgehalten in biota in de tijd 47
Vergelijking metaalgehalten op stortlocatie en referentielocatie 48

4 Discussie **50**

4.1 Hard substraat gemeenschappen 50
Eulittoraal 50
Infralittoraal 50
Circalittoraal 51
Ontwikkeling Japanse Oester 51
4.2 Infauna gemeenschappen 51
Ontwikkeling infauna gemeenschappen 2009-2015 51
Sedimentsamenstelling en infauna 52
Invloed van de harde ondergrond (staalslakken of breukstenen) 52
Referentielocaties 52
4.3 Sedimentbelasting en sedimentdikte 53
4.4 Zware metalen 53
Trends aan metaalgehalten in biota in de tijd 53
Vergelijking metaalgehalten op stortlocatie en referentielocatie 54

Vergelijking resultaten veldmonitoring en mesocosm experiment 55
Vergelijking met milieunormen 56

5 Conclusie en aanbevelingen 57

5.1 Hard substraat gemeenschappen 57
5.2 Zacht substraat gemeenschappen 57
5.3 Zware metalen 58
5.4 Aanbevelingen 59

6 Kwaliteitsborging 60

Referenties 61

Verantwoording 63

Bijlage 1. Hard substraat: soortensamenstelling eulittorale gemeenschappen in de Oosterschelde 65
Bijlage 2. Hard substraat: soortensamenstelling infralittorale gemeenschappen Oosterschelde 68
Bijlage 3. Hard substraat: soortensamenstelling circalittorale gemeenschappen Oosterschelde 70
Bijlage 4. Verdeling van de sublitorale levensgemeenschappen op hard substraat 72
Bijlage 5 Infauna: soortensamenstelling infauna gemeenschappen Oosterschelde 74
Bijlage 6 Ruwe data sedimentvallen en sediment dikte 78
Bijlage 7. Ruwe data zware metalen 82
Bijlage 8. Relevante figuren mesocosm experiment 2015 84

Samenvatting

Rijkswaterstaat bestort de vooroevers van de dijken in de Ooster- en Westerschelde om de bescherming tegen overstromingen te kunnen blijven waarborgen. Voor deze bestortingen wordt gebruik gemaakt van materialen als staalslakken, breukstenen en zeegrind. De bestorting van vooroevers in de Oosterschelde en Westerschelde gebeurt in drie fasen, zogenoemde 'Clusters': Cluster 1 locaties zijn eind 2009 / begin 2010 bestort, Cluster 2 locaties in 2011 (2.1) en eind 2014 (2.2), en Cluster 3 locaties worden naar verwachting in 2017/2018 bestort.

Om de gevolgen van het bestorten voor het plaatselijke onderwaterleven inzichtelijk te maken wordt in opdracht van Rijkswaterstaat monitoring uitgevoerd door WAGENINGEN MARINE RESEARCH. Hierbij wordt onderzoek gedaan naar hard substraat soorten (planten en dieren gevestigd op de harde oever: "epifauna"), zacht substraat soorten (dieren die in het sediment op de vooroever leven: "infauna") en mogelijke uitloging van zware metalen en ophoping in biota (planten en dieren) als gevolg van de vooroeverbestorting. Het monitoringsonderzoek in 2009-2011 was gericht op het monitoren van meerdere locaties in de Ooster- en Westerschelde. In 2012 en 2013 heeft de monitoring zich toegespitst op de vooroever bij locatie Zuidhoek-de Val ("Zeelandbrug") Oosterschelde. In 2014 is wederom een brede monitoring uitgevoerd in de Ooster- en Westerschelde om inzicht te krijgen in de gevolgen van bestorten vijf jaar na bestorten. In 2015 is de monitoring toegespitst op Cluster 1 locaties Zeelandbrug en locatie Cauwersinlaag ("Lokkersnol") in de Oosterschelde. Hieronder worden de belangrijkste bevindingen van zeven jaar monitoren samengevat.

Bij locatie Zeelandbrug is in de periode 2009-2015 ieder jaar monitoring uitgevoerd. Daarnaast is in 2009-2011 en in 2015 ook monitoring uitgevoerd bij locatie Lokkersnol (alleen infauna in 2015). Deze locaties zijn bestort met staalslakken en breukstenen. Uit deze monitoring blijkt dat:

- **Hard substraat soorten** bij de Zeelandbrug direct worden beïnvloed doordat ze worden overstort en daardoor afsterven. Binnen een half jaar tot een jaar is sprake van ontwikkeling van eerste pioniersgemeenschappen op het hard substraat: hier vestigen zich onder andere roodwieren en groenwieren in de wierzone (infralittoraal) en zeepokken en zakpijpen in de zone vanaf 4 meter diepte (circalittoraal), zowel op breuksteen als op staalslak. In de jaren daarna ontwikkelden pioniergemeenschappen zich verder met toename in soorten en bedekkingen. Uit de monitoring in 2015 blijkt dat op locatie Zeelandbrug een nieuwe gemeenschap is aangetroffen die overeenkomt met gemeenschappen in de Kom van de Oosterschelde. Deze gemeenschap was ook aanwezig op de referentie locaties in het Hammen. De gemeenschappen op staalslakken en breuksteen verschillen niet van elkaar. Op de "kreukelberm" in de golfzone wijken gemeenschappen nog steeds af van de oorspronkelijke situatie. Redenen hiervoor kunnen zijn dat de wieren hier zich snel hebben kunnen ontwikkelen op de kale ondergrond en dat de Japanse oester hier (nog) niet tot ontwikkeling heeft kunnen komen. De gemeenschappen hebben zich dus nog niet volledig hersteld als dit vergeleken wordt met referentielocaties en de situatie voor bestorten. Hierbij lijkt zowel het effect van het bestorten van de vooroever als natuurlijke variatie van gemeenschappen in de Oosterschelde een rol te spelen en mogelijk speelt hierbij ook het oester herpus virus een rol.
- **Zacht substraat soorten** bij locaties Zeelandbrug en Lokkersnol worden direct beïnvloed doordat ze worden overstort en, als gevolg, afsterven. Binnen een half jaar tot een jaar zijn de eerste soorten bodemdieren aangetroffen in het zachte substraat daar waar een nieuwe sedimentlaag zich heeft gevormd op de nieuwe ondergrond. Na anderhalf tot twee jaar is op sommige plekken (vooral in de diepere zone) een eerste herstel opgetreden van bodemdiergemeenschappen, zowel in het sediment op staalslakken als op breuksteen. In de jaren daarna ontwikkelden infauna gemeenschappen zich verder op het nieuwe talud met een toename van soorten en dichtheden. In 2015 is op beide locaties een infauna gemeenschap gevonden die vergelijkbaar is met een gemeenschap die vóór de vooroeverbestortingen werd aangetroffen en typerend is voor dit deel van de Oosterschelde. De soortenrijkdom en dichtheden van infaunasoorten zijn gelijk of hoger dan in de situatie vóór bestorten. De sedimentatie en kolonisatie van bodemgemeenschappen blijkt niet afhankelijk te zijn van het gebruikte materiaal voor vooroeververdediging (staalslakken of breukstenen). Wel kunnen structuren die op vooroevers worden aangebracht (bijv. ecoriffen) de sedimentatie en dus kolonisatie beïnvloeden. Sedimentsamenstelling is een belangrijke factor voor

het voorkomen van infauna soorten. Uit de resultaten blijkt dat op de referentielocaties, Westbout en Zuidbout, de samenstelling van de infauna gemeenschappen van jaar tot jaar verschillen. Onafhankelijk van de uitvoering van vooroeverbestortingen kunnen veranderende sedimentatiepatronen zorgen voor verschuivingen in gemeenschappen en daarnaast kunnen biologische factoren (populatiedynamiek, effect van strenge/milde winters etc.) een rol spelen.

- **Jaarlijkse variatie in metaalgehalten** in mosselen *Mytilus edulis* en Japanse oesters *Crassostrea gigas* op de Zeelandbrug in de periode 2009 (voorafgaand aan de stort) tot en met 2015 (6 jaar na de stort van breukstenen en staalslakken) worden eerder verklaard door autonome ontwikkelingen dan door het storten van de vooroeververdediging. De invloed van de bestortingen met staalslakken en breukstenen op de gehalten aan zware metalen in lokaal levende mosselen en oesters wordt ingeschat als niet tot zeer gering, doordat:
    1. er geen duidelijke verschillen in metaalgehalten voor (T0) en na (T1) bestorting geconstateerd zijn;
    2. trends in metaalgehalten niet eenduidig zijn; trends kunnen stijgend zijn voor enkele metalen in mosselweefsel en afwezig dan wel dalend voor metalen in oesterweefsel;
    3. de in deze studie gemeten gehalten aan metalen in mosselen binnen of onder gerapporteerde waarden vallen die eerder gemeten zijn in mosselen in de Oosterschelde (Wemeldinge) in de periode 1996 – 2003.

  In 2014 en 2015 zijn er hogere molybdeen en mangaangehalten aangetroffen in oesters bemonsterd op de stortlocatie in vergelijking tot oesters bemonsterd op de referentielocatie. Dit heeft waarschijnlijk een andere oorzaak dan de vooroeverbestortingen, aangezien:
    1. voor molybdeen en mangaan geen langjarige stijgende trends worden waargenomen in de tijd;
    2. mangaangehalten vergelijkbaar zijn met eerder gemeten gehalten in mosselen bemonsterd bij Wemeldingen in de periode 1997-2003 (molybdeen werd in deze studie niet geanalyseerd);
    3. monitoringsresultaten niet consistent zijn met de resultaten van een in 2015 uitgevoerd gecontroleerd mesocosm experiment met verschillende materialen (zeegrind, breuksteen en staalslak). In het mesocosm experiment zijn geen verhoogde molybdeen en mangaan gehalten in biota aangetroffen na blootstelling aan staalslakken of breukstenen. Vanadium kwam in dit experiment naar voren als het metaal dat het sterkst uit staalslakken uitloogt en het best opgenomen wordt door biota en nikkel in het geval van breukstenen. Voor deze beide metalen (vanadium en nikkel) zijn geen verhoogde gehalten aangetroffen in biota op stortlocaties in het veld.

  Voor drie metalen zijn milieukwaliteitsnormen vastgesteld (OSPAR 2009). Er zijn geen overschrijdingen van deze normen geconstateerd.
  Op basis van het in 2015 uitgevoerde mesocosm experiment en de (veld)monitoring tot nu toe zijn er geen ecologische effecten van uitloging van zware metalen uit verdedigde vooroevers waargenomen.

1 Inleiding

Zowel in de Oosterschelde als in de Westerschelde zorgt de getijdestroming op een aantal locaties voor voortgaande erosie van de vooroever. Dit is het gedeelte van de waterkering dat onder water zit. Waar de erosie de stabiliteit van de vooroever en daarmee dus ook de stabiliteit van de dijk in gevaar brengt, moet dit worden tegengegaan door het verdedigen van deze vooroever. Rijkswaterstaat voert daarvoor bestortingen uit om de dijkstabiliteit en daarmee de bescherming tegen overstromingen te garanderen.

1.1 Vooroever bestortingen in de Ooster- en Westerschelde

Historisch werden voor bestortingen primaire (natuurlijke) bouwstoffen gebruikt, zoals natuur- en breuksteen, maar sinds enkele decennia worden ook secundaire bouwstoffen (reststromen uit de industrie), zoals fosfor- en staalslakken, toegepast. Het gebruik van LD-staalslakken (bijproduct bij de bereiding van staal volgens de methode Linz-Donawitz) wordt in de duurzaam bouwen (Dubo) maatregelen in de waterbouw van Rijkswaterstaat geprefereerd boven het gebruik van breuksteen. De milieuwinst van het gebruik van LD-staalslakken boven primaire bouwstoffen is dat op de plaatsen waar de primaire materialen gewonnen worden het landschap wordt gespaard, het gebruiksklaar maken van de slakken minder energie kost dan het winnen van de primaire grondstof en de transportafstanden korter zijn. Daarnaast bedragen de kosten van staalslakken slechts 40% van die van breuksteen. De toepassing van deze secundaire bouwstoffen past binnen het kader van de Waterwet en de Wet beheer Rijkswaterstaatwerken. Beide materialen zijn qua fysische eigenschappen goed geschikt voor vooroeververstersking en voldoen aan de kwaliteitseisen uit het Besluit bodemkwaliteit (2007).

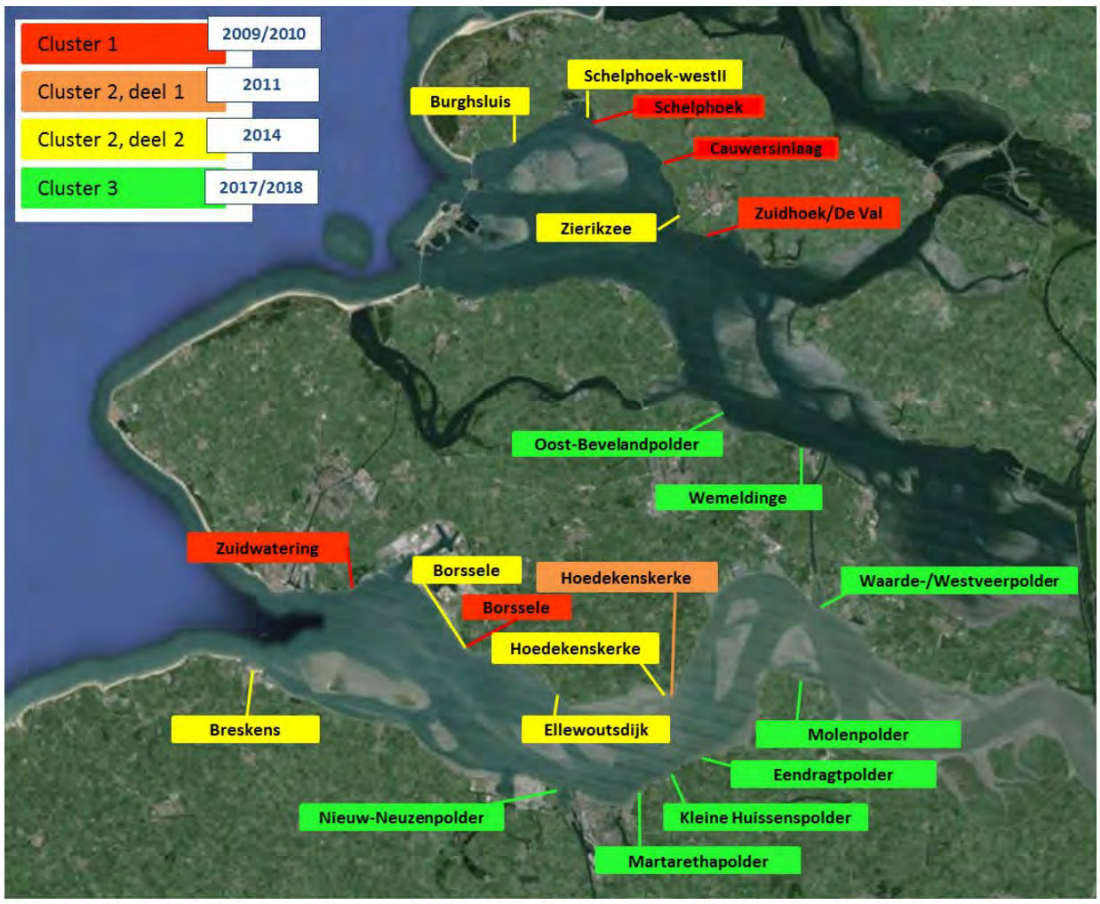
Zowel breuksteen als staalslakken (**Figuur 1**) en hebben een hoog soortelijk gewicht, waardoor ze in stroming en golfslag niet makkelijk wegspoelen. Breuksteen is een natuursteen, die uit steengroeven wordt gewonnen en varieert van samenstelling. De exacte samenstelling is afhankelijk van de steengroeve waar ze gewonnen zijn. Een staalslak is een steenachtig product, dat als restproduct overblijft bij de productie van staal. Ook de samenstelling van staalslakken verschilt afhankelijk van het productieproces. In 2014 is voor het eerst zeegrind toegepast op verschillende locaties in de Ooster- en Westerschelde. Zeegrind wordt gewonnen langs de Engelse kust en is relatief fijn ten opzichte van breuksteen en staalslakken.



***Figuur 1**. Links: breuksteen (bron: RWS Beeldbank), rechts: LD-staalslakken (bron: www.dehoop-bouwgrondstoffen.nl)*

De realisering van de vooroeververdedigingen wordt in fasen uitgevoerd, in zogenaamde clusters. Cluster 1 heeft betrekking op de locaties Schelphoek, Cauwersinlaag/Lokkersnol-oost en Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug in de Oosterschelde, en in de Westerschelde op de locaties Zuidwatering en Borssele

(**Figuur 2**). Dit werk is reeds gerealiseerd (**Tabel 1**). Cluster 2 heeft betrekking op de locaties Schelphoek (II), Burghsluis en Zierikzee in de Oosterschelde en de locaties Hoedekenskerke, Ellewoutsdijk, Borssele en Breskens in de Westerschelde en is gerealiseerd in 2011 (Hoedekenskerke) en 2014 (voor de overige locaties). Cluster 3 is momenteel in voorbereiding.



***Figuur 2**. Vooroeverbestortingen in het Nederlands Deltagebied, onderverdeeld in "clusters" 1,2 en 3.*

Tabel 1.
Overzicht van de perioden waarin vooroeververdedigingen hebben plaatsgevonden voor Cluster 1, 2 en 3 (zie Figuur 2) en gaan plaatsvinden in de Ooster- en Westerschelde.

	Locaties	Cluste	Toplaag bestorting		(geplande) periode aanleg vooroeververdediging
			Golfzone*	Stroomzone**	
Oosterschelde	Schelphoek (west/midden/oost)	1	Breuksteen	Staalslakken met een afdekking van een breuksteen op Schelphoek-midden	16/12/2009 – 29/03/2010
	Cauwersinlaag/ Lokkersnol-oost	1	Breuksteen	Staalslakken met daarop ecoriffen van breuksteen	01/12/2009 – 22/01/2010
	Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug (west/midden/oost)	1	Breuksteen	West: staalslakken met daarop een ecorif van breuksteen in verschillende vormen Midden: staalslakken met daarop breuksteen rondom de pijlers Oost: staalslakken met breuksteen in de golfzone	07/12/2009 – 23/02/2010
	Burghsluis	2.2	Breuksteen	Zeegrind	2014
	Schelphoek (Schelphoek-westII)	2.2	Breuksteen	Zeegrind met daarop ecoriffen van zandsteen en breuksteen	2014
	Zierikzee	2.2	Zeegrind	Zeegrind	2014
	Anna Frisopolder	3	onbekend	onbekend	Gepland 2017/2018
	Oost-Bevelandpolder	3	onbekend	onbekend	Gepland 2017/2018
	Wemeldinge (west/oost)	3	onbekend	onbekend	Gepland 2017/2018
Westerschelde	Zuidwatering/Ritthem (west/midden/oost)	1	Breuksteen	Staalslakken	11/08/2009 – 01/12/2009
	Borssele	1	Breuksteen	Staalslakken	27/07/2009 – 01/12/2009
	Hoedekenskerke (haven/zuid/noord)	2.1	Breuksteen	Staalslakken	2011
	Breskens	2.2	Breuksteen	Staalslakken	2014
	Borssele	2.2	Breuksteen	Staalslakken	2014
	Ellewoutsdijk	2.2	Breuksteen	Staalslakken	2014
	Hoedekenskerke	2.2	Breuksteen	Staalslakken	2014
	Nieuw-Neuzenpolder	3	onbekend	onbekend	Gepland 2017/2018
	Margarethapolder	3	onbekend	onbekend	Gepland 2017/2018
	Kleine Huissenspolder	3	onbekend	onbekend	Gepland 2017/2018
	Eendrachtpolder	3	onbekend	onbekend	Gepland 2017/2018
	Molenpolder	3	onbekend	onbekend	Gepland 2017/2018
	Waarde- en Westveerpolder	3	onbekend	onbekend	Gepland 2017/2018

*Golfzone: vanaf de laagwaterlijn tot ca. 5 meter onder NAP
**Stroomzone: beneden 5 meter NAP

1.2 Gevolgen voor het onderwaterleven

Door de "bestortingen" zal de aanwezige lokale flora en fauna (tijdelijk) verdwijnen. Organismen die op de oude stenen oever leven (hard substraat), maar ook de organismen die in de bodem (het zachte sediment) leven worden afgedekt ("infauna"). Nieuwe organismen zullen zich weer opnieuw vestigen op het harde substraat van de bestorting of in het sediment wat op de bestorting neerslaat. Door het gebruik van staalslakken en breukstenen in de vooroeververdediging kunnen zware metalen uitlogen in het water. Welke metalen uitlogen en in welke mate is afhankelijk van de chemische samenstelling en eigenschappen van de breukstenen en staalslakken en het omringende milieu (Intron, 2010a-f). Over uitloging van breukstenen en staalslakken en effecten op biota onder mariene omstandigheden is

tot dusverre weinig gepubliceerd. De data uit deze monitoring genereren hiervoor dus relevante informatie. Daarnaast is een mesocosmos studie uitgevoerd om de effecten van uitloging van zware metalen op biota te onderzoeken.
Sinds 2009 wordt in de Ooster- en Westerschelde monitoring uitgevoerd om een beter beeld te krijgen van de eco(toxico)logische effecten van de bestorting met staalslakken. In 2009 is daartoe, voorafgaand aan de werkzaamheden op deze locaties, een zogenaamd T0-onderzoek (T-nul) uitgevoerd, waarin zowel de soortendiversiteit van flora en fauna als de gehalten aan zware metalen in een aantal organismen op de te verdedigen vooroevers zijn bepaald. Na 2009 in de Oosterschelde en Westerschelde hebben een T1-monitoring (één jaar na aanleg van de vooroeververdediging van Cluster 1), T2-monitoring (twee jaar na aanleg), T3-monitoring (drie jaar na aanleg), T4-monitoring (vier jaar na aanleg) en T5-monitoring (vijf jaar na aanleg) plaatsgevonden (zie monitoringsrapportages Van den Heuvel-Greve et al., 2010; Van den Heuvel-Greve et al., 2011; Van den Heuvel-Greve et al., 2012, Van den Heuvel-Greve et al., 2013, Tangelder et al., 2014, Tangelder et al., 2015). Daarnaast is in 2010, 2011, 2013 en 2014 ook monitoring uitgevoerd op sommige Cluster 2 en Cluster 3 locaties.

1.3 Doel van dit onderzoek

Rijkswaterstaat heeft aan Wageningen Marine Research opdracht gegeven om in 2015 de T6-monitoring uit te voeren voor Cluster 1 locaties Zuidhoek-De Val ("Zeelandbrug") en Cauwersinlaag ("Lokkersnol") in de Oosterschelde. Het doel van deze monitoring is het bepalen van de samenstelling en biodiversiteit van de aanwezige levensgemeenschappen op harde en zachte substraten, en de bepaling van de gehalten aan zware metalen in mosselen en oesters. Voor locatie Lokkersnol is de monitoring alleen op levensgemeenschappen van zachte substraten gericht. De monitoring is uitgevoerd in samenwerking met Stichting Zeeschelp en TNO. De **kennisvragen** voor deze 2015 monitoring in de Oosterschelde zijn opgesplitst in drie delen:

<u>Hardsubstraat gemeenschappen:</u>

1. Hoe verloopt de ontwikkeling van flora en fauna gevestigd op het nieuwe hard substraat van staalslakken en breukstenen op locatie Zeelandbrug zes jaar na bestorten en hoe zijn de aangetroffen soorten te vergelijken met de T0, T1, T2, T3, T4 en T5 en referentielocaties?

<u>Zacht substraat gemeenschappen (infauna):</u>

2. Hoe verloopt de ontwikkeling van infauna gemeenschappen in het afgezette sediment op de aangelegde vooroevers van staalslakken en breuksteen bij locatie Zeelandbrug en Lokkersnol zes jaar na bestorten en hoe zijn de aangetroffen soorten te vergelijken met de T0, T1, T2, T3, T4 en T5 en referentielocaties?

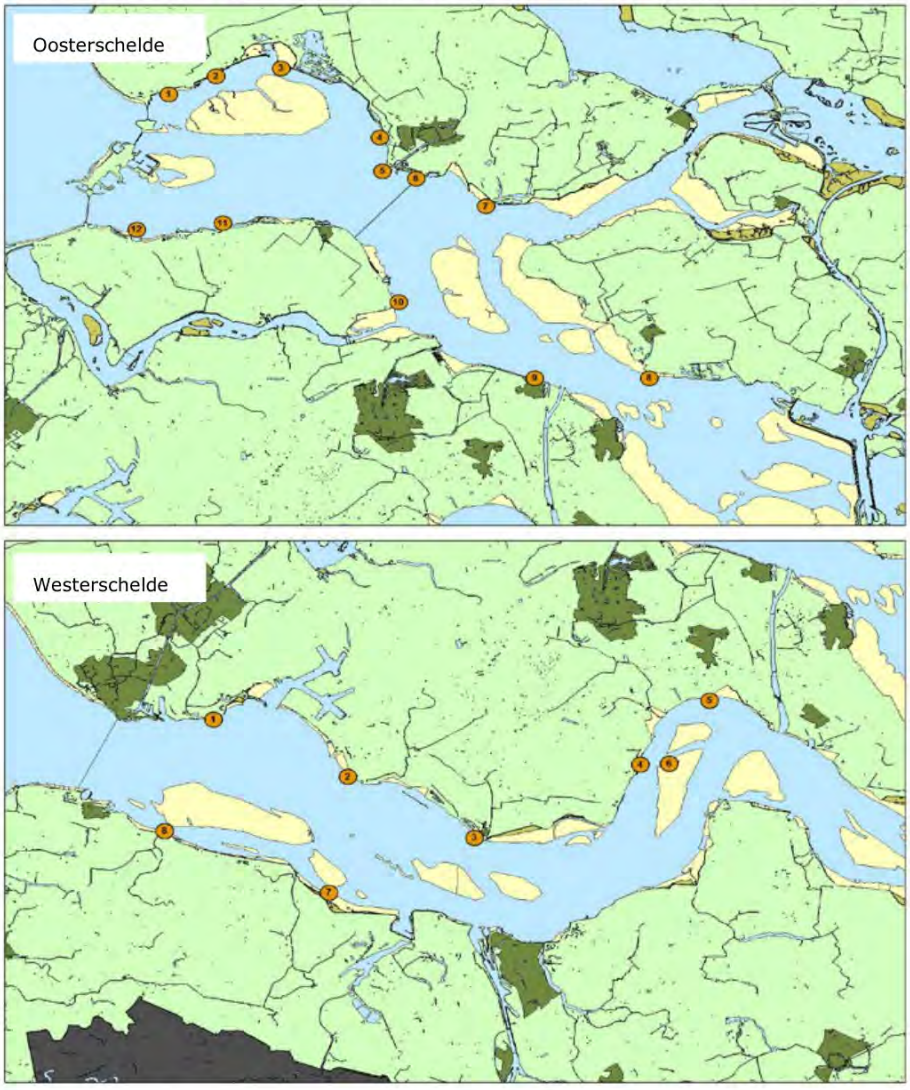
<u>Uitloging zware metalen:</u>

3. Wat zijn de langjarige trends in gehalten aan zware metalen in schelpdieren die voorkomen op de vooroeververdediging van Zeelandbrug (inclusief pijler van de brug) zes jaar na het aanbrengen van de vooroeververdediging en hoe zijn deze gehalten vergeleken met de T0, T1, T2, T3, T4 en T5 en referentielocaties? Is er een verschil in gehalten aan zware metalen in biota die bemonsterd zijn op de nieuwe vooroevers en de referentielocatie?

Dit rapport gaat voornamelijk in op de resultaten van de T6-monitoring in 2015 in vergelijking tot voorgaande monitoringsjaren. Het rapport is gebaseerd op drie onderliggende deel-rapportages, die meer details bevatten: inventarisatie hard substraat (De Kluijver et al., 2016), inventarisatie zacht substraat (Tangelder et al., 2016) en zware metalen in biota (Glorius en Van den Heuvel-Greve, 2016).

1.4 Monitoring in de afgelopen jaren in de Ooster- en Westerschelde

In de periode 2009-2015 heef Wageningen Marine Research i.s.m. Stichting Zeeschelp op 18 locaties in de Oosterschelde en 8 locaties in de Westerschelde levensgemeenschappen onderzocht (Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.). In deze jaren zijn niet alle locaties ieder jaar onderzocht. Fout! Verwijzingsbron niet gevonden. en **Tabel 3** geven een overzicht van welke monitoring is uitgevoerd op alle onderzochte locaties in 2009-2015. In dit onderzoek zijn ook de data van de voorgaande metingen (T0-T5) meegenomen van de locaties die in 2015 bemonsterd zijn. Vaak is per locatie op meerdere plekken langs het dijktraject gemonitord (aangegeven door bv. -west, -midden en -oost). Er zijn ook locaties die in voorgaande jaren zijn bemonsterd maar niet in 2015.



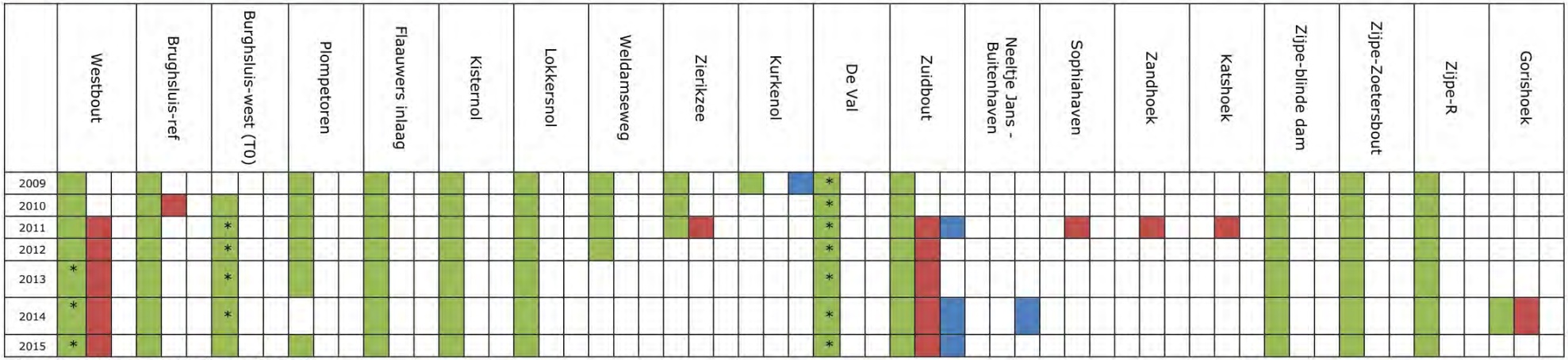
Figuur 3. *De onderzochte locaties in de Oosterschelde in periode 2009-2015 (bovenste paneel). 1-Westbout, 2-Burghsluis, 3-Schelphoek (westII, west, midden oost), 4-Lokkersnol/Cauwersinlaag (a en b), 5-Zierikzee, 6-Zeelandbrug (west, midden en oost), 7-Zuidbout, 8-Gorishoek, 9-Wemeldinge (west en oost), 10-Katshoek, 11-Zandhoek en 12-Sophiahaven. Locaties die in 2015 zijn bemonsterd, zijn onderstreept. Onderzochte locaties in de Westerschelde 2010-2014 (onderste paneel). 1-Ritthem (Referentie, west, midden en oost), 2-Borssele, 3-Ellewoutsdijk (west, midden en haven), 4-Hoedekenskerke (zuid, haven en noord), 5-Kapellebank, 6-Ossenisse, 7-Paulinapolder en 8-Slijkplaat.*

***Tabel 2**. Monitoringslocaties van de vooroeververdediging in 2009-2015 in de Oosterschelde (links) en de Westerschelde (rechts). De kleuren geven aan welke monitoring is verricht: hard substraat gemeenschappen (groen), infauna gemeenschappen (rood), en zware metalen (blauw). De T0 meting heeft plaatsgevonden in 2009, tenzij anders vermeldt.*

Locaties Oosterschelde	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Burghsluis-west (T0) (stortlocatie, cluster 2, 2014)		T0					
		T0					
		T0					
Schelphoek-west (stortlocatie, cluster 1, 2009/2010)	T0	T1	T2			T5	
	T0	T1	T2			T5	
	T0	T1	T2			T5	
Schelphoek-west II (stortlocatie, cluster 2, 2014)		T0				T0	
		T0				T0	
		T0					
Schelphoek-midden (stortlocatie, cluster 1, 2009/2010)		T1	T2			T5	
		T1	T2			T5	
			T2			T5	
Schelphoek-oost (stortlocatie, cluster 1, 2009/2010)	T0	T1	T2			T5	
	T0	T1	T2			T5	
	T0	T1	T2			T5	
Lokkersnol-Oost (a+b) (stortlocatie, cluster 1, 2009/2010)	T0	T1	T2				T6
	T0	T1	T2				T6
	T0	T1	T2				T6
Zeelandbrug-west (stortlocatie, cluster 1, 2009/2010)	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6
	T0	T1	T2			T5	T6
Zeelandbrug-midden (stortlocatie, cluster 1, 2009/2010)	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6
		T1	T2	T3	T4	T5	T6
		T1	T2			T5	T6
Zeelandbrug-oost (stortlocatie, cluster 1, 2009/2010)	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6
	T0	T1	T2			T5	T6
Zeelandbrug pijler (vlak boven stortlocatie, cluster 1, 2009/2010)	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Zierikzee (stortlocatie, cluster 2.2, 2014)					T0		
			ref		T0		
					T0		
Wemeldinge-west (stortlocatie, cluster 3, 2016)						T0	
						T0	
						T0	
Wemeldinge-oost (stortlocatie, cluster 3, 2016)						T0	
						T0	
						T0	

Locatie Westerschelde	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Ritthem-west (stortlocatie, cluster 1, 2009)	T0	T1	T2			T5	
		T1	T2			T5	
		T1	T2			T5	
Ritthem-midden (stortlocatie, cluster 1, 2009)	T0	T1	T2			T5	
		T1	T2			T5	
		T1	T2			T5	
Ritthem-oost (stortlocatie, cluster 1, 2009)	T0	T1	T2			T5	
		T1	T2			T5	
						T5	
Borssele (stortlocatie, cluster 1, 2009)		T0					
		T0					
		T0					
Ellewoutsdijk-west (stortlocatie, cluster 2.2, 2014)		T0					
		T0					
		T0					
Ellewoutsdijk-midden (stortlocatie, cluster 2.2, 2014)		T0					
		T0					
		T0					
Hoedekenskerke-zuid (stortlocatie, cluster 2.1, 2011)		T0					
		T0					
		T0					
Hoedekenskerke-hvn (stortlocatie, cluster 2.1, 2011)		T0				T3	
		T0				T3	
		T0				T3	
Hoedekenskerke-nrd (stortlocatie, cluster 2.1, 2011)		T0				T3	
		T0				T3	
		T0				T3	

***Tabel 3**. Referentielocaties in de Oosterschelde. De kleuren geven aan welke monitoring is verricht: **hard substraat gemeenschappen (groen)**, **infauna gemeenschappen (rood)**, en **zware metalen (blauw)**.*



* = alleen bemonstert in het eulittoraal

1.5 Resultaten uit andere onderzoeken

In dit rapport is ook een samenvatting opgenomen van de resultaten van het onderzoek naar sedimentatiepatronen dat is uitgevoerd in het kader van 'Notitie Kolonisatie van bodemgemeenschappen van zacht substraat in de Oosterschelde en Westerschelde na vooroeververdediging' (Van de Heuvel-Greve et al., 2016). Hiervoor zijn in 2015 sedimentatieprocessen op acht locaties onderzocht met gebruik van sedimentvallen. Deze processen zijn van belang voor het herstel van de zachte substraten op de stort locaties. De resultaten zijn opgenomen in Hoofdstuk 'Resultaten' paragraaf 3.3.

Daarnaast wordt op monitoringslocatie Schelphoek-westII geëxperimenteerd met verschillende typen vooroeververdediging (breuksteen en zandsteen). Dit onderzoek wordt uitgevoerd binnen het RAAKPRO-project Building for Nature (2013-2017) waarbij partijen (HZ University of Applied Sciences –Delta Academy (penvoerder) en o.a. Rijkswaterstaat, Projectbureau Zeeweringen en WAGENINGEN MARINE RESEARCH) samenwerken binnen een consortium (zie Univeristy of Applied Science, 2012). Binnen dit onderzoek wordt de rekolonisatie van de nieuwe vooroever voor epifauna en infauna onderzocht en de dikte van de sedimentlaag op de nieuwe bestorting. Vanwege de nauwe samenhang met dit onderzoek is door betrokken partijen afgesproken om ervoor te zorgen dat de monitoring vooroeververdediging (dit onderzoek) en het RAAKPRO-Building for Nature project elkaar zoveel mogelijk moeten versterken. Daarom zijn een deel van de resultaten van het RAAKPRO onderzoek in dit onderzoek meegenomen in de resultaten. Anderzijds worden de resultaten van dit onderzoek gebruikt om de ontwikkeling van organismen op de vooroever bij Schelphoek-westII te kunnen vergelijken met andere stort- en referentie locaties in de Oosterschelde. In Hoofdstuk 3 'Resultaten' zijn de uitkomsten van de epifauna en infauna monitoring voor locatie Schelphoek-westII opgenomen in paragraaf 3.1 en 3.2. Voor infauna zijn geen soorten bemonsterd, omdat er nog onvoldoende sediment aanwezig was. Ook zijn de resultaten van de sedimentdikte metingen opgenomen in paragraaf 3.3.

1.6 Leeswijzer

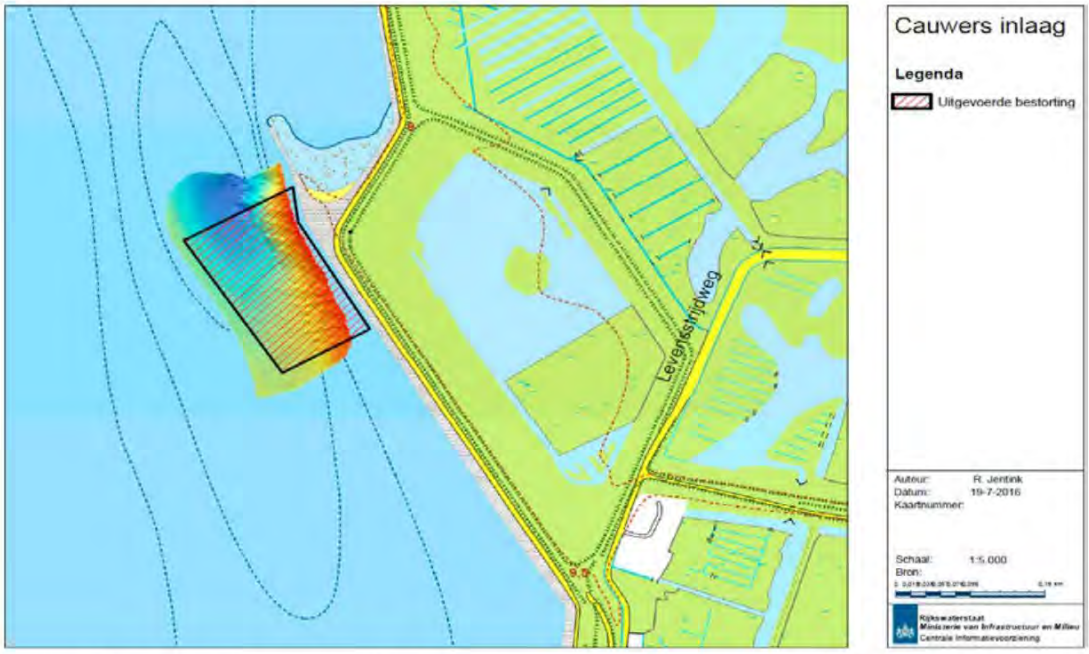
Dit rapport is opgebouwd volgens de gebruikelijke structuur van een onderzoeksrapport met methoden, resultaten, conclusie, discussie en aanbevelingen. In deze hoofdstukken wordt telkens een vierdeling gehanteerd waarbij hard substraat gemeenschappen, infauna gemeenschappen, sedimentatiepatronen en gehalten aan zware metalen in biota worden besproken.

2 Methoden

2.1 Onderzoekslocaties

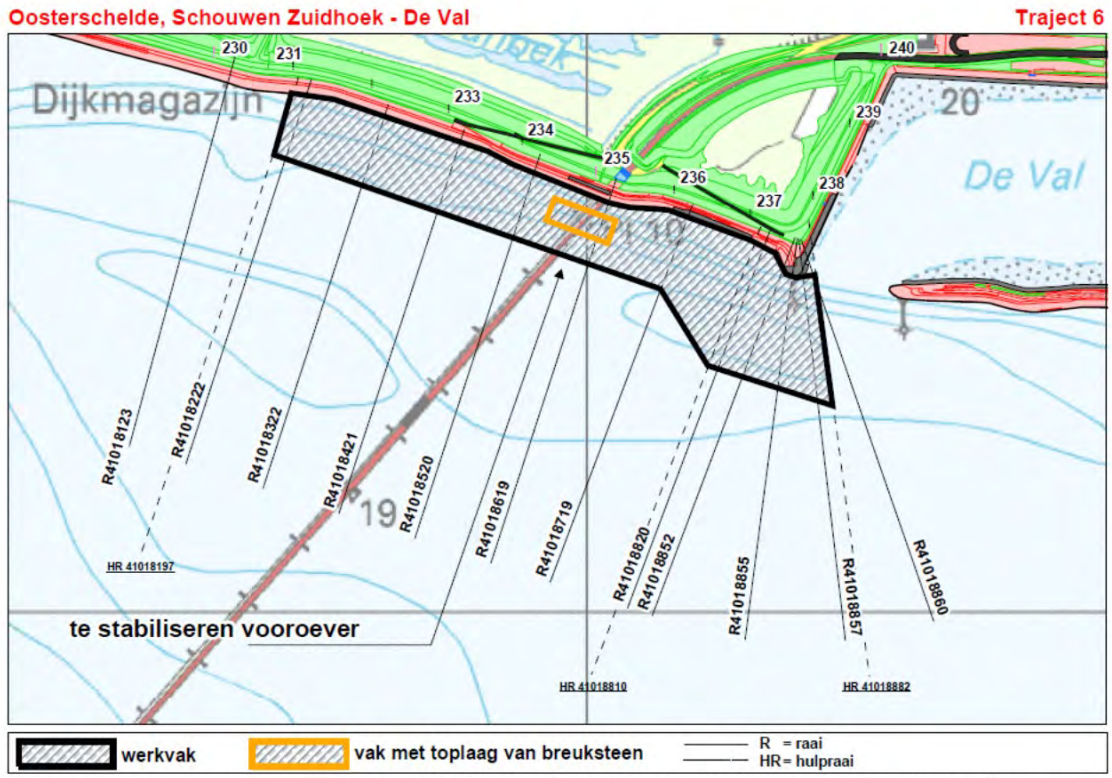
In Cluster 1 zijn op basis van urgentie de vooroevers op verschillende locaties in de Oosterschelde en de Westerschelde versterkt. Deze locaties zijn in de periode 2009-2014 gevolgd (Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.)**.** In 2015 spitst de monitoring zich toe op Cluster 1 locaties Lokkersnol (Cauwersinlaag/ Lokkersnol-oost) en Zeelandbrug (Zuidhoek-De Val), zie **Figuur 2** en **Tabel 1**, gelegen langs de Zuidkust van Schouwen-Duiveland.

Hier volgt een beschrijving van de vooroeverbestorting per gemonitorde locatie (zie ook **Tabel 1**).
Lokkersnol: eind 2009 / begin 2010 is de vooroever hier versterkt met staalslakken. In de golfzone en het eulittoraal zijn staalslakken afgedekt met breuksteen en is de kreukelberm (het horizontale gedeelte van het dijktalud)verlengd. Deze nieuw aangelegde kreukelberm loopt geleidelijk af naar de laagwaterlijn. Daarnaast is op de staalslakken een ecorif aangebracht met verschillende maten natuursteen met als doel om de habitatdiversiteit te verhogen. Dit ecorif is aangelegd in 2009 vanaf de knik in de dijk richting het oosten (**Figuur 4**).



Figuur 4 *Een overzicht van stortlocatie Lokkersnol-oost Cluster 1 in de Oosterschelde.*

Zeelandbrug: betreft een bestorting uitgevoerd eind 2009/ begin 2010 (monitoringslocatie Zeelandbrug west/midden/oost) met een bestorting van staalslakken (**Figuur 5**). In de golfzone zijn de staalslakken afgedekt met breuksteen en is de kreukelberm verlengd. In het sublittoraal zijn de staalslakken rondom de pijlers van de brug en ten westen daarvan afgedekt met breuksteen en daarop is een ecorif geplaatst.



Figuur 5 *Een overzicht van stortlocatie Zeelandbrug Cluster 1 Oosterschelde. Zeelandbrug-oost (ten oosten van de brug), Zeelandbrug-midden (onder de brug), Zeelandbrug west (ten westen van de brug ter plaatse van de ecoriffen).*

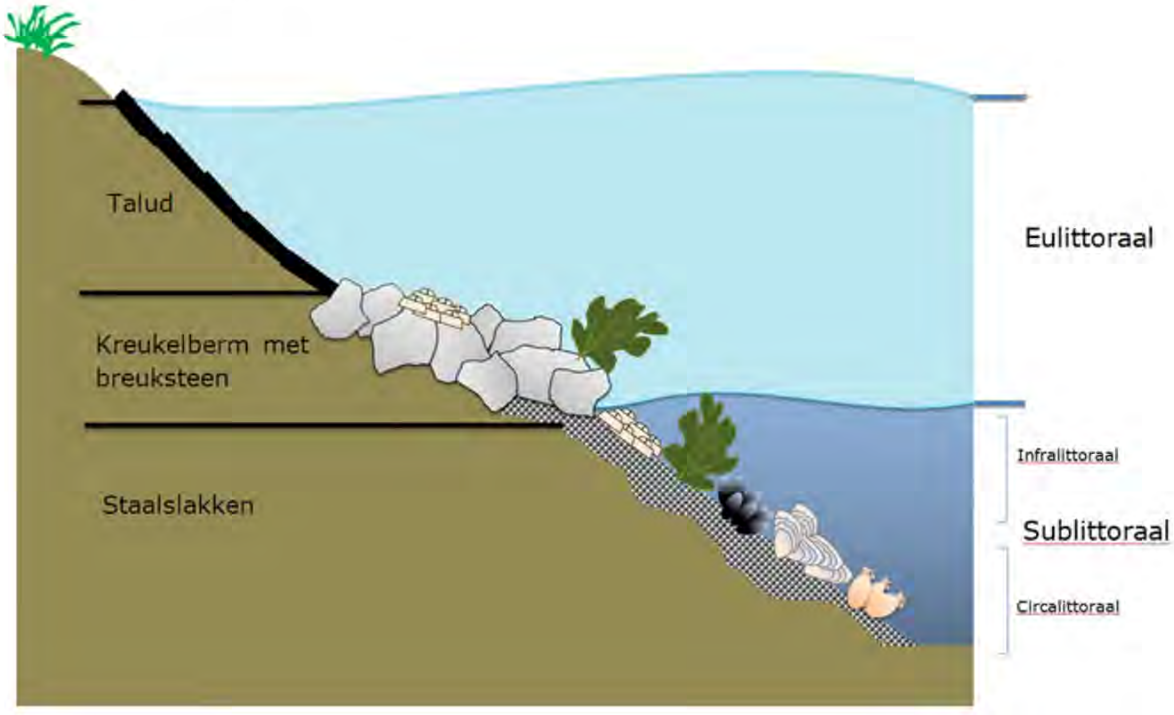
Om een vergelijking te kunnen maken zijn twee referentielocaties gemonitord. Locatie Westbout (nabij de monding van de Oosterschelde) en locatie Zuidbout (gelegen ten oosten van de Zeelandbrug) (Figuur 3)

2.2 Werkverdeling

Voor deze monitoring heeft Stichting Zeeschelp veldwerk opnames gedaan van flora en fauna op hard substraat, sediment bemonsterd t.b.v. infauna-analyses, en schelpdieren bemonsterd t.b.v. analyses van zware metalen. Daarnaast is onderzoek gedaan naar sedimentatie patronen. De verwerking van data en datarapportage voor flora en fauna van hard substraat is uitgevoerd door Stichting Zeeschelp (zie deelrapport De Kluijver et al., 2016). De determinatie, dataverwerking en datarapportage voor infauna is uitgevoerd door WAGENINGEN MARINE RESEARCH (zie deelrapport Tangelder et al., 2016). De analyse van zware metalen is uitgevoerd door TNO-Triskelion en datarapportage door WAGENINGEN MARINE RESEARCH (zie deelrapport Glorius en Van den Heuvel-Greve, 2016).

2.3 Inventarisatie van flora en fauna op hard substraat

De inventarisatie van de levensgemeenschappen op hard substraat is uitgevoerd in de periode juni-augustus in 2015. Daarbij is zowel de zone tussen de hoog- en laagwaterlijn (eulittoraal) als de zone beneden de laagwaterlijn onderzocht (sublittorale zone) (**Figuur 6**). In het sublittoraal (onder de laagwaterlijn) zijn opnamen gemaakt op 3 diepten: 1.5-4.0 meter onder NAP (de infralittorale zone), 4.1-10.0 meter en 10.1-18.5 meter onder NAP (de circalittorale zone). Per diepte zijn, waar mogelijk, zowel breuksteen als staalslakken gemonitord. In de infralittorale en ondiepe circalittorale zone zijn de staalslakken afgedekt met breuksteen en is een bemonstering van de staalslakken niet mogelijk. Het duikwerk is uitgevoerd volgens het Arbobesluit 'Arbeid onder overdruk' (1995), dat wettelijke eisen stelt aan de samenstelling en expertise van de duikploeg en de veiligheidsvoorzieningen bij het duikwerk. Voor meer informatie over bemonstering en analyse zie de Kluijver et al. (2016). Alleen locatie Zeelandbrug is bemonsterd, locatie Lokkersnol is niet onderzocht op levensgemeenschappen van hard substraat in 2015.



Figuur 6. *Dwarsdoorsnede van een dijk. Het eulittoraal is de getijdenzone boven de laagwaterlijn. Het sublittoraal is de zone onder de laagwaterlijn.*

Eulittoraal: bemonstering talud en kreukelberm
In het eulittoraal zijn opnamen gemaakt door een kwadrant van 50*50 cm over het substraat te plaatsen en daarbinnen de bedekkingspercentages van de aanwezige organismen te schatten. Aansluitend op elk kwadrant is een nieuw kwadrant bemonsterd totdat de laagwaterlijn is bereikt. Op

deze manier is de aaneensluitende bedekking van flora en fauna over de gehele getijdenzone gekwantificeerd.
Het eullittoraal bij de Zeelandbrug is onderzocht in 2015. In Tabel 4 staat een overzicht aangegeven van hoe het eulittoraal bij de Zeelandbrug in de afgelopen jaren is beïnvloed door zowel talud en kreukelberm vernieuwingen als uitvoering van vooroeverbestortingen waarbij de kreukelberm vaak is verlengd. Dit houd in dat het horizontale deel van het talud breder is gemaakt (**Figuur 6**). Ook staan de verschillende substraten hier aangegeven.

***Tabel 4**. Overzicht van ingrepen in het eulittoraal en de materialen die daarbij gebruikt zijn voor het talud en de kreukelberm bij de Zeelandbrug.*

Locatie	Ingrepen	Talud	Kreukelberm
Zeelandbrug-west	In 2009/2010 is de kreukelberm verlengd (VOV Cluster 1) In 2015 is het talud vernieuwd	Basalt	Oude berm met verlengde nieuwe berm van open breuksteen
Zeelandbrug-midden	In 2009/2010 is de kreukelberm verlengd (VOV Cluster 1) In 2015 is het talud vernieuwd	Basalt, overlaagd met gepenetreerd breuksteen	Oude berm met verlengde nieuwe berm van open breuksteen
Zeelandbrug-oost	In 2009/2010 is de kreukelberm verlengd (VOV Cluster 1) In 2015 is het talud vernieuwd	Basalt	Oude berm met verlengde nieuwe berm van open breuksteen

Daarnaast zijn in de jaren 2009-2015 referentielocaties gemonitord (onderstreepte locaties zijn ook in 2015 onderzocht): Westbout, Burghsluis-Referentie, Burghsluis-T0, Plompetoren, Schelphoek-Rw, Schelphoek-haven-PBZ, Schelphoek-haven-Ref, Schelphoek-westII, Schelphoek-west, Schelphoek-midden, Schelphoek-oost, Schelphoek-Referentie-oost, Flauwers inlaag, Lokkersnol, Zierikzee, Zeelandbrug-west, Zeelandbrug-midden, Zeelandbrug-oost en De Val (gegevens uit de jaarlijkse hard substraat monitoring door Stichting Zeeschelp). Veel van de referentie locaties zijn sinds 2009 gevolgd. Door het uitvoeren van dijkverstevigingen in het eulittoraal, waarbij de taluds zijn vernieuwd, zijn sommige locaties niet continue gevolgd. Niet alle referentielocaties zijn dus onbeïnvloed aangezien daar ook talud en kreukelberm vernieuwingen hebben plaatsgevonden. **Tabel 5** geeft een overzicht van de werkzaamheden die zijn uitgevoerd en van invloed zijn op de gemeenschappen in het eulittoraal.

***Tabel 5**. Veranderingen in het eulittoraal op de verschillende transecten ('VoV' zijn de clusters vooroeverversterking met beïnvloeding van het eulittoraal).*

nr	locatie	jaar	ingreep
1	Westbout	-	geen, talud kalksteen, open kreukelberm
2	Burghsluis-Referentie	2007	talud gepenetreerd, kreukelberm vernieuwd
3	Burghsluis-T0	2007	talud vernieuwd, kreukelberm verstoord
4	Plompetoren	2014	talud vernieuwd, kreukelberm verstoord
5	Schelphoek-Referentie-west	2010	talud vernieuwd, kreukelberm verstoord
6	Schelphoek-haven-PBZ	2010	talud en kreulberm vernieuwd, materiaal: koperhoudend Rodense
7	Schelphoek-haven-Referentie	2010	talud en kreulberm vernieuwd, materiaal: breuksteen
8	Schelphoek-westII	2008	talud vernieuwd, kreukelberm verstoord
		2014	kreukelberm verlengd (VoV 2)
9	Schelphoek-west	2008	talud vernieuwd, kreukelberm vernieuwd en gepenetreerd
		2009/10	kreukelberm verlengd met laag gelegen berm (VoV 1)
10	Schelphoek-midden	2008	talud vernieuwd, kreukelberm vernieuwd en gepenetreerd
		2009/10	kreukelberm laatste deel verhoogd (VoV 1)
11	Schelphoek-oost	2008	talud vernieuwd, kreukelberm vernieuwd en gepenetreerd
12	Schelphoek- Referentie-oost	2011	talud vernieuwd, kreukelberm verstoord
13	Flauwers	2011	talud vernieuwd, kreukelberm verstoord
14	Lokkersnol	2009/10	kreukelberm verlengd (VoV 1)
		2013	talud vernieuwd, kreukelberm verstoord
15	Zierikzee	2014	talud vernieuwd, kreukelberm verstoord
16	Zeelandbrug-west	2009/10	kreukelberm verlengd (VoV 1)
		2015	talud vernieuwd, kreukelberm verstoord
17	Zeelandbrug-midden	2009/10	kreukelberm verlengd (VoV 1)
		2015	talud vernieuwd, kreukelberm verstoord
18	Zeelandbrug-oost	2009/10	kreukelberm verlengd (VoV 1)
		2015	talud vernieuwd, kreukelberm verstoord
19	De Val	-	geen, talud basalt, open kreukelberm

Sublittoraal: bemonstering beneden laagwaterlijn

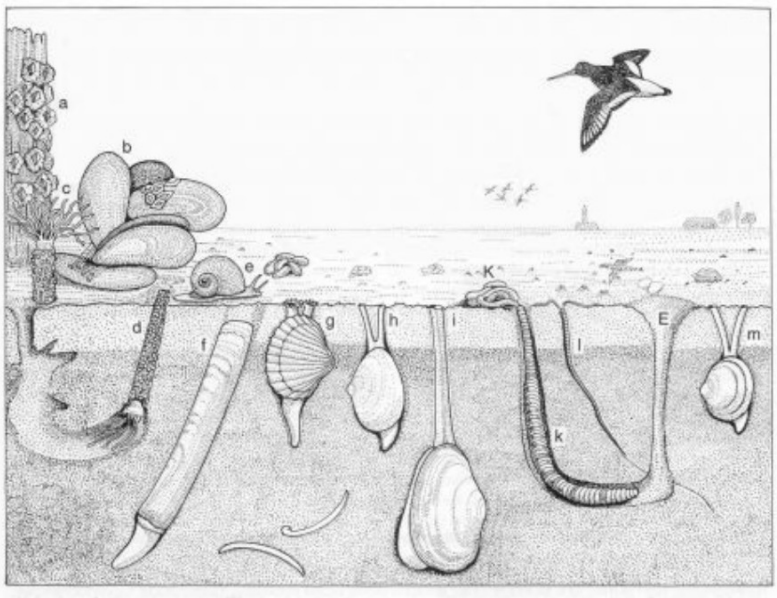
In de sublittorale zone is gewerkt met stations waar op verschillende diepten de sessiele (=vastzittende) organismen zijn gekwantificeerd. Per station zijn binnen 3 kwadranten (32 x 32 cm dus totaal 31 dm^2) de bedekkingspercentages van alle sessiele organismen in verticale projectie (bovenaanzicht) geschat. De organismen zijn voor zover als mogelijk onder water gedetermineerd en uit ieder kwadrant zijn monsters meegenomen voor verdere determinatie onder de microscoop. Per

diepte zijn waar mogelijk zowel breuksteen als staalslakken bemonsterd. Op de stations zijn ook bodem- en watermonsters genomen voor de bepaling van de fractieverdeling van de bodemsedimenten en de temperatuur, pH, saliniteit en zuurstofverzadiging van het water.
Het sublittoraal bij de Zeelandbrug (oost/midden/west) is onderzocht in 2015. Eind 2009 / begin 2010 is de vooroever versterkt waarbij staalslakken rondom de pijlers van de brug en ten westen daarvan afgedekt met breuksteen en daarop is een ecorif geplaatst (**Figuur 5** en **Tabel 1**).
Daarnaast zijn in de jaren 2009-2015 referentielocaties gemonitord langs de kust van Schouwen-Duiveland (de in 2015 onderzochte referentielocaties zijn hier onderstreept): Westbout, Burghsluis, Plompetoren, Schelphoek, Flaauwersinlaag, Kistersnol, Lokkersnol (ref), Weldamseweg, Zierikzee-havenhoofd, Kulkenol, Zeelandbrug-pijler, Zuidbout, Zijpe-Blinde dam en Zijpe-Zoetersbout.

Analyse van gemeenschappen
Om een uitspraak te kunnen doen of de levensgemeenschappen van de T0 verschillen met de T6-situatie is een clusteranalyse uitgevoerd met logaritmisch getransformeerde data (zie de Kluijver et al., 2016 voor meer achtergronden). Bij een clusteranalyse worden de stations gegroepeerd tot clusters van gemeenschappen. Op deze manier kan op gemeenschapsniveau inzicht verkregen worden in verandering van levensgemeenschappen en de ontwikkeling van biota op breuksteen en staalslakken. De analyse is uitgevoerd met het programma MVSP (Kovach, 1999) met de 'Bray-Curtis coëfficiënt' in combinatie met de 'average-linkage' methode. Voor de analyses zijn data gebruikt uit de periode 2005-2012, die afkomstig zijn van monitoringsactiviteiten van Stichting Zeeschelp. Vervolgens is een inverse analyse uitgevoerd zoals beschreven in Kaandorp (1986), dat een onderscheid mogelijk maakt tussen dominante en karakteristieke soorten. Soorten worden als dominant of karakteristiek beschouwd indien zij een bedekkingspercentage van ≥ 4% bereiken. Indien een soort minder dan 4% voorkomt, maar slechts in één gemeenschap voorkomt, is deze beperkt tot deze gemeenschap.

2.4 Inventarisatie van fauna in zacht substraat (sediment)

Infauna zijn dieren die leven in de zachte bodem (**Figuur 7**). De monitoring richt zicht op de aanwezige fauna in het sediment wat is neergeslagen op de nieuwe bestorting. De biota van de zachte substraten zijn bemonsterd met behulp van steekbuizen op dezelfde diepten als de stations van de harde substraten in de sublittorale zone. Voor de monitoring in 2015 zijn locaties Westbout en Zuidbout geselecteerd als referentielocaties. Voor meer achtergronden over de infauna analyse zie Tangelder et al., 2016.



Figuur 7. *Infauna zijn bodemdieren die leven in "zacht substraat" van bijvoorbeeld zand of slib (bron:www.senckenberg.de)*

Bemonstering en identificatie

Per diepte zijn 6 steekbuizen (6,5 cm doorsnede) genomen tot circa 30 cm in de bodem. Hiervoor moet voldoende sediment aanwezig zijn. De monsters zijn over 1 mm gezeefd en gefixeerd met borax gebufferde formaline (4%). Het uitzoeken van de monsters en determinatie van soorten heeft plaatsgevonden in het WAGENINGEN MARINE RESEARCH laboratorium in Yerseke. De organismen in de monsters zijn vervolgens geïdentificeerd, waar mogelijk tot op soort niveau, en geteld om de dichtheden te kunnen bepalen. Door de manier van bemonsteren kan het voorkomen dat fragmenten van een organisme aanwezig zijn in het monster. Tevens vindt de bemonstering plaats op het moment dat veel organismen in juveniele stadia aanwezig zijn. Hierdoor is het niet altijd mogelijk om de organismen tot soort niveau op naam te brengen en wordt er een hoger taxonomisch niveau gehanteerd.

Analyse van diversiteit, dichtheden en gemeenschappen

Voor infauna gemeenschappen zijn totale abundantie en diversiteit (soortenrijkdom en dichtheden) berekend. Daarnaast is een clusteranalyse uitgevoerd met de data van 2009-2015 (T0-T6) om te beoordelen of er veranderingen op gemeenschapsniveau zijn opgetreden. De analyse is uitgevoerd met logaritmisch getransformeerde data, met het programma MVSP (Kovach, 1999) met de 'Bray-Curtis' coëfficiënt in combinatie met de 'average-linkage' methode op dezelfde wijze als voor hard substraat soorten (zie vorige paragraaf).

Sedimentkarakteristieken

De sedimentkarakteristieken van de bovenste centimeter van de sedimentlaag zijn bepaald door monsters te zeven over 7 gekalibreerde zeven (2.8-0.053 mm). De karakteristieken zijn uitgedrukt als de procentuele bijdrage van de drooggewichten van de verschillende fracties. Omdat de verdeling van de fracties niet normaal bleek te zijn, is op basis van de dominante fracties een typologie voor de bodemsedimenten opgesteld (**Tabel 6**). Wanneer, door een recente verstoring, de sedimenten een tweetoppige verdeling vertonen (bv. grof en fijn), is dit sediment aangeduid als een verstoord (dis) grover type.

***Tabel 6**. Typologie voor de bodemsediment*

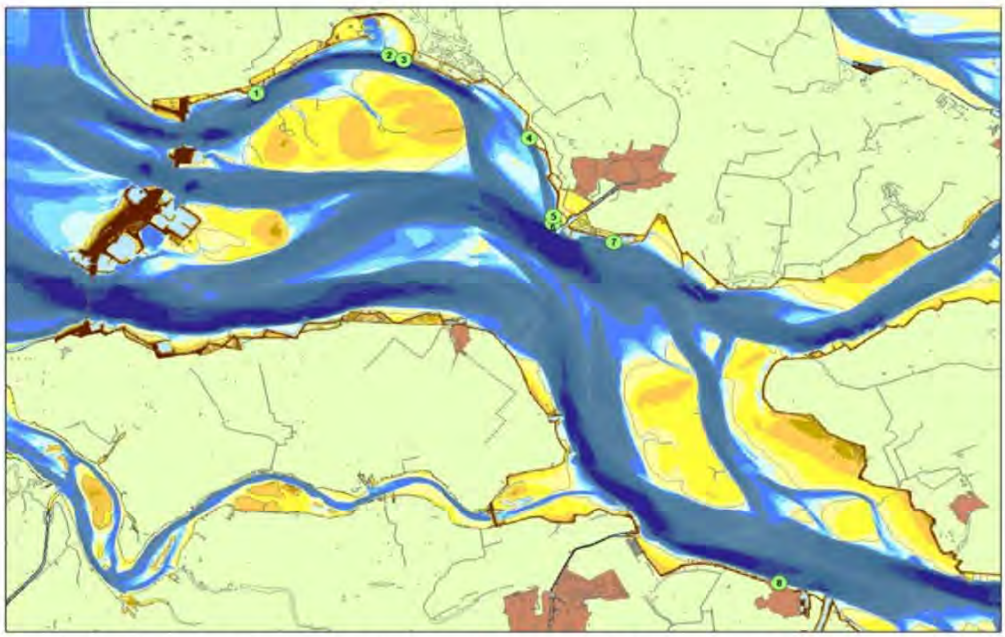
Type sediment:	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
dominante fractie in mm	>2.8	2.8-1.4	1.4-0.6	0.6-0.3	0.3-0.15	0.15-0.09	0.09-0.05	<0.05
Benaming	schelprest		zeer grof zand	grof zand	fijn zand	zeer fijn zand	ultra fijn zand	slib

In 2009 en 2010 zijn de sedimenten op de nabij gelegen stations voor de hardsubstraat bemonstering gebruikt, na 2010 zijn monsters op de exacte locatie genomen.

Naast de sedimentkarakteristieken zijn in 2011-2015 ook het percentages organische en droge stof bepaald. Deze percentages zijn bepaald in de bovenste zes cm van het bodemsediment, door de monsters te drogen bij 70ºC en vijf uur te verassen bij 525ºC. Ook is het zoutgehalte gemeten.

2.5 Sedimentbelasting en sediment dikte

Op acht locaties is de potentiële sedimentbelasting gemeten, dit houd in dat de netto sedimentatie in gram/m^2/dag is gemeten zonder dat resuspensie plaatsvindt (zie De Kluiver et al, 2012; de Kluijver et al, 2016). Zeven locaties zijn gelegen langs de zuidkust van Schouwen-Duiveland en één locatie bij Wemeldinge (**Figuur 8**). De potentiele sedimentbelasting is gemeten met behulp van sedimentvallen met een doorsnede van 11,7 cm en een lengte-diameter ratio van 5.1. Sedimentvallen hebben circa een maand lang op de bodem gestaan gedurende twee meet perioden in augustus/september 2015 en september/oktober 2015. De metingen zijn uitgevoerd op drie diepten: ca. 3.5, 7.5 en 15 meter diepte t.o.v. NAP. De inhoud van de sedimentvallen is op dezelfde manier geanalyseerd als de bodemsedimenten (zie vorige paragraaf).



***Figuur 8**. De locaties van de sedimentvallen: 1-Burghsluis-grindvak, 2-Schelphoek-west-ecorif op grindvak , 3-Schelphoek-oost, 4-Kistersnol, 5-Zierikzee-grindvak, 6-Zierikzee-oost, 7-Zeelandbrug-oost, 8-Wemeldinge-oost.*

De sedimentbelasting geeft informatie over de netto sedimentatie maar toont nog niet aan hoeveel sediment er daadwerkelijk blijft liggen. Daarom is bij locatie Schelphoek-westII tevens de dikte van de sedimentlaag gemeten. Metingen zijn uitgevoerd in vier raaien tussen 0 en 15 meter diepte. Voor meer informatie over methoden zie De Kluijver et al (2016).

2.6 Determinatie van zware metalen in biota

Bemonstering van biota

Tussen eind juli en begin oktober zijn in 2015 mosselen en oesters bemonsterd voor de analyse van zware metalen. Hiervoor zijn van iedere soort per monster meerdere individuen samengenomen en gehomogeniseerd tot een mengmonster. Op iedere locatie is op drie posities een monster verzameld die onafhankelijk van elkaar geanalyseerd zijn (triplo), zie voor details De Kluijver e.a. (2016, in prep). Voor de analyse van metalen is uitsluitend schelpdiervlees gebruikt. Na bemonstering zijn de monsters gekoeld getransporteerd naar een aquarium in het laboratorium. Vervolgens zijn de schelpdieren voor de duur van een nacht verwaterd om de pseudo faeces uit te spoelen. Verwatering vond plaats in een continue doorstroomd kunststofaquarium van ongeveer 500 liter, met gefilterd zeewater afkomstig uit de Oosterschelde (Jacobahaven). Dit jaar is voor het eerst ook biomassa en lengte bepaald van de bemonsterde mosselen en oesters. Schelpdierlengte is bepaald door de maximale schelplengte op te meten met een schuifmaat tot de dichtstbijzijnde millimeter. Het natgewicht van de schelpdieren is bepaald in grammen nauwkeurig voor zowel het hele schelpdier (inclusief schelp) als voor het weefsel apart. Vervolgens zijn de monsters opgeslagen bij -26 °C , in gewassen, zuur- en demi-gespoelde glazen flessen, afgedicht met Idpe-inlegstop en PP-schroefdeksels. De pincetten die gebruikt zijn tijdens deze handeling zijn van kunststof.

Analyse van zware metalen

De keuze van de te analyseren metalen is gebaseerd op de lijst van zware metalen die in het Besluit Bodemkwaliteit staan. Het betreft de volgende stoffen: As (arseen), Ba (barium), Cd (cadmium), Co (kobalt), Cr (chroom), Cu (koper), Hg (kwik), Mo (molybdeen), Ni (nikkel), Pb (lood), Sb (antimoon), Se (seleen), Sn (tin), V (vanadium) en Zn (zink). Additioneel op deze stoffenlijst zijn ook Al (aluminium), Fe (ijzer) en Mn (mangaan) geanalyseerd, omdat deze uit staalslakken kunnen logen (Jonkers 1987). Dezelfde set aan metalen is ook in voorgaande jaren geanalyseerd.

De metaalanalyses zijn uitgevoerd door TNO Triskelion te Zeist. Na homogenisatie is een deel van het monster in duplo ontsloten met salpeterzuur en waterstofperoxide, volgens TNO voorschrift LSP/072. In de verkregen oplossing is het gehalte bepaald m.b.v. ICP-MS, volgens TNO voorschrift LSP/055. De kwantificering vindt plaats aan de hand van externe kalibratiestandaarden en om te corrigeren voor fluctuaties in de apparatuur is gebruik gemaakt van een interne standaard (rhodium). Concentraties zijn teruggerekend naar eenheden per droogstofgewicht. Voor het bepalen van het droge stofgehalte is het gewogen monster gedroogd in een stoof (103 ± 3°C) tot constant gewicht en na afkoelen in een exsiccator terug gewogen.

De gegevens over metaalgehalten, droge stof, lengten en gewichten van de monsters zijn opgeslagen in een access database welke door WAGENINGEN MARINE RESEARCH beheerd wordt. Voor meer details over de bemonstering en analyse zie Glorius & Van den Heuvel-Greve (2016).

Berekening Pollution Load Index (PLI)

De Pollution Load Index (PLI) is berekend als maat voor de totale metaalvervuiling (Tomlinson et al. (1980)). De formule om de PLI te berekenen wordt hieronder weergegeven. In feite betreft de index het geometrisch gemiddelde van de concentraties van metalen.

$$PLI = \sqrt[n]{CF_1 \times CF_2 \times \ldots CF_n}$$

$$PLI = \sqrt[n]{CF_1 \times CF_2 \times \ldots CF_n}$$

n = aantal metalen opgenomen in de index
CF_1 = concentratie metaal nr. 1
CF_2 = concentratie metaal nr. 2
CF_n = concentratie metaal nr. n

De metalen Sb (antimoon) en Sn (tin) zijn in de PLI-berekening buitenbeschouwing gelaten omdat gehalten in verreweg de meeste gevallen onder de detectielimiet lagen. Voor de overige metalen zijn alle meetwaarden meegenomen, ook die onder de detectielimiet liggen, zodat de PLI-waarde altijd op eenzelfde aantal metalen is gebaseerd.

Data analyse zware metalen

Omdat er mogelijk een relatie bestaat tussen de leeftijd van schelpdieren en metaalaccumulatie zijn verschillen in monstergemiddelden van schelplengte en vleesversgewichten (als indicatie voor leeftijd) tussen monsterlocaties (en ondergrond) onderzocht met een one-way ANOVA toetst in combinatie met een Tukey posthoc test op een significantieniveau van 0.05.

De potentiële invloed van schelplengte op het metaalgehalten in mosselweefsel is onderzocht door middel van enkelvoudige lineaire regressie (kleinste kwadraten som), waarbij het verband tussen metaalgehalten als uitkomstvariabelen onderzocht is aan monstergemiddelde schelplengtes als verklarende variabelen. Hierbij is de niet verklaarde variatie beschouwd als normaal verdeeld rondom 0. Significantie van de regressieparameter is onderzocht door vergelijking met een gereduceerd model (zonder schelplengte) gebruik makend van een ANOVA toets (F-toets) op significantie niveau van 0.05.

De invloed van schelplengte op metaalgehalten in oesterweefsel is onderzocht met een 'random effect model' met schelplengte als vaste (fixed) verklarende effect en type ondergrond als stochastisch (random) effect. Op deze wijzen wordt gecorrigeerd voor het feit dat monster genomen op eenzelfde ondergrond meer op elkaar lijken (niet onafhankelijk zijn) van monsters genomen op een andere

ondergrond. Significantie is onderzocht door toetsing aan een gereduceerd model (ANOVA F-toets op significantieniveau 0.05).

Tijdstrends metalen in biota

Omdat er op voorhand geen voorspelling is gedaan hoe trends in de tijd zouden moeten verlopen is er op een exploratieve manier gekeken waarbij verschillende verbanden onderzocht zijn. Voor al de geanalyseerde metalen, droge stof en PLI-waarde is onderzocht of er sprake is van :

1. toe- dan wel afname over de tijd (jaren)
2. een plotselinge verhoging dan wel verlaging,
3. een verhoging dan wel verlaging in individuele jaren

1. Zowel een lineaire als exponentiele toe- dan wel afname in metaalgehalten over de tijd is onderzocht door zowel een lineair als log-lineair model op te stellen. Het model welke de data het beste beschrijft (AIC criteria) is als het juiste beschouwd.

$$y_i = \text{intercept} + \beta_1 \cdot \text{j}aar_\text{i} + \varepsilon_\text{i}$$

jaar	verklarende factor
$\varepsilon_i = N(0,\sigma^2)$	de door het model niet verklaarde variatie waarvan verondersteld is dat deze normaal verdeeld is rondom de waarde 0.
$i = 1,2,...$	de observaties (genomen monsters)

Om te onderzoeken of er sprake is van een significante trend is getoetst of de null hypothese (de geschatte parameterwaarde β = 0) al dan niet verworpen moet worden door vergelijking met een gereduceerd model (ANOVA F-toets met significantieniveau van 0.05).

2. Om vast te stellen of er plotselinge veranderingen opgetreden zijn in metaalgehalten is een 'changepoint' analyse uitgevoerd. In deze analyse wordt bekeken of en op welk moment in de tijd de statistische eigenschappen van een getallenreeks significant veranderd (nul hypothese = geen plotselinge verandering). In de analyses die hier uitgevoerd zijn is bekeken of en waar er een (enkele) sprong aanwezig is in gemiddelde metaalgehalten. Berekeningen zijn uitgevoerd in R (R Development Core Team (2014)) met functies beschikbaar binnen het pakket 'changepoint' (Killick e.a., 2014).

3. Als laatste zijn verschillen in metaalgehalten tussen de jaren getoetst met ANOVA in combinatie met een Tukey posthoc test.

Metaalgehalten zijn weergegeven in grafieken waaraan de uitkomsten van de bovenstaande analyses toegevoegd zijn. Metaalgehalten die onder de detectielimiet liggen zijn voorzien van een zwarte stip. Lineaire verbanden zijn, wanneer significant bevonden ($p<0.05$), met grijze stippellijnen weergegeven. De richtingscoëfficiënt, correlatiecoëfficiënt en p-waarde is in dat geval in de grafiek weergegeven. Als modelvalidatie zijn de *residuals* (de afwijkingen van de datapunten t.o.v. de door het model voorspelde waarden) bekeken om te zien of deze normaal verdeeld zijn en om vast te stellen of de variatie hetzelfde is voor de verschillende jaren. Plotselinge veranderingen in gemiddelde waarden zijn weergegeven met horizontale lijnen, en verschillen tussen jaren zijn weergeven met letters. Op basis van de grafieken is vastgesteld of aan de voorwaarden voor de statistische analyses (normale verdeling, gelijke variatie, invloed uitschieters etc.) voldaan wordt en dus of voorspelde verbanden betrouwbaar zijn.

Invloed van stortmateriaal op gehalten aan metalen in biota

De Japanse oester (*Crassostrea gigas*) is op verschillende typen ondergrond bemonsterd wat het mogelijk maakt om het potentiële effect op metaalaccumulatie te onderzoeken. De invloed van ondergrond type op metaalgehalten in oesterweefsel is onderzocht met een 'random effect model' met ondergrond als vaste (fixed) verklarende effect en ondergrond en jaar als stochastisch (random) effect. Op deze wijzen wordt gecorrigeerd voor het feit dat monster genomen in eenzelfde jaar meer

op elkaar lijken (niet onafhankelijk zijn) van monsters genomen in een ander jaar. Significantie is onderzocht door toetsing aan een gereduceerd model (ANOVA F-toets op significantieniveau 0.05).

3 Resultaten

3.1 Ontwikkeling van hard substraat gemeenschappen

Eulittoraal (getijden zone): talud en kreukelberm
De vooroeverbestorting is uitgevoerd onder water, echter heeft bestorting in de golfzone soms ook gevolgen voor de gemeenschappen van het eulittoraal. Bij de verdediging van de vooroever wordt ook een kreukelberm gestort die vanaf de onderste zone van het eulittoraal doorloopt naar het sublittoraal. De begroeiing in de eulittorale zone is naast de hoogte in het transect, afhankelijk van verschillende parameters, waarvan de dijkvorm, aard van de bekledingsmaterialen, expositie aan licht (ook temperatuur) en waterbeweging en type voorland de belangrijkste zijn. In **Tabel 4** in hoofdstuk 2 Methoden staat een overzicht van de ingrepen (talud en kreukelberm vernieuwingen) en aanwezige substraten. De analyse van de eulittorale gemeenschappen is uitgevoerd met de data van 2005 tot en met 2015 van transecten langs de Oosterschelde, Westerschelde en aan de Noordzeekust (deze zijn niet apart gerapporteerd).

Uit de gemeenschapsanalyse komen tien hoofdgroepen naar voren waar weer verschillende gemeenschappen onder vallen en tien losse gemeenschappen (**Tabel 7**). De losse gemeenschappen behoren hiërarchisch gezien dus niet tot één groep. De groepen die zijn aangetroffen omvatten stabiele eulittorale gemeenschappen, pioniersgemeenschappen, ontwikkelingsstadia vanuit de pioniersgemeenschappen en soortenarme varianten.

***Tabel 7**. Beschrijving van de eulittorale gemeenschappen in de Oosterschelde (OS), Westerschelde (WS) en aan de Noordzeekust (NZ) met het gemiddeld aantal soorten van de gemeenschap, dominante soorten wieren en fauna en de plaats in de zonering. De 'losse' gemeenschappen zijn gecodeerd met een 'nul' en de hoofdgemeenschappen zijn genummerd 1 t/m 10.*

code:	gem. srt:	dominante wieren:	dominante fauna:	plaats in zonering:
Cluster 0-soortenarme gemeenschappen hoog in de zonering				
0-Xan	1.1	korstmossen	geen	supralittoraal, OS en WS
0-Pat	1.0	geen	geen, schaalhoren op gepenetreerd basalt	supra/hoog eulittoraal, OS
0-Anu	1.4	geen	geen, springstaarten tussen korstmossen en plukjes *Gr*	supra/hoog eulittoraal, OS
0-Pel	1.0	groefwier	geen	hoog eulittoraal, OS
0-Fsp/Pel	1.6	kleine zee-eik en groefwier	geen	hoog eulittoraal, OS en NZ
0-Por	1.5	geen, *Prasiola stipata* met plukjes purperwier	geen	hoog eulittoraal, OS en WS
0-Ent	1.2	darmwier	geen	eulittoraal, verstoorde kreukelberm, OS, WS en NZ
Cluster 0-gemeenschappen nabij de laagwaterlijn				
0-sub-rw-	3.0	zeesla en kernwier	geen	laag eulittoraal, OS
0-sub-rw-	16.0	*Griffithsia devoniensis* , *Cystoclonium purpureum* , Hollands hoorntjeswier, donker buiswier, rood hoorntjes wier en lers mos	zeepokken	laag eulittoraal, NZ
0-sub-rw-	7.0	lers mos en zeesla	mosselen	laag eulittoraal, OS
Cluster 1-soortenarme gemeenschappen in het hoog eulittoraal				
1-hd-Blid	4.6	klein darmwier en de kleine zee-eik	geen	vooral hoog eulittoraal, OS, WS en NZ
1-ld-Blid	1.4	klein darmwier	geen	vooral hoog eulittoraal, OS, WS en NZ
1-ld-cir	2.4	geen	geen, zeepokken in lage bedekking	vooral hoog eulittoraal, OS, WS en NZ
1-ld-Ls	1.2	geen	geen, stompe alikruiken in spleten	hoog eulittoraal, OS en WS
Cluster 2-				
2-hd-Fsp	7.8	kleine zee-eik	zeepokken	hoog eulittoraal, OS, WS en NZ
2-ld-Fsp	6.1	kleine zee-eik	zeepokken	hoog eulittoraal, NZ
2-Myt	4.0	geen	mosselen en zeepokken	laag eulittoraal, OS
2-hd-c/c	6.4	geen	zeepokken en Japanse oester	laag eulittoraal, vooral OS
2-ld-c/c	4.7	geen	zeepokken en Japanse oester	laag eulittoraal, vooral WS
2-Fv-c/c	5.3	blaaswier	zeepokken en Japanse oester	laag en midden eulittoraal, OS en WS
2-Por-c	7.0	purperwier	zeepokken, Japanse oester en mosselen	laag eulittoraal, WS
2-rw-mF	11.2	*Gelidium pusillum* , blaaswier en kleine zee-eik	zeepokken en Japanse oester	laag en midden eulittoraal, vooral OS
2-hd-Fv-c	8.7	blaaswier	Japanse oester en zeepokken	laag en midden eulittoraal, OS
Cluster 3-blaaswier- en gezaagde zee-eik-gemeenschappen				
3-Fv/s-c	8.6	blaaswier, gezaagde zee-eik en darmwier	zeepokken en Japanse oester	eulittoraal, OS, WS en NZ
3-Asco-m	9.3	blaaswier, knotswier en gezaagde zee-eik	zeepokken en Japanse oester	laag eulittoraal, vooral OS en NZ, zeldzaam WS
3-Fv-rw	8.8	blaaswier, *Caulacanthus okamurae* en darmwier	zeepokken en Japanse oester	midden en laag eulittoraal, vooral OS, verder WS
3-hd-Fs/v	9.5	gezaagde zee-eik, blaaswier en darmwier	zeepokken	laag eulittoraal, NZ
3-Fs-c/c	9.2	gezaagde zee-eik en zeesla	zeepokken en Japanse oester	laag eulittoraal, OS, WS en NZ
3-Fs-cras	9.0	gezaagde zee-eik	Japanse oester	laag eulittoraal, WS
Cluster 4-verstoorde gemeenschappen met een hoge bedekking aan groenwieren				
4-Fsp/gw	4.9	kleine zee-eik en darmwier	zeepokken	vooral hoog eulittoraal, OS, WS en NZ
4-mF/blid	5.6	blaaswier, kleine zee-eik en klein darmwier	zeepokken	vooral hoog eulittoraal, OS, WS en NZ
4-mF/gw	6.7	blaaswier, kleine zee-eik en darmwier	zeepokken	hoog en midden eulittoraal, OS, WS en NZ
4-hd-Fv/g	5.8	blaaswier en darmwier	zeepokken	midden eulittoraal, OS, WS en NZ
4-ld-Fv/gv	3.3	blaaswier en darmwier	geen	midden eulittoraal, OS, WS en NZ
4-Fv/gw	4.9	blaaswier, darmwier en klein darmwier	geen	hoog en midden eulittoraal, OS en WS
4-gw/Fv	6.8	darmwier en blaaswier	zeepokken	hoog en midden eulittoraal, OS en WS
4-mF-rw	8.9	kleine zee-eik, darmwier, *Caulacanthus okamurae* , blaaswier en zeesla	zeepokken	hoog en midden eulittoraal, OS, WS en NZ
4-Fv-rw	7.5	blaaswier, *Caulacanthus okamurae* en *Gelidium pusillum*	geen	hoog en midden eulittoraal, OS en NZ
Cluster 5-pioniersgemeenschappen op nieuwe substraten en op verstoorde substraten				
5-pio-1	6.2	darmwier en blaaswier	zeepokken	laag eulittoraal, vooral OS
5-pio-2	3.6	purperwier	zeepokken	laag eulittoraal, WS
5-pio-3	3.7	darmwier en purperwier	zeepokken	eulittoraal, OS en WS
5-pio-4	5.1	zeesla, darmwier, purperwier en blaaswier	zeepokken	laag eulittoraal, OS en WS
5-pio-5	8.8	purperwier, zeesla en darmwier	zeepokken en Japanse oester	laag eulittoraal, WS
5-pio-6	4.5	zeesla en darmwier	zeepokken	laag eulittoraal, OS en WS
5-pio-7	7.0	darmwier, zeesla, Ectocarpales en blaaswier	geen	midden eulittoraal, OS
5-pio-8	3.5	darmwier en zeesla	Japanse oester	laag eulittoraal, OS en WS
5-pio-9	8.8	zeesla, darmwier en violet buiswier	zeepokken	laag eulittoraal, vooral OS, zeldzaam WS
Cluster 6-laag eulittorale gemeeenschappen met veel sublittorale soorten				
6-sub-1	15.1	gezaagde zee-eik, zeesla en kernwier	Japanse oester en zeepokken	laag eulittoraal, OS en NZ
6-sub-2	10.4	gezaagde zee-eik en zeesla	Japanse oester en zeepokken	laag eulittoraal OS, eenmaal NZ
6-sub-3	14.3	gezaagde zee-eik en zeesla	zeepokken en Japanse oester	laag eulittoraal OS, eenmaal WS
6-sub-4	9.5	gezaagde zee-eik, zeesla en blaaswier	zeepokken	laag eulittoraal OS, eenmaal WS
6-sub-5	12.0	gezaagde zee-eik en zeesla	zeepokken	laag eulittoraal, OS
6-sub-6	7.5	zeesla en rood hoorntjeswier	Japanse oester en zeepokken	laag eulittoraal, WS
6-sub-7	15.8	lers mos, *Caulacanthus okamurae* en zeesla	zeepokken en Japanse oester	laag eulittoraal, OS
Cluster 7-soortenrijke *Cladophora* -gemeenschap, maar in lage dichtheden				
7-Myt	11.3	*Cladophora albida*	geen, mosselen in lage dichtheden	midden en laag eulittoraal, OS
Cluster 8-knotswier-gemeenschappen				
8-hd-Asco	12.8	knotswier, blaaswier, gezaagde zee-eik en zeesla	Japanse oester	eulittoraal, OS en NZ
8-ld-Asco	5.4	knotswier en blaaswier	zeepokken	eulittoraal, OS en NZ
Cluster 9-soortenarme blaaswier gemeenschap met knotswier				
9-ld-As/Fv	2.8	blaaswier en knotswier	geen	eulittoraal, vooral WS, verder NZ en OS
Cluster 10-oestergemeenschap, soms met blaaswier				
10-Fv/Cra	5.3	blaaswier	Japanse oester	midden en laag eulittoraal, vooral OS, verder WS
Overig:				
kaal	0.0	geen	geen	hoog eulittoraal OS, laag eulittoraal WS, verder N

Figuur 10 en **Figuur 11** laten de resultaten zien van de inventarisatie hardsubstraat gemeenschappen in het eulittoraal in 2009 en 2015 voor locatie Zeelandbrug en referentielocaties. Verschillen in lengte van de transecten kan verklaard worden door verschillen in laagwaterstand (astronomisch getij en windopzet) en helling van het talud. Een beschrijving van de gemeenschappen

die in deze figuren benoemd staan is te vinden **Tabel 7** en in Bijlage 1. Voor een uitgebreide beschrijving van de resultaten zie De Kluijver et al. (2016).

Referentielocaties

Om inzicht te krijgen in natuurlijke variatie en ruimtelijke spreiding van hard substraat gemeenschappen is gekeken naar onverstoorde referentielocaties (bv. locaties Westbout en de Val). Daarnaast zijn ook locaties gevolgd waar het talud en de kreukelberm zijn vernieuwd (bv. Burghsluis). Uit de verdeling van de gemeenschappen in 2009 en in latere jaren blijkt dat de gemeenschappen een duidelijke geografische verspreiding vertonen. In het westelijke deel van de Oosterschelde is de soortenrijke gezaagde zee-eik/blaaswier-gemeenschap (3-Fv/s-c) het meest algemeen en komt deze zowel op het talud als op de kreukelberm voor. Nabij de laagwaterlijn wordt de gezaagde zee-eik meer dominant (gemeenschap 3-Fs-c/c), met plaatselijk clusters van het knotswier en gemengde *Fucus*-soorten (gemeenschap 3-Asco-mF). Op de oostelijke locaties is op het talud de zeepokken-gemeenschap (1-ld-cir) breder dan op de westelijke locaties en wordt deze gevolgd door de blaaswier/*Gelidium pusillum*-gemeenschap (2-rw-mF). Deze gemeenschap loopt door op de kreukelberm, maar hier is ook gemeenschap 2-hd-c/c aanwezig. Binnen deze gemeenschap zijn alleen zeepokken en de Japanse oester dominant.

De relatief onverstoorde locaties Westbout (onverstoord) en Plompetoren (talud vernieuwd in 2015) geven een beeld van de natuurlijke variatie. Daar waar gemeenschappen op het talud veel variatie vertoonden zette zich op de kreukelberm de blaaswier-gezaagde zee-eik gemeenschap voort. Op de westelijke locatie bij Schelphoek lijkt de gemeenschap op de kreukelberm zich in 4 tot 5 jaar te ontwikkelen tot de gemeenschap op de ongestoorde referentie locaties, maar het is mogelijk gemeenschappen zich nog verder ontwikkelen op de minder geëxponeerde locatie oost. In het oostelijke verspreidingsgebied van de gemeenschappen bleef op de ongestoorde referentie locatie De Val de zonering redelijk constant waarbij de dominante soorten binnen deze gemeenschap, zeepokken en de Japanse oester, meerjarig zijn. De successie van nieuwe substraten lijkt te worden bepaald door de snelheid van vestiging van de verschillende *Fucus*-soorten, met een snelle kolonisatie van de kleine zee-eik in een groot areaal, ook lager in het intergetijdengebied. Ook het blaaswier kan de nieuwe substraten snel koloniseren, vanaf de laagwaterlijn tot een de zone van de kleine zee-eik. De vestiging vanaf de laagwaterlijn van de gezaagde zee-eik en uitbreiding over de kreukelberm en het talud in de volgende jaren hersteld de zonering op de westelijke locaties.

Zeelandbrug

Door de vooroeververdediging zijn alleen de gemeenschappen op de kreukelberm direct beïnvloed en niet op het talud. Begin 2010 is de vooroever versterkt, waarbij de kreukelberm is verlengd met breuksteen. De kreukelberm werd gedomineerd door een bedekking van zeepokken met Japanse oester(2hd-c/c en 2rw-mF) die overeenkomt met gemeenschappen in het oostelijk deel van de Oosterschelde (**Figuur 10**). Alleen op het overlaagde talud van de locatie Zeelandbrug-midden kwam een andere zonering voor. Op het asfalt kwam het kruiproodwier in een hogere bedekking voor. Na de versterking van de vooroever kwamen in 2010 op alle locaties de pioniersgemeenschappen op de nieuwe substraten voor. De ontwikkeling van deze pioniersgemeenschap in de volgende jaren was echter compleet anders dan op grond van de west-oost verdeling van de zonering verwacht zou worden. De successie verliep via de verschillende *Fucus*-soorten. In 2012 had het knotswier zich op de kreukelberm kunnen vestigen, en deze soort nam in de erop volgende jaren sterk in bedekking toe. In 2015 was de gemeenschap op de kreukelberm nog steeds verschillend van de oorspronkelijke gemeenschap in 2009 (**Figuur 11**) met een variatie van verschillende gemeenschappen op de kreukelberm west/midden/oost.



Figuur 9. *Het eulittoraal bij de Zeelandbrug in 2015. Links: de kreukelberm bij locatie Zeelandbrug-west. Rechts: de kreukelberm bij locatie Zeelandbrug-oost. Op beide afbeeldingen is de gezaagde zee-eik (Fucus serratus) op de kreukelberm te zien.*

2009	Wb	Burgh-R	Burgh-T0	Pt	Sch-Rw	Sch-h-PBZ	Sch-h-R	Sch-wII	Sch-w	Sch-m	Sch-o	Sch-Ro	Fla	Lok	Zie	Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o	Val
1	4-ld-Fv/gw	-		1-ld-cir	0-Xan				-	-	-	0-Xan		0-Xan		-	1-ld-cir	1-ld-cir	0-Xan
2	3-Fv/s-c	-		1-ld-cir	0-Xan				-	-	-	0-Xan		0-Xan		1-ld-Ls	1-ld-cir	1-ld-cir	0-Xan
3	3-Fv/s-c	-		4-Fsp/gw	0-Xan				-	-	-	0-Xan		0-Xan		1-ld-cir	4-Fsp/gw	1-ld-cir	-
4	3-Fv/s-c	1-ld-cir		4-Fsp/gw	0-Xan				-	-	-	0-Xan		0-Xan		1-ld-cir	2-rw-mF	1-ld-cir	-
5	3-Fv/s-c	1-ld-cir		4-mF/Blid	0-Xan				-	-	-	0-Xan		0-Xan		1-ld-cir	2-rw-mF	1-ld-cir	-
6	3-Fv/s-c	5-pio-3		4-mF/Blid	0-Xan				1-ld-cir	1-ld-cir	1-ld-cir	0-Xan		0-Xan		1-ld-cir	2-rw-mF	4-gw/Fv	-
7	3-Fv/s-c	4-Fsp/gw		4-mF/Blid	0-Xan				1-ld-cir	1-ld-cir	1-ld-cir	0-Xan		-		4-gw/Fv	2-rw-mF	4-gw/Fv	1-ld-Ls
8	3-Fv/s-c	4-Fsp/gw		3-Asco-mF	1-ld-cir				9-ld-As/Fv	9-ld-As/Fv	1-ld-cir	-		-		4-gw/Fv	2-rw-mF	2-hd-c/c	1-ld-cir
9	3-Fv/s-c	4-mF/Blid		3-Fv/s-c	1-ld-cir				4-mF/Blid	4-mF/Blid	9-ld-As/Fv	1-ld-cir		-		4-gw/Fv	2-rw-mF	2-hd-c/c	1-ld-cir
10	3-Fv/s-c	4-mF/Blid		3-Fv/s-c	1-ld-cir				4-mF/Blid	4-mF/Blid	9-ld-As/Fv	1-ld-cir		0-Pat		2-rw-mF	2-rw-mF	2-hd-c/c	4-Fsp/gw
11	3-Fs-c/c	4-mF/Blid		3-Fv/s-c	2-ld-c/c				4-mF/Blid	4-mF/Blid	9-ld-As/Fv	1-ld-cir		1-ld-Ls		2-rw-mF	2-rw-mF	2-hd-c/c	4-Fsp/gw
12	3-Fv/s-c	4-mF/gw		3-Fv/s-c	4-gw/Fv				4-mF/Blid	4-mF/Blid	9-ld-As/Fv	9-ld-As/Fv		4-Fsp/gw		2-rw-mF	2-rw-mF	2-hd-c/c	4-Fsp/gw
13	3-Fv/s-c	4-mF/gw		3-Fv/s-c	4-mF/Blid				4-mF/Blid	4-mF/Blid	1-ld-cir	8-ld-Asco		4-Fsp/gw		2-hd-c/c	2-rw-mF	2-hd-c/c	4-Fsp/gw
14	3-Fv-rw	4-mF/gw		3-Fv/s-c	4-mF/Blid				4-mF/Blid	4-mF/Blid	9-ld-As/Fv	8-ld-Asco		2-hd-c/c		2-hd-c/c	2-hd-c/c	2-hd-c/c	2-rw-mF
15	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c		3-Asco-mF	4-mF/Blid				4-mF/Blid	9-ld-As/Fv	2-hd-Fsp	8-ld-Asco		4-Fsp/gw		2-hd-c/c	2-hd-c/c	2-hd-c/c	2-rw-mF
16	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c		3-Fv/s-c	4-mF/Blid				4-mF/Blid	5-pio-4	4-mF/Blid	3-Asco-mF		4-hd-Fv/gw		2-hd-c/c	2-hd-c/c	2-hd-c/c	2-hd-c/c
17	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c		3-Fv/s-c	4-gw/Fv				4-mF/Blid	4-hd-Fv/gw	4-mF/Blid	3-Asco-mF		2-Fv-c/c		2-hd-c/c	2-hd-c/c	2-hd-c/c	2-hd-c/c
18	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c		3-Fv/s-c	2-rw-mF				4-mF/Blid	4-ld-Fv/gw	4-mF/Blid	3-Asco-mF		3-Fv-rw		2-hd-c/c	2-rw-mF	2-hd-c/c	2-hd-c/c
19	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c		3-Fv/s-c	4-mF/Blid				4-mF/Blid	4-ld-Fv/gw	4-mF/gw	3-Asco-mF		2-hd-c/c		2-hd-c/c	2-rw-mF	2-hd-c/c	2-hd-c/c
20	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c			4-mF/Blid				4-mF/gw	4-ld-Fv/gw	4-ld-Fv/gw	3-Asco-mF		2-hd-c/c		2-hd-c/c	2-rw-mF	2-rw-mF	2-hd-c/c
21	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c			2-rw-mF				4-mF/Blid	4-ld-Fv/gw	4-ld-Fv/gw	3-Fv/s-c		2-hd-c/c		2-hd-c/c		2-rw-mF	2-hd-c/c
22	3-Fs-c/c	3-Fv/s-c			2-hd-c/c				4-mF/gw	4-ld-Fv/gw	4-mF/gw	3-Fv-rw		2-hd-c/c		2-hd-c/c			2-hd-c/c
23	3-Fs-c/c	3-Fv/s-c			2-rw-mF				4-hd-Fv/gw	4-mF/gw	4-mF/gw	3-Fv-rw		2-hd-c/c		2-hd-c/c			2-rw-mF
24	3-Fs-c/c	3-Fv/s-c			2-rw-mF				4-mF/gw	4-mF/gw	4-mF/gw	2-rw-mF		2-hd-c/c		2-hd-c/c			2-rw-mF
25		3-Fv/s-c			2-rw-mF				4-mF/gw	4-mF/gw	4-mF/gw	3-Fv-rw		2-hd-c/c					2-rw-mF
26		4-hd-Fv/gw			2-rw-mF				4-ld-Fv/gw	4-mF/gw	4-mF/gw	2-rw-mF		2-hd-c/c					2-rw-mF
27		4-hd-Fv/gw			2-rw-mF				4-mF/gw	4-ld-Fv/gw	4-mF/gw	2-rw-mF		2-hd-c/c					2-hd-c/c
28		3-Fv/s-c			2-rw-mF				4-mF/gw	4-mF/gw	4-mF/gw	2-rw-mF		2-hd-c/c					
29		3-Fv-rw			2-rw-mF					4-Fsp/gw	4-hd-Fv/gw	2-rw-mF		2-rw-mF					
30		3-Fv/s-c			2-rw-mF					4-mF/gw	4-ld-Fv/gw	2-rw-mF		2-rw-mF					
31		3-Fv/s-c			2-rw-mF					4-mF/gw	4-ld-Fv/gw	2-rw-mF		2-rw-mF					
32		3-Fv-rw			2-rw-mF					4-mF/gw	5-pio-9	2-rw-mF		2-rw-mF					
33		3-Fs-c/c								4-hd-Fv/gw		0-sub-rw-1		2-rw-mF					
34		3-Fs-c/c								5-pio-6		2-rw-mF							
35		3-Fv/s-c								5-pio-8									
36										5-pio-9									
37										5-pio-9									
38										5-pio-9									
39										5-pio-9									

***Figuur 10**. De eulittorale transecten en gemeenschappen in 2009 langs de kust van Schouwen-Duiveland van west (links) naar oost (rechts). De kleuren geven de verschillende gemeenschappen aan. Zie **Tabel 7** en bijlage 1 voor de verklaring van de codes en beschrijving van de gemeenschappen. Wb = Westbout, Burgh-R = Burghsluis-referentie, Burgh-T0 = Burghsluis-T0, Pt = Plompetoren, Sch-wII = Schelphoek-westII, Sch-w = Schelphoek-west, Sch-m = Schelphoek-midden, Sch-o = Schelphoek-oost, Sch-Re = Schelphoek=referentie, Lok = Lokkersnol, Zie= Zierikzee, Zeel-w = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-west, Zeel-m = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-midden, Zeel-o = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-oost. De nummers in de kantlijn geven het aantal bemonsterde kwadranten aan (50 x 50 cm). Het aantal bemonsterde kwadranten hangt af van de helling van het dijktalud, astronomisch getij en al dan niet windopzet.*

2015	Wb	Burgh-R	Burgh-T0	Pt	Sch-Rw	Sch-h-PBZ	Sch-h-R	Sch-wII	Sch-w	Sch-m	Sch-o	Sch-Ro	Fla	Lok	Zie	Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o	Val
1	4-Fsp/gw	1-ld-Ls	-	-		1-hd-Blid	1-hd-Blid		-	0-Xan	-					-	1-ld-cir	1-ld-cir	0-Xan
2	4-Fsp/gw	1-ld-Ls	-	1-ld-cir		4-mF/Blid	1-hd-Blid		-	-	-					-	1-ld-cir	1-hd-Blid	-
3	4-mF-rw	1-ld-cir	-	1-ld-cir		4-mF/Blid	4-mF/gw		-	-	0-Por					-	4-Fsp/gw	1-hd-Blid	-
4	3-Fv/s-c	1-ld-cir	-	4-Fsp/gw		4-mF/Blid	3-Fv/s-c		1-ld-cir	-	1-ld-cir					1-ld-cir	4-Fsp/gw	4-Fsp/gw	-
5	3-Fv/s-c	4-Fsp/gw	1-ld-cir	4-Fsp/gw		4-mF/gw	3-Fv/s-c		1-hd-Blid	1-ld-cir	1-hd-Blid					1-hd-Blid	4-mF-rw	4-Fsp/gw	-
6	3-Fv/s-c	4-Fsp/gw	4-Fsp/gw	4-Fsp/gw		4-mF/gw	3-Asco-mF		1-hd-Blid	1-hd-Blid	4-Fsp/gw					1-hd-Blid	4-mF-rw	4-Fsp/gw	-
7	3-Fv/s-c	4-mF-rw	1-hd-Blid	4-mF/Blid		3-Asco-mF	3-Asco-mF		1-hd-Blid	4-Fsp/gw	4-Fsp/gw					1-hd-Blid	4-mF-rw	4-Fsp/gw	1-ld-cir
8	3-Fv/s-c	4-mF-rw	4-mF-rw	4-mF-gw		3-Asco-mF	3-Asco-mF		4-mF/Blid	4-Fsp/gw	4-mF/Blid					1-hd-Blid	4-mF-rw	4-Fsp/gw	1-hd-Blid
9	3-Fv/s-c	4-mF-rw	4-Fsp/gw	4-Fsp/gw		3-Asco-mF	3-Asco-mF		3-Fv/s-c	4-mF/gw	3-Fv/s-c					4-Fsp/gw	4-mF-rw	4-mF-rw	1-hd-Blid
10	3-Fv/s-c	4-mF-rw	4-mF/Blid	4-Fsp/gw		4-hd-Fv/gw	3-Asco-mF		3-Fv/s-c	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c					4-Fsp/gw	4-mF-rw	4-mF-rw	1-hd-Blid
11	3-Fv/s-c	4-mF-rw	4-mF/Blid	4-mF-gw		3-Fv-rw	3-Asco-mF		3-Fv/s-c	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c					4-Fsp/gw	4-mF-rw	3-Fv/s-c	1-hd-Blid
12	3-Fv/s-c	4-mF-gw	2-Fv-c/c	4-ld-Fv/gw		3-Asco-mF	3-Asco-mF		3-Fv/s-c	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c					4-mF-gw	4-mF-rw	2-hd-Fsp	4-Fsp/gw
13	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c	2-Fv-c/c	5-pio-4		3-Asco-mF	3-Asco-mF		3-Fv/s-c	3-Asco-mF	3-Fv/s-c					4-Fsp/gw	4-mF-rw	2-hd-c/c	4-Fsp/gw
14	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c	2-Fv-c/c	5-pio-4		3-Asco-mF	3-Asco-mF		3-Fv/s-c	3-Asco-mF	3-Fv/s-c					3-Fv/s-c	2-hd-c/c	2-hd-c/c	4-Fsp/gw
15	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c	2-Fv-c/c	5-pio-3		2-Fv-c/c	3-Asco-mF		3-Fv/s-c	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c					3-Fv/s-c	3-Fv-rw	2-Fv-c/c	2-hd-Fsp
16	2-hd-c/c	3-Fv/s-c	2-Fv-c/c	5-pio-7		3-Fv-rw	3-Asco-mF		3-Fv/s-c	3-Fv/s-c	3-Asco-mF					3-Fv/s-c	3-Fv-rw	3-Fv-rw	2-hd-Fsp
17	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c	2-Fv-c/c	5-pio-7		3-Asco-mF	3-Asco-mF		3-Fv/s-c	3-Fv/s-c	3-Asco-mF					3-Fv-rw	3-Fv-rw	2-Fv-c/c	2-hd-Fsp
18	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c	2-Fv-c/c	5-pio-7		3-Asco-mF	3-Fs-c/c		3-Fv/s-c	3-Fv/s-c	3-Asco-mF					3-Fv/s-c	3-Fv-rw	2-Fv-c/c	3-Fv-rw
19	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c	3-Fv-rw	5-pio-7		3-Fv-rw			3-Fv/s-c	3-Fv/s-c	3-Asco-mF					3-Fv/s-c	3-Fv-rw	3-Fv-rw	3-Fv-rw
20	3-Asco-mF	3-Fv/s-c	2-Fv-c/c	5-pio-7					3-Fv/s-c	3-Fv/s-c	3-Asco-mF					2-Fv-c/c	2-Fv-c/c	2-Fv-c/c	3-Fv-rw
21	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c	3-Fv-rw	5-pio-9					3-Fv/s-c	3-Fs-c/c	3-Fv/s-c					3-Fv-rw	3-Asco-mF	2-Fv-c/c	3-Fv-rw
22	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c	3-Fv-rw	5-pio-9					3-Fv/s-c	3-Fs-c/c	3-Asco-mF					2-hd-c/c	3-Asco-mF	2-Fv-c/c	3-Fv-rw
23	3-Fs-c/c	3-Fv/s-c	3-Fv-rw	3-Fv/s-c					3-Fv/s-c	3-Fv/s-c	3-Asco-mF					3-Fv-rw	3-Fv-rw	3-Asco-mF	3-Fv-rw
24	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c	3-Fv-rw	5-pio-9					3-Fv/s-c	3-Fv/s-c	3-Asco-mF					2-Fv-c/c	3-Fv-rw	3-Asco-mF	3-Fv-rw
25	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c	0-sub-rw-3	3-Fs-c/c					3-Fv/s-c	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c					2-Fv-c/c	3-Asco-mF	3-Asco-mF	3-Fv-rw
26	3-Fv/s-c	3-Fv-rw		3-Fs-c/c					2-Fv-c/c	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c					3-Fv-rw	3-Fv-rw	3-Asco-mF	3-Fv-rw
27	3-Fs-c/c	3-Fv/s-c							3-Asco-mF	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c					3-Fv-rw	3-Fv-rw	3-Asco-mF	3-Fv-rw
28		2-rw-mF							3-Asco-mF	3-Fv/s-c	3-Asco-mF					3-Fv-rw	3-Asco-mF	3-Asco-mF	6-sub-7
29		3-Fs-c/c							3-Fv/s-c	3-Fv/s-c	3-Fv-rw					3-Fv/s-c	3-Asco-mF	3-Asco-mF	6-sub-7
30		3-Fs-c/c							3-Fs-c/c	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c					3-Fs-c/c	3-Asco-mF	3-Asco-mF	
31		3-Fs-c/c							3-Fs-c/c	3-Fv/s-c	3-Fs-c/c					3-Fv/s-c	3-Asco-mF	3-Fv/s-c	
32		3-Fs-c/c							6-sub-2	3-Fv/s-c	3-Fs-c/c					3-Fv/s-c	3-Fs-c/c	3-Asco-mF	
33		3-Fs-c/c							3-Fs-c/c	3-Fv/s-c						3-Fv/s-c	3-Fs-c/c	3-Asco-mF	
34		3-Fs-c/c							3-Fs-c/c	3-Asco-mF						3-Asco-mF	3-Fs-c/c	3-Asco-mF	
35									6-sub-2	3-Fv/s-c						3-Fv/s-c	3-Fs-c/c	3-Asco-mF	
36									6-sub-2	3-Fv/s-c						3-Fv/s-c	3-Fs-c/c	3-Fs-c/c	
37									3-Fs-c/c	3-Fv/s-c						3-Fv/s-c		3-Asco-mF	
38									3-Fs-c/c	3-Fv/s-c						3-Fs-c/c		3-Fs-c/c	
39									6-sub-2	3-Fv/s-c						3-Fv/s-c		3-Fs-c/c	
40									6-sub-2	3-Fv/s-c						3-Fs-c/c		3-Fs-c/c	
41									6-sub-4	6-sub-3						3-Fs-c/c		3-Fs-c/c	
42									6-sub-2							3-Fs-c/c		3-Fs-c/c	
43									6-sub-2							3-Fs-c/c		6-sub-3	
44									6-sub-2							3-Fs-c/c		6-sub-3	
45									6-sub-2							3-Fs-c/c			
46									6-sub-2							3-Fs-c/c			
47									6-sub-2							3-Fs-c/c			
48									6-sub-4							3-Fs-c/c			
49									6-sub-2							6-sub-3			
50									6-sub-2							3-Fs-c/c			
51									6-sub-2										

Figuur 11. *De eulittorale transecten en gemeenschappen in 2015 langs de kust van Schouwen-Duiveland van west (links) naar oost (rechts). De kleuren geven de verschillende gemeenschappen aan. Zie* ***Tabel 7*** *en bijlage 1 voor de verklaring van de codes en beschrijving van de gemeenschappen. Wb = Westbout, Burgh-R = Burghsluis-referentie, Burgh-T0 = Burghsluis-T0, Pt = Plompetoren, Sch-wII = Schelphoek-westII, Sch-w = Schelphoek-west, Sch-m = Schelphoek-midden, Sch-o = Schelphoek-oost, Sch-Re = Schelphoek=referentie, Lok = Lokkersnol, Zie= Zierikzee, Zeel-w = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-west, Zeel-m = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-midden, Zeel-o = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-oost. De nummers in de kantlijn geven het aantal bemonsterde kwadranten aan (50 x 50 cm). Het aantal bemonsterde kwadranten hangt af van de helling van het dijktalud, astronomisch getij en al dan niet windopzet.*

Sublittoraal

Het sublittoraal betreft de zone beneden de laagwaterlijn waar de vooroeverbestortingen hebben plaatsgevonden. Daarbij wordt zoals eerder aangegeven onderscheid gemaakt in het infralittoraal (dit is de wierzone tot 4 meter diepte die ongeveer overeenkomt met de golfzone) en het circalittoraal (de stroomzone beneden 4 meter diepte). In **Tabel 1** staat de periode van bestorten en de gebruikte materialen per locatie aangegeven. Evenals de eulittorale zone vertonen de gemeenschappen in het sublittoraal een duidelijke zonering in het mondingsgebied, middengebied en het Zijpe in de noordelijke tak van de Oosterschelde. Zoutgehalte en stroming zijn bepalende factoren voor het voorkomen van soorten. Deze zonering is van belang bij het beoordelen van ontwikkeling van gemeenschappen op bestorte vooroever. In **Tabel 8** staat een beschrijving van de gemeenschappen in de Oosterschelde weergegeven en met bijbehorende codes die terugkomen in de resultaten.

Tabel 8. *Beschrijving van de sublittorale gemeenschapen langs de zuidkust van Schouwen-Duiveland en kom op basis van analyse in 2015. Deze indeling is gemaakt op basis van expert judgement en kan van jaar tot jaar verschillen. Boven: Infralittoraal. Onder: Circalittoraal.*

	gemid. srt	bovenste structuurlaag:	dominante wieren:	ondergroei:
I1a	17.9	niet dominant: bessenwier en wakame	rood hoorntjeswier, donker buiswier en zeesla	Japanse oester
I1b	18.6	niet dominant: Japans bessenwier	rood hoorntjeswier, donker buiswier, zeesla en *Heterosiphonia*	zeepokken en doorzichtige zakpijp
I2a1	30.5	niet dominant: bessenwier, wakame en suikerwier	rood hoorntjeswier en donker buiswier	Japanse oester
I3a1	24.1	niet dominant: bessenwier en wakame	gaffelwier, *Heterosiphonia japonica* en *Grateloupia turuturu*	Japanse oester, zeepokken, *Didemnum vexillum* en *Botrylloides violacea*
I3a2	28.3	wakame	*Heterosiphonia japonica* , gaffelwier en tongwier	Japanse oester, kokerbouwende organimen en zeepokken
I3a3	25.6	wakame	*Heterosiphonia japonica* en gaffelwier	Japanse oester
I3a5	25.3	Japans bessenwier	zeesla, *Heterosiphonia japonica* en gaffelwier	Japanse oester
I4b	23.0	niet ontwikkeld	*Heterosiphonia japonica* , gaffelwier, donker en violet	niet ontwikkeld
I5-diep1	19.0	niet ontwikkeld	*Heterosiphonia japonica*	Japanse oester en de zakpijpen *Diplosoma listerianum* en *Didem*
I5-diep2	27.0	niet ontwikkeld	*Heterosiphonia japonica*	*Scrupocellaria scruposa*
		Dominante soorten		
M1a	10.4	Japanse oester en zeeanjelier		
M1b	17.0	Japanse oester en zeeanjelier		
C1a	20.3	Japanse oester, kokerbouwende organismen, mosselen, zeepokken, *Didemnum vexillum* , *Diplosoma listerianum* , *Obelia dichotoma*, *Tubularia indivisa* , *Electra pilosa* en de golfbrekeranemoon		
C1b1	20.4	Japanse oester, kokerbouwende organismen, *Didemnum vexillum* , *Diplosoma listerianum* , *Eudendrium ramosum* en *Halecium halecinum*		
C1b2	19.0	Japanse oester, *Diplosoma listerianum* , *Didemnum vexillum* , *Eudendrium ramosum* en kokerbouwende organismen		
C1b3	26.0	Japanse oester, *Diplosoma listerianum* , *Didemnum vexillum* , *Eudendrium ramosum* en kokerbouwende organismen		
C1b4	23.0	Japanse oester, *Didemnum vexillum* , *Diplosoma listerianum* , kokerbouwende organismen, *Obelia bidentata* , *Tubularia larynx* en *Tubularia indivisa*		
C1b5	23.0	Japanse oester, golfbrekeranemoon en *Eudendrium ramosum*		
M2	23.0	Japanse oester, kokerbouwende organismen, *Halichondria bowerbanki* en *Diplosoma listerianum*		
Z2b	16.4	Japanse oester, *Didemnum vexillum* , *Botrylloides violacea* en *Obelia dichotoma*		
M3	17.5	Japanse oester		
C2	26.0	Japanse oester, *Scrupocellaria scruposa* , *Tricellaria inopinata* , zeepokken en *Didemnum vexillum*		
C3a	28.8	Japanse oester, zeepokken, kokerbouwende organismen, *Ciona intestinalis* , *Styela clava* , *Diplosoma listerianum* en *Scrupocellaria scruposa*		
kol-3	22.0	*Diplosoma listerianum* , *Didemnum vexillum* , zeepokkem, *Scrupocellaria scruposa* en *Ciona intestinalis*		
kol-2	20.2	kokerbouwnde organismen, *Diplosoma listerianum* , *Didemnum vexillem* en *Scrupocellaria scruposa*		
M5	22.0	*Diplosoma listerianum*		
C4	22.0	wakame (in de bovenste structuurlaag), *Heterosiphonia japonica* , Japanse oester, *Diplosoma listerianum* en zeeanjelier		
Mz-1	20.0	Japanse oester, *Obelia dichotoma* , *Halecium halecinum* , zeeanjelier, *Scrupocellaria scruposa* , *Anguinella palmata* en *Diplosoma listerianum*		
M5b	19.5	*Electra pilosa*		
kol-1	14.9	zeepokken en *Ciona intestinalis*		
veen	9.4	kokerbouwende organismen en *Didemnum vexillum*		
kol-2b	10.0	geen		

Referentielocaties

Infralittoraal - Ook in de infralittorale zone vertonen de gemeenschappen een duidelijke geografische verspreiding met herkenbare gemeenschappen. In 2009 zijn herkenbare gemeenschappen aangetroffen in de monding (I1a), het centrale deel van de Oosterschelde (I3a3) en in het Zijpe (I3a1). Binnen de mondingsgemeenschap I1a zijn vooral het roodhoorntjeswier (*Ceramium rubrum*), het donker buiswier (*Polysiphonia fucoides*) en het zeesla (*Ulva lactuca*) dominant. De ondergroei bestaat uit japanse oesters (*Crassostrea gigas*). In de centrale gemeenschap I3a3 komt wakame (*Undaria pinnatifida*), het roodwier *Heterosiphonia japonica* en het gaffelwier (*Dictyota dichotoma*)voor met een ondergroei van Japanse oester met ruim 70% bedekking van het substraat. In het Zijpe wordt de gemeenschap gedomineerd door het gaffelwier en de roodwieren *Heterosiphonia japonica* en *Grateloupia turuturu*. De ondergroei bestaat uit de japanse oester, zeepokken (*Semibalanus balanoides*) en de kolonievormende zakpijpen *Didemnum vexillum* en *Botrylloides violacea*.

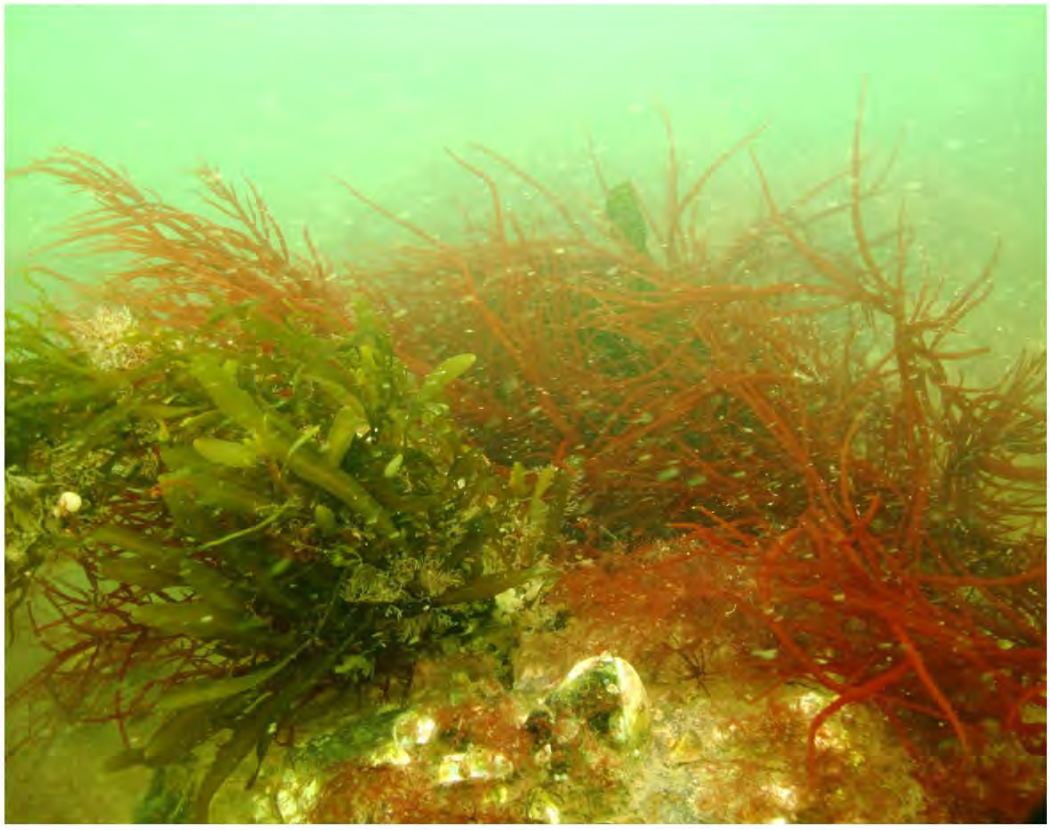
In de jaren daarna in 2010-2015 zijn de mondingsgemeenschappen en de gemeenschappen in het Zijpe ieder jaar weer aangetroffen. De gemeenschappen in het centrale deel van de Oosterschelde, waar ook de Zeelandbrug gelegen is, veranderde. Gemeenschap I3a3 nam af in 2010 en 2011 en is in 2012 voor het laatst aangetroffen. De oesterarme wiergemeenschap I3a5 wordt vanaf 2009 steeds algemener in het centrale deel van de Oosterschelde. In 2015 komt deze gemeenschap op alle gemonitorde locaties voor die in het centrale deel liggen. De gemeenschap I3a5 wordt gedomineerd door zeesla het roodwier *Heterosiphonia japonica* en het gaffelwier.

Circalittoraal - De circalittorale zone ligt onder de infralittorale zone waar onvoldoende licht is voor een dominantie van wieren en de gemeenschappen door dieren worden gedomineerd. Evenals in de infralittorale zone vertoonden de gemeenschappen in de circalittorale zone ook een duidelijke geografische verspreiding, met herkenbare gemeenschappen in de monding en in het Zijpe en gemeenschappen in het centrale gebied van de Oosterschelde. Gemeenschappen M1a en M1b zijn algemeen in de monding en worden gekenmerkt door dominante soorten Japanse oester en daarop de zeeanjelier (*Metridium senile)*. De centrale gemeenschappen, hoofdzakelijk C1b1/C1b2/C1b3, worden gedomineerd door de Japanse oester, kolonie vormende zakpijpen, diverse soorten hydroïden en kokerbouwende organismen. Op de verticale betonnen pijler van de Zeelandbrug wordt hoofdzakelijk gemeenschap C3a gevonden die gedomineerd wordt door de Japanse oester, zeepokken, kokerbouwende organismen, de solitaire zakpijpen *Ciona intestinalis* en *Styela clava*, de kolonievormende zakpijp *Diplosoma listerianum* en het mosdiertje *Scrupocellaria scruposa*. In het Zijpe komt gemeenschap Z2b voor die vooral wordt gedomineerd door de Japanse oester en kolonievormende zakpijpen.
De gemeenschappen in de monding en het Zijpe blijven constant over de jaren. In het centrale deel zijn in 2009-2015 ook ieder jaar weer de centrale gemeenschappen aangetroffen. Deze gemeenschappen worden allen gedomineerd door de Japanse oester met daarop de overige dominante soorten in wisselende bedekkingen. Onder deze dominante soorten komen de kolonievormende zakpijpen *Didemnum vexillum* en *Diplosoma listerianum*, de golfbrekeranemoon en de spons *Celtodoryx girardae* in hoge bedekkingen voor. In 2015 is op referentielocaties Kisternol en Lokkersnol de nieuwe gemeenschap C2 ontstaan die wordt gedomineerd door de Japanse oester, de bryozoën *Scrupocellaria scruposa* en *Tricellaria inopinata*, zeepokken en de kolonievormende zakpijp *Didemnum vexillum* (**Figuur 13**). In de gemeenschapsanalyse clusterde deze gemeenschap bij Kom-gemeenschappen (oostelijk deel van de Oosterschelde). Hoewel de Japanse oester wel dominant was in deze gemeenschap, was de bedekking veel lager dan in de oorspronkelijke centrale gemeenschap. Daarnaast is op locatie Zuidbout gemeenschap C1b5 ontstaan (centrale gemeenschap) die wordt gedomineerd door de Japanse oester, de golfbrekeranemoon en de hydroïdpoliep *Eudendrium ramosum*.

Zeelandbrug T6
Figuur 14 geeft een verdeling van de sublittorale hard substraat gemeenschappen in het infralittoraal en circalittoraal in 2009 en 2015 met stortlocatie Zeelandbrug (west/midden/oost) die in 2009 is bestort met zowel staalslakken als breuksteen en waarvan in 2015 de T6-monitoring is uitgevoerd. Resultaten van alle meetjaren 2009-2015 zijn te vinden in Bijlage 4.

Infralittoraal – De locatie Zeelandbrug ligt in het centrale deel van de Oosterschelde. In 2009 is hier de centrale wakame-gemeenschap I3a3 aangetroffen met een stevige ondergroei van Japanse oester die ook op referentielocaties voorkwam. Na bestorten heeft zich pioniergemeenschap I1b ontwikkeld met Japans bessenwier (*Sargassum muticum*), zeesla en roodwieren en een ondergroei van zeepokken en de zakpijp *Ciona intestinalis*. In 2011 is de oesterarme gemeenschap I3a5 aangetroffen die ook op referentielocaties voorkwam. Deze gemeenschap is ook in 2012, 2013, 2014 en 2015 aangetroffen.

Circalittoraal - De locatie Zeelandbrug ligt in het centrale deel van de Oosterschelde. In 2009, voor de uitvoering van de vooroeverbestortingen, zijn hier gemeenschappen aangetroffen die typerend zijn voor het centrale gedeelte van de Oosterschelde. Na het versterken van de vooroever met staalslakken en gedeeltelijk met een toplaag van breuksteen heeft een geleidelijke successie plaatsgevonden met de ontwikkeling van verschillende pioniersgemeenschappen ("kol-gemeenschappen") met een dominantie van kokerbouwende organismen, zeepokken en solitaire zakpijpen in eerste instantie, gevolgd door de kolonievormende zakpijpen *Didemnum vexillum* en *Diplosoma listerianum* en tenslotte de spons *Celtodoryx girardae*. In 2010 ontwikkelde zich een eerste pioniersgemeenschap op beide nieuwe substraten, dus zowel op breuksteen als op staalslakken. In 2011 ontwikkelde deze pioniersgemeenschap zich verder tot een tweede pioniersgemeenschap. In 2012 ontwikkelde zich, door verschillen in de dominante pionierssoorten een derde pioniersgemeenschap. De gemeenschappen bleven bestaan tot in 2014. De gemeenschappen op staalslakken en breuksteen verschillen niet van elkaar. In 2015 is op de meeste stations op de locatie Zeelandbrug een nieuwe, oesterarme, gemeenschap C2 gevonden (**Figuur 13**).



***Figuur 12**. Het infralittoraal bij locatie Zeelandbrug-oost in 2015 met Japans bessenwier (Sargassun muticum) en het roodwier Agardhiella subulata (Foto: Marko Dubbeldam, Stichting Zeeschelp).*



***Figuur 13**. Het circalittoraal bij Zeelandbrug-west in 2015: de C2 gemeenschap. De Japanse oester, de bryozoën Scrupocellaria scruposa en Tricellaria inopinata, zeepokken en de kolonievormende zakpijp Didemnum vexillum zijn dominant. De Japanse oester komt (nog) niet in hoge bedekkingen voor (Foto: Marko Dubbeldam, Stichting Zeeschelp).*



***Figuur 14**. Verdeling van de sublittorale levensgemeenschappen op hard substraat in het infralittoraal en het circalitoraal in 2009 en 2015. In de kantlijn staan de diepteklassen aangegeven. De aangetroffen gemeenschappen bij de Zeelandbrug zijn rood omkadert. Westb = Westbout, Burgh = Burghsluis, Sch-wII = Schelphoek-westII (**Building for Nature locatie**), Sch-w = Schelphoek-west, Sch-m = Schelphoek- midden, Sch-o = Schelphoek-oost, Flau = Flaauwers inlaag, Kts = Kisternol, Lok = Lokkersnol, Ww = Weldamseweg, Zie= Zierikzee, Kul = Kurkernol, Zeel-w = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-west, Zeel-m = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-midden, Zeel-o = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-oost, Zuidb = Zuidbout, Zijpe-B =Zijpe Blindedam , Zijpe-Z = Zijpe Zoetersbout, Zijpe-r= Zijpe-referentie. Breuk = breukstenen bestorting, stsl = staalslakkenbestorting, beton = de pijler van de Zeelandbrug. Een beschrijving van de gemeenschappen die in deze figuren benoemd staan is te vinden in Tabel 8 en Bijlage 2 en 3. Een uitgebreid overzicht van de resultaten in alle jaren is te vinden in Bijlage 4.*

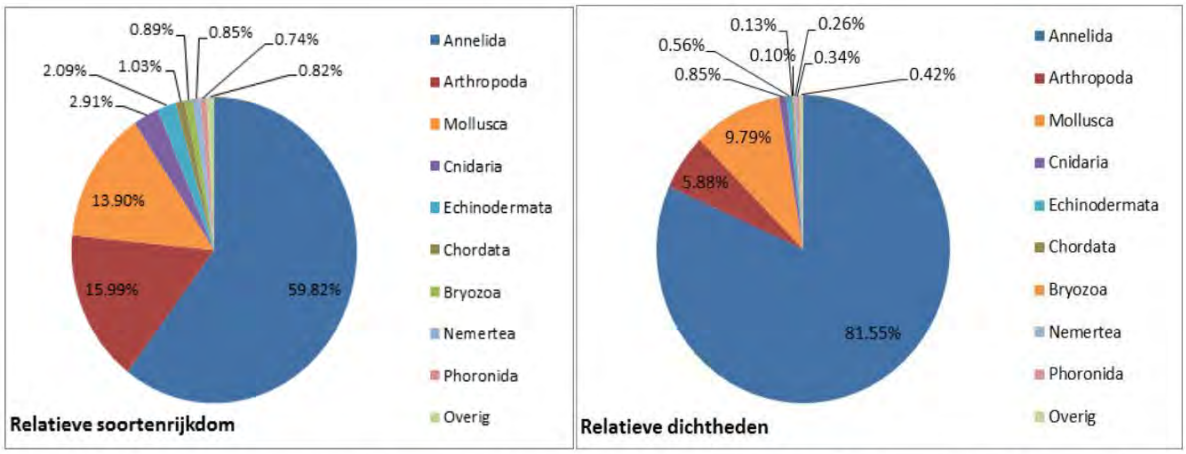
3.2 Ontwikkeling van infauna gemeenschappen

In deze paragraaf wordt ingegaan op de gemeenschappen in zacht substraat (infauna) op de locaties Lokkersnol en Zeelandbrug en referentielocaties Westbout en Zuidbout, omdat deze in 2015 zijn bemonsterd. Uitvoerige analyse heeft plaatsgevonden van gemeenschappen, diversiteit, dichtheden en de relatie met sedimentkarakteristieken die hier is samengevat. Voor een uitgebreide beschrijving zie Tangelder et al., 2016. De infauna bemonstering kon op alle locaties worden uitgevoerd, omdat overal voldoende sediment aanwezig was. **Figuur 15** geeft een beeld van de verschillende phyla die zijn aangetroffen.

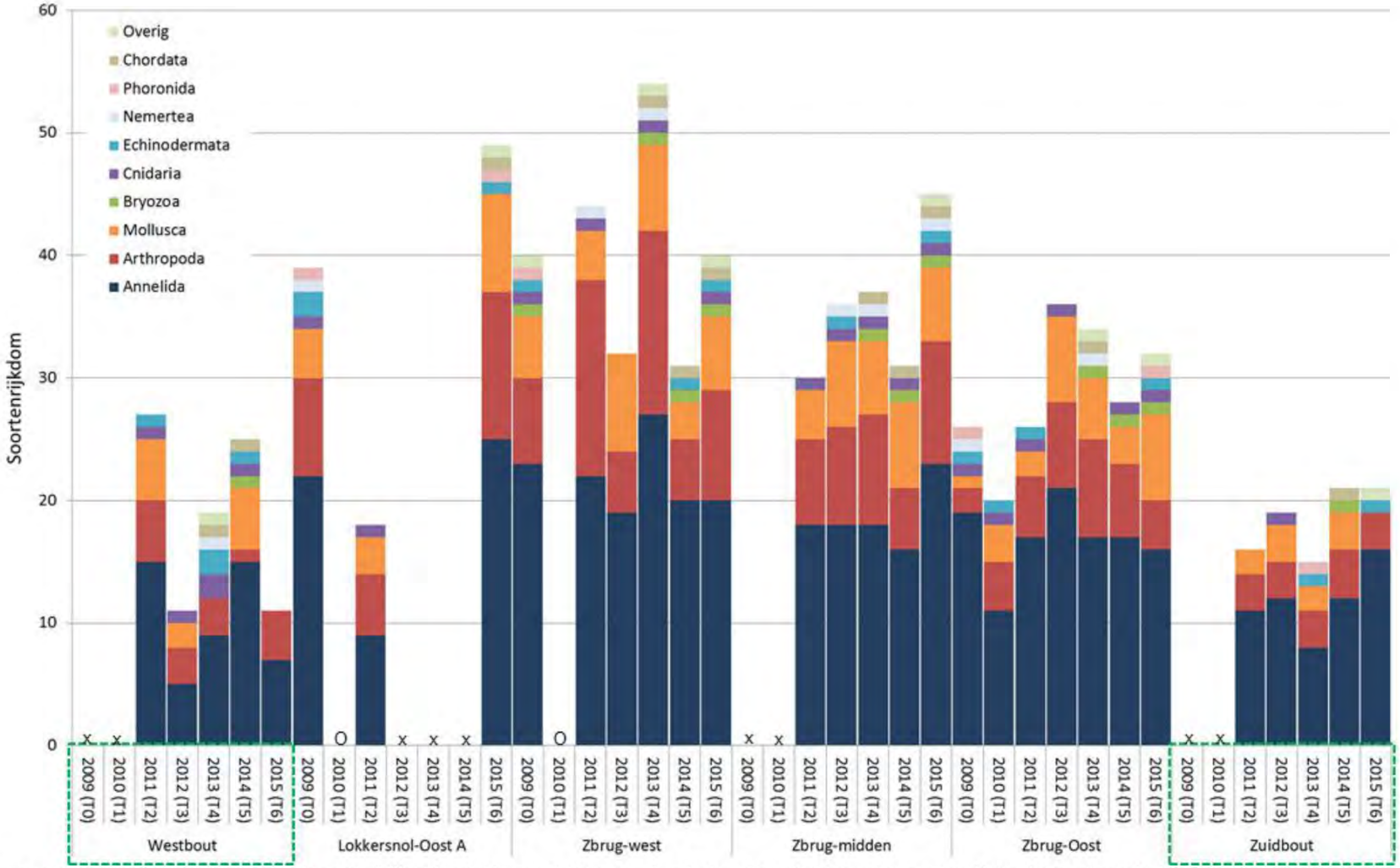


***Figuur 15**. De belangrijkste klassen die zijn gedetermineerd met een voorbeeld foto: Annelida, Bryozoa, Nemertea (foto: www.dnr.sc.gov/marine), Arthropoda, Cnidaria (www.actinaria.com), Phoronida (foto: Peter Grobe via Flikr), Mollusca, Echinodermata en Plathyhelminthes (foto's van WAGENINGEN MARINE RESEARCH tenzij anders vermeld).*

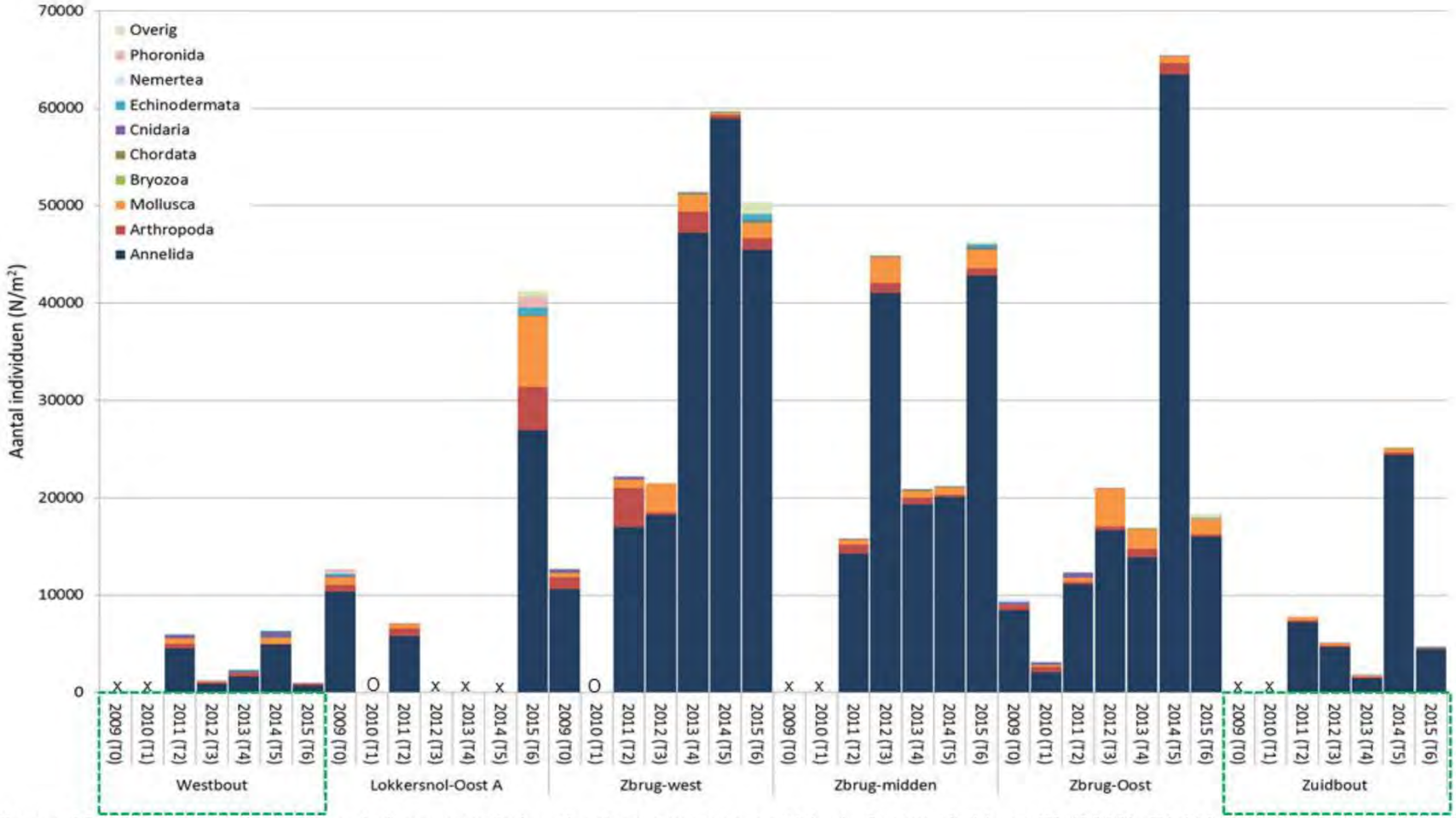
Op alle locaties behoren de meeste taxa en de grootste dichtheden tot de Annelida (wormachtigen) waarvan de klasse Polychaeten (borstelwormen) de hoogste soortenrijkdom en dichtheden vertegenwoordigen, gevolgd door de klasse Clittelata (ringwormen), Arthropoda (geleedpotigen) en Mollusca (weekdieren). Cnidaria (neteldieren) zijn ook vaak aanwezig, maar deze zijn niet verder tot op soortniveau gedetermineerd. Van Echinodermata (stekelhuidigen), Nemertea (snoerwormen), Phoronida (hoefijzerwormen) en Chordata (gewervelden) zijn weinig exemplaren aanwezig in de onderzochte monsters. Hemichordata (Zakpijpen), Plathyhelminthes (platwormen) en Porifera (sponzen) komen het minste voor (in de figuren ondergebracht in "overig"). In **Figuur 16** staan de relatieve soortenrijkdom en dichtheden van de aanwezige phyla aangegeven om een beeld te geven van hoe phyla zijn vertegenwoordigd. In **Figuur 17** en **Figuur 18** zijn de soortenrijkdom en dichtheden voor de bemonsterde locaties (stort- en referentielocaties) weergegeven voor 2009-2015 (T0-T6) voor zover gegevens beschikbaar zijn.



***Figuur 16**. Relatieve soortenrijkdom (links) en dichtheden (rechts) van de aanwezige phyla op alle gemonitorde locaties in de Oosterschelde in 2009-2015.*

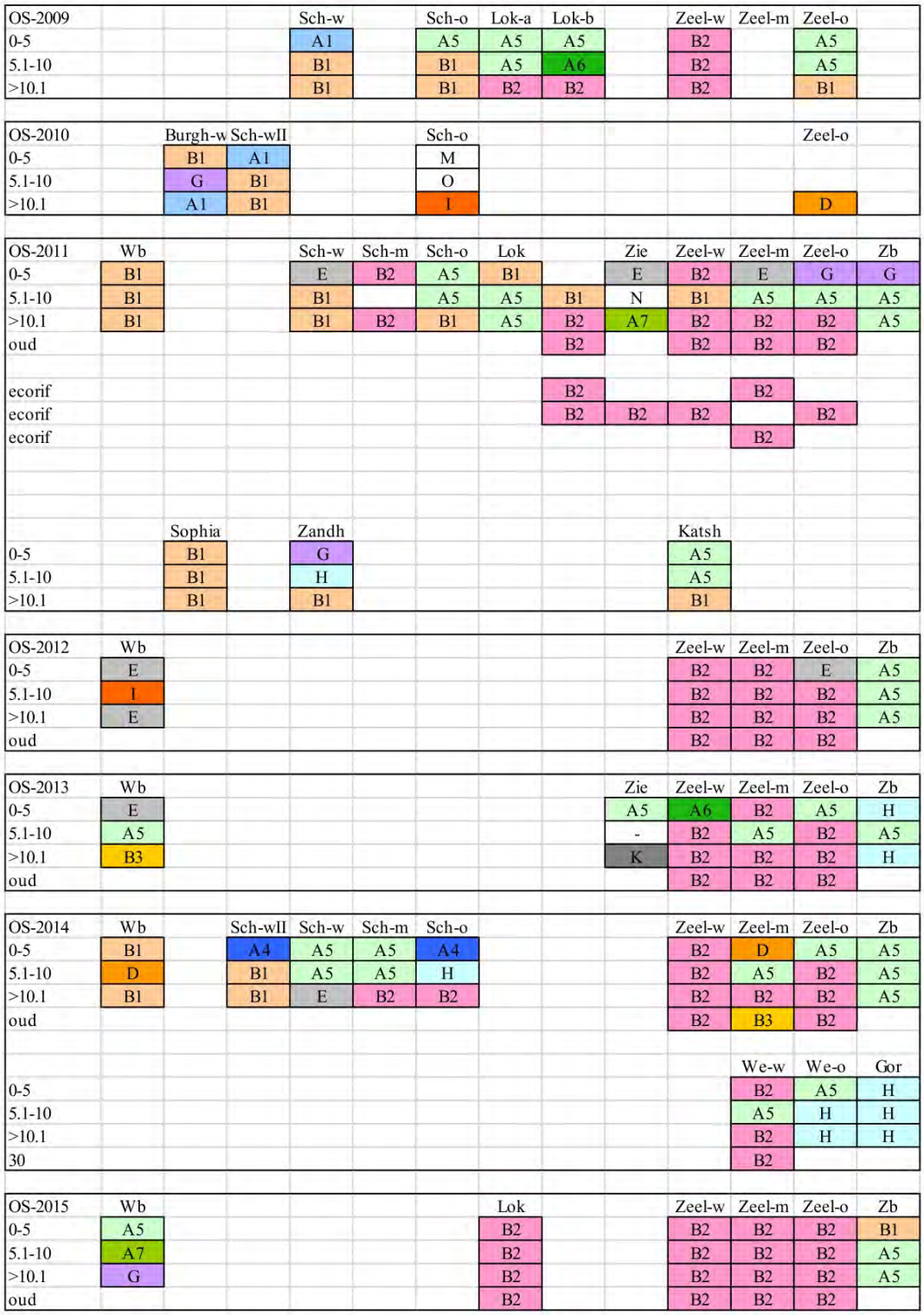


Figuur 17. *Soortenrijkdom van de verschillende phyla op de bemonsterde locaties (van west naar oost) in de Oosterschelde op T0 (2009), T1 (2010), T2 (2011), T3 (2012), T4 (2013), T5 (2014) en T6 (2015), inclusief de twee referentielocaties, Westbout en Zuidbout (aangegeven met een groen gebroken vierkant). X = niet bemonsterd, O= wel bemonsterd maar onvoldoende sediment aanwezig.*



Figuur 18. *Dichtheid (indiv./m2) op de bemonsterde locaties (van west naar oost) in de Oosterschelde op T0 (2009), T1 (2010), T2 (2011), T3 (2012), T4 (2013), T5 (2014) en T6 (2015) in de Oosterschelde inclusief drie referentielocaties, Westbout eb Zuidbout (aangegeven met een groen gebroken vierkant). X = niet bemonsterd, O= wel bemonsterd maar onvoldoende sediment aanwezig.*

Figuur *19* geeft een overzicht van de gemeenschappen die zijn aangetroffen. De codes voor de gemeenschappen worden verklaard in **Tabel 9**. Voor een overzicht van de soorten en hun dominantie binnen de gemeenschappen zie Bijlage 5. Hieronder wordt de ontwikkeling van infauna gemeenschappen per locatie beschreven.



Figuur 19. *Schematische verdeling van de infauna gemeenschappen over de locaties in de Oosterschelde (van west naar oost) voor drie verschillende diepte in 2009-2015. In de kantlijn staan de diepten (m) aangegeven. De kleuren corresponderen met typen gemeenschappen die zijn aangetroffen. Wb = Westbout, Burgh-w = Burghsluis-west, Sch-wII = Schelphoek-westII (**Building for Nature locatie**), Sch-w= Schelphoek-west, Sch-m = Schelphoek-midden, Sch-o = Schelphoek-oost, Lok-a = Lokkersnol-a, Lok-b = Lokkersnol-b, Zie = Zierikzee, Zeel-w= Zeelandbrug-west, Zee-m = Zeelandbrug-midden, Zee-o = Zeelandbrug-oost, Zb = Zuidbout, Sophia = Sophiahaven, Zandh = Zandhoek, Katsh = Katshoek. De codes worden verklaard in Tabel 9.*

***Tabel 9**. Beschrijving van de zacht substraat gemeenschapen in de Oosterschelde op basis van analyse in 2015 met dichtheden (N/m^2), gemiddeld aantal soorten en dominante soorten. Deze indeling is gemaakt op basis van expert judgement en kan van jaar tot jaar verschillen.*

code	dichtheid	gem aantal soorten	dominante soorten
A1	4219.0	7.3	Oligochaeta, *Aphelochaeta marioni, Streblospio shrubsoli, Heteromastus filiformis* en *Nephtys hombergii*
A4	703.2	5.0	Oligochaeta, *Nephtys hombergii* en *Heteromastus filiformis*
A5	3888.6	9.5	Oligochaeta, *Aphelochaeta marioni, Streblospio shrubsoli, Capitella capitata, Abra alba* en *Scoloplos armiger*
A6	2687.1	14.5	*Aphelochaeta marioni,* Oligochaeta, *Cossura longocirrata, Abra alba, Macoma balthica* en *Capitella capitata*
A7	326.5	4.5	-
B1	4574.3	15.5	*Abra alba,* Oligochaeta, *Scoloplos armiger, Aphelochaeta marioni, Heteromastus filiformis, Lanice conchilega,* Actinaria en *Spiophanes bombyx*
B2	12572.7	24.3	Oligochaeta, *Aphelochaeta marioni, Scoloplos armiger, Abra alba, Heteromastus filiformis, Pseudopolydora pulchra, Mediomatus fragilis* , Caprellidae, *Notomastus latericeus, Lanice conchilega, Capitella capitata, Crepidula fornicata, Cossura longocirrata* en *Phyllodoce mucosa*
B3	3063.8	17.0	*Aphelochaeta marioni, Heteromastus filiformis,* Oligochaeta en *Venerupis corrugata*
D	1573.8	12.3	*Scoloplos armiger, Lanice conchilega, Phyllodoce mucosa,* Decapoda en Actinaria
E	1054.8	3.8	Oligochaeta, *Capitella capitata* en *Abra alba*
G	964.3	4.2	Oligochaeta
H	898.5	6.4	*Ruditapes philippinarum , Nephtys hombergii* en niet gedetermineerde tweekleppigen
I	452.0	5.0	Actiniaria
K	301.4	3.0	*Fabricia stellaris stellaris*
M	50.2	1.0	-
N	50.2	1.0	-
O	50.2	1.0	-
leeg	0.0	0.0	-

Lokkersnol

Ontwikkeling van gemeenschappen – In de ongestoorde situatie in 2009 (T0) zijn op de ondiepe stations gemeenschappen A5 (gemiddeld 10 soorten - 3889/m^2) en A6 (gemiddeld 15 soorten - 2687/m^2) aangetroffen en op de diepe stations de soortenrijke gemeenschap B2 (gemiddeld 24 soorten - 12572/m^2) (

Figuur *19* + bijlage5). In 2010 was onvoldoende sediment aanwezig om te bemonsteren. In 2011 zijn drie gemeenschappen aangetroffen: A5, B2 en soortenarmere variant B1. In de naastgelegen oude, niet-bestorte bodem is gemeenschap B2 aangetroffen. In 2015 is opnieuw bemonsterd en is op alle stations gemeenschap B2 aangetroffen die ook in de oude bodem aanwezig is. Referentielocatie Westbout vertoont een wisselend beeld waar bij er over de jaren zes verschillende gemeenschappen voorkomen: B1, E, I, A5, B3 en D.

Soortenrijkdom en dichtheden – In 2011, twee jaar na bestorten, zijn soortenrijkdom en dichtheden lager dan in de ongestoorde situatie in 2009 (**Figuur 17** en **Figuur 18**). In 2015 zijn zowel soortenrijkdom als dichtheden hoger dan in 2011 en 2009. Bij de nabij gelegen referentie locatie Westbout vertonen zowel de soortenrijkdom als de dichtheden temporele fluctuaties in de verschillende meetjaren 2011-2015, waarbij deze waarden lager liggen dan bij de stortlocatie Lokkersnol m.u.v. de soortenrijkdom in 2011.

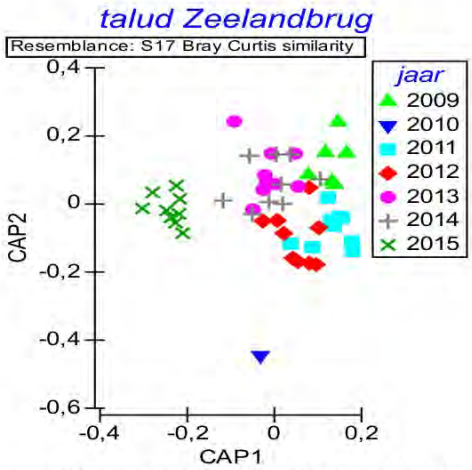
Zeelandbrug T5

Ontwikkeling van gemeenschappen - In de ongestoorde situatie in 2009 (T0) zijn drie gemeenschappen aangetroffen: de soortenrijke gemeenschap A5 (gemiddeld 10 soorten - 3889/m^2) die voorkomt op de ondiepe stations (Zeelandbrug-oost), soortenrijke gemeenschap B2 (gemiddeld 24 soorten - 12572/m^2) (Zeelandbrug-west) met een relatief hoge gemiddelde dichtheid en gemeenschap B1 (gemiddeld 16 soorten – 4574 N/m^2) die alleen is aangetroffen op een diep station (Zeelandbrug-oost)

(Figuur *19* + bijlage 5). Eén jaar na bestorten is alleen op het diepe station van Zeelandbrug-oost voldoende sediment aanwezig om te bemonsteren en hier is een soortenarme gemeenschap aangetroffen. Vanaf 2011, twee jaar na bestorten, worden de gemeenschappen A5 en B weer aangetroffen. Op de ondiepe stations bij Zeelandbrug-midden en –oost zijn soortenarme gemeenschappen E en G aanwezig. In 2012-2014 zijn op de ondiepste stations op 0-10 meter vijf gemeenschappen aangetroffen B2, E, A5, A6 en D. Op het diepe station beneden 10 meter diepte is ieder jaar de soortenrijke B2 gemeenschap aangetroffen evenals in de oude, niet-bestorte bodem m.u.v. Zeelandbrug-midden in 2014, daar wordt een soortenarmere variant B3 aangetroffen. In 2015, zes jaar na bestorten, komt op alle diepten de soortenrijke gemeenschap B2 voor die ook in de oude, niet-bestorte bodem is aangetroffen. Op referentielocaties Zuidbout zijn in de gemonitorde jaren wisselende gemeenschappen aangetroffen op het ondiepe station (B1, H, G en A5) en is op de diepste stations beneden 5 meter in alle jaren de gemeenschap A5 aangetroffen. Omdat voor de Zeelandbrug nu een tijdreeks van 2009-2015 beschikbaar is, zijn deze resultaten verder uitgediept. CAP-analyse laat zien dat dat er in de periode 2011-2014 een geleidelijke ontwikkeling plaatsvond van gemeenschappen, maar dat in 2015 een uniforme gemeenschap op alle stations was ontstaan (**Figuur 20**).In totaal werden 71% van de stations goed geclassificeerd. Dit betekent dat binnen gemeenschapsniveau jaarlijkse verschillen te vinden zijn ondanks dat het op gemeenschapsniveau

hetzelfde is. In 2015 verschilt de gemeenschap zichtbaar van andere jaren (op alle deellocaties west/midden/oost) (**Figuur 20**).

Soortenrijkdom en dichtheden – Eén jaar na bestorten is er bij de Zeelandbrug nog maar weinig sediment neergeslagen op de nieuwe oever. In 2011 zijn soortenrijkdom en dichtheden (Zeelandbrug-oost diepe station) aanzienlijk lager dan in de ongestoorde situatie in 2009 (**Figuur 17** en **Figuur 18**). In de jaren na bestorten nemen zowel soortenrijkdom als dichtheden toe waarbij deze zelfs hoger zijn als in de T0-situatie. In 2014 is de soortenrijkdom lager ten opzichte van 2013 terwijl dichtheden juist zijn toegenomen. In 2015 is de soortenrijkdom hoger dan in 2014 en gelijk of hoger dan de situatie voor bestorten in 2009. Hetzelfde geldt voor de dichtheden alleen zijn bij Zeelandbrug-west en –oost de dichtheden lager ten opzichte van 2014. Referentielocatie Zuidbout vertoont fluctuaties in soortenrijkdom en dichtheden in de gemeten jaren 2011-2015. Ook hier liggen deze waarden in de meeste meetjaren lager dan bij de bestorte deellocaties van de Zeelandbrug.



***Figuur 20**. Canonical ordinatie voor de discriminant analyse voor de factor 'jaar van bemonstering' voor de stations op het talud op de locatie Zeelandbrug (west/midden/oost) uit de periode 2009-2015.*

Sedimentkarakteristieken

De samenstelling van bodem sedimenten in 2009-2015 op de gemonitorde stations in de Oosterschelde, inclusief Lokkersnol en de Zeelandbrug, zijn gegeven in **Figuur 21**.

Uit de verdeling van de gemeenschappen zijn een drietal groepen in verschillende habitats te onderscheiden in relatie tot sediment karakteristieken (voor de uitgebreide resultaten zie Tangelder et al., 2016):

- Gemeenschappen die beperkt zijn tot zandige bodems, met een percentage droge stof van meer dan 60%. Tot deze habitat is alleen gemeenschap I beperkt, één station op de referentie locatie Westbout, in de middelste diepte zone. Het aantal soorten en de dichtheid op dit station zijn laag.
- Gemeenschappen die in een brede range voorkwamen van zandige tot slibrijke bodems, maar algemeen zijn in bodems, met een percentage droge stof van 40 tot 60%. Binnen deze range komen de gemeenschappen A, B, D, E, G en H voor. Hierbij komen de gemeenschappen D, H en B meer in zandige bodems voor, gemeenschap G in het midden deel, en de gemeenschappen A en E in zandige en in slibrijke bodems. Gemeenschap B is het meest soortenrijk, de grootste dichtheden komen voor in het midden deel (tussen zandig en slibrijk in) en nemen af naar meer zandige en meer slibrijke bodems. In gemeenschap A zijn de hoogste dichtheden gevonden in zandige bodems en deze nemen af richting slibrijke bodems.
- Gemeenschappen die beperkt zijn tot slibrijke bodems, met een percentage droge stof van minder dan 40%. Tot deze habitat zijn de gemeenschappen K en N en het station zonder macrofauna beperkt. Deze gemeenschappen zijn alleen op de locatie Zierikzee gevonden. Het aantal soorten en de dichtheid binnen deze gemeenschappen zijn erg laag.

Bij de Zeelandbrug en Lokkersnol komen hoofdzakelijk gemeenschap A en B voor.

OS-2009				Sch-w		Sch-o	Lok-a	Lok-b		Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o	
0-5				28,7		72,5	77,4	53,0		32,0		50,0	
5.1-10				-		40,3	49,7	63,3				39,6	
>10.1				42,1		23,5	65,6	85,3				4,7	

OS-2010		Burgh-w	Sch-wII	Sch-w	Sch-m	Sch-o	L-st	L-br				Zeel-o	
0-5		29,6	20,2			65,6							
5.1-10		30,8	43,9			74,5							
>10.1		20,0	28,9			78,3						72,7	

OS-2011	Wb			Sch-w	Sch-m	Sch-o	Lok		Zie	Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o	Zb
0-5	6,1			90,2	76,0	64,7	83,5		88,0	69,9	54,0	69,4	3,2
5.1-10	3,0			28,5		73,7	85,3	71,9	87,6	34,8	76,0	60,0	20,0
>10.1	4,0			49,2	43,1	33,6	70,9	69,3	75,7	10,4	23,1	26,6	36,8
oud								22,8		14,8	13,4	3,5	
ecorif								60,1			6,9		
ecorif								13,7	13,2	11,9		13,6	
ecorif											10,0		

		Sophia		Zandh						Katsh			
0-5		16,7		53,3						15,5			
5.1-10		8,4		38,6						15,7			
>10.1		7,3		37,0						18,0			

OS-2012	Wb									Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o	Zb
0-5	15,2									64,4	38,8	63,4	25,1
5.1-10	9,3									41,3	63,0	13,6	31,8
>10.1	20,7									22,3	17,5	15,4	31,3
oud										9,8	8,6	5,4	

OS-2013	Wb								Zie	Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o	Zb
0-5	17,7								43,6	59,0	52,6	74,4	7,2
5.1-10	10,0								77,2	63,6	71,4	30,9	31,5
>10.1	17,4								73,0	51,6	32,5	38,4	29,9
oud										38,9	11,6	11,0	

OS-2014	Wb		Sch-wII	Sch-w	Sch-m	Sch-o				Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o	Zb
0-5	7,6		41,5	48,9	71,7	77,0				61,9	41,5	61,8	4,2
5.1-10	2,4		27,4	34,7	66,7	61,9				47,0	54,4	42,1	24,2
>10.1	3,4		25,1	22,4	41,2	30,1				23,4	24,9	32,4	19,7
oud										8,0	15,1	7,6	
											We-w	We-o	Gor
0-5											19,3	49,7	15,4
5.1-10											15,0	30,7	23,6
>10.1											30,4	38,9	18,3
30											24,7		

OS-2015	Wb						Lok			Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o	Zb
0-5	5,8						40,0			52,5	41,9	49,0	7,8
5.1-10	7,2						62,2			39,8	37,3	52,7	16,4
>10.1	91,6						21,9			37,5	28,8	36,8	13,2
oud							44,2			29,6	33,8	10,4	

***Figuur 21**. De samenstelling van de bodemsedimenten op de stations in 2009-2015 in de Oosterschelde. De verschillende typen zijn in kleuren weergegeven en het percentage aan fracties kleiner dan 0.09 mm. Typologie: V= fijn zand (**blauw**), VI= zeer fijn zand (**groen**), V(dis)= verstoort (tweetoppig, bv. grof en fijn) (**bruin**), VIII= slib (**rood**) (zie **Tabel 6**). 'Oud' staat voor bemonstering van de oude bodem op ca. 15 meter diepte bij locatie Zeelandbrug en Lokkersnol. Bij locatie Zeelandbrug-west is in 2011 ook het sediment op de ecorif structuren bemonsterd.*

3.3 Sedimentbelasting en sedimentdikte

Sedimentbelasting
Sedimentbelasting houd in dat de bruto sedimentatie in gram/m^2/dag wordt gemeten zonder dat resuspensie plaatsvindt. Sedimentatie vindt vooral plaats tijdens de kentering van het getij, als er relatief weinig stroming is waardoor sedimentdeeltjes op de bodem kunnen neerslaan.

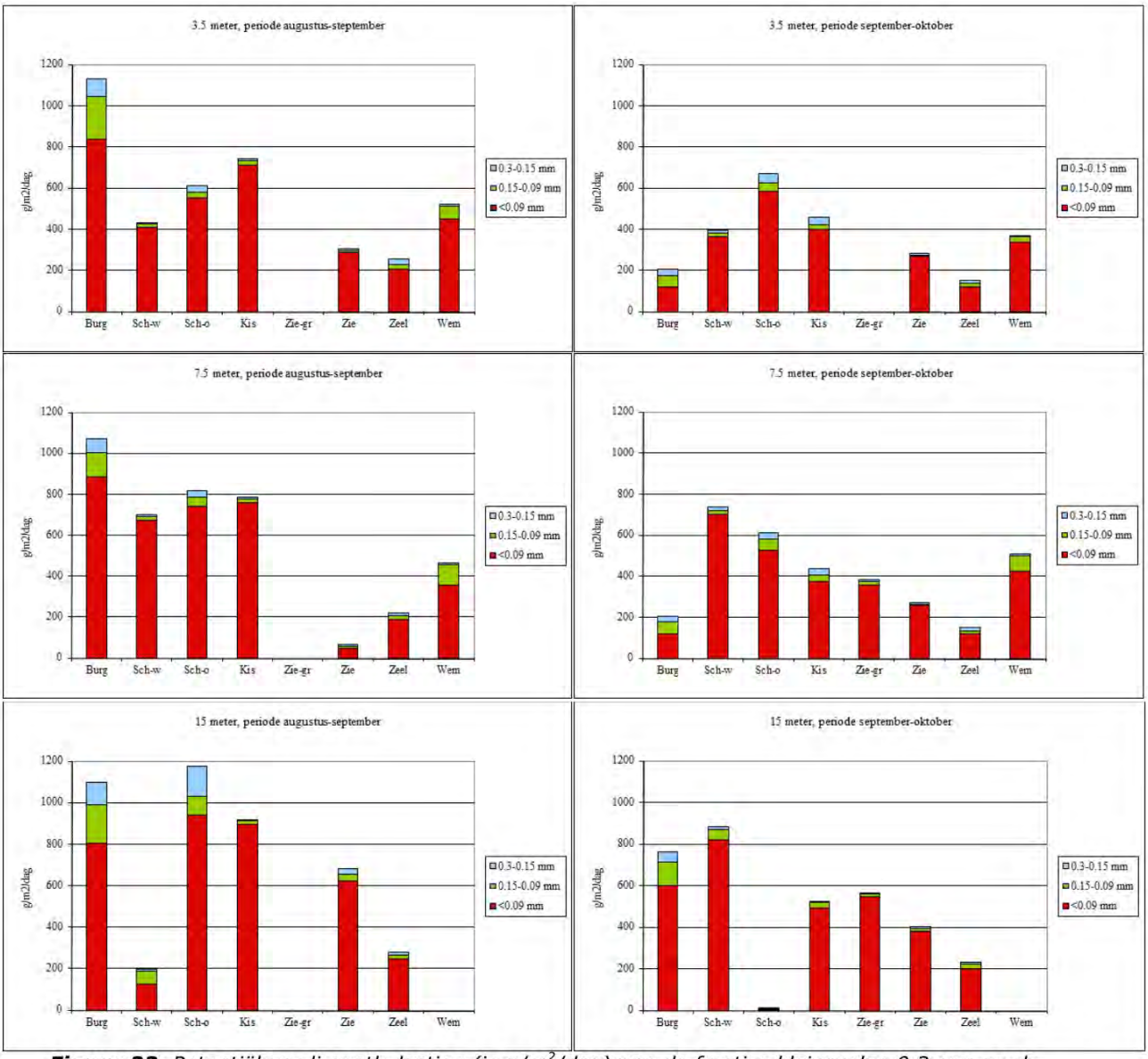
Sedimentsamenstelling langs de kust in de Oosterschelde
In 2014 en 2015 is de samenstelling van het sediment op locaties in de Oosterschelde onderzocht om een beeld te geven van de ruimtelijke verdeling van sedimenttypen (voor alle resultaten zie De Kluijver et al., 2016). Hieruit blijkt dat langs de kust van Schouwen-Duiveland in de mondig zandige sedimenttypen voorkomen met fijnere fracties ondiep op het talud. In het Hammen, vanaf de locatie Flaauwersinlaag tot aan Lokkersnol, wordt het sediment gedomineerd door fracties kleiner dan 0.09 mm. Op de staalslakken op de locatie Zeelandbrug komt op grotere diepten (10-12 meter -NAP) een zandige sedimenttype voor, maar ondieper op het talud nemen de slibfracties toe. Op de referentie locatie Zuidbout komt in 2014 een zandig type voor, maar in 2015 is het percentage slibfracties sterk gestegen. In de zuidelijke Kom van de Oosterschelde bij Wemeldinge is fijn zandig sediment aangetroffen.

Sedimentatie
De resultaten van de metingen met sedimentvallen zijn gegeven in **Figuur 22** waarbij de hoeveelheid sediment en sedimenttypen per locatie staan weergegeven. De ruwe data zijn opgenomen in Bijlage 6. Voor een uitgebreid overzicht van de resultaten zie De Kluijver et al. (2016). Omdat in de sedimentvallen ook veel organismen zijn ingevangen (onder andere brokkelsterren en strandkrabben) zijn alleen de fracties kleiner dan 0.3 mm verder bekeken.

In de periode augustus-september, met een krachtige wind uit westelijke richting, is de hoogste potentiële sedimentbelasting (**Figuur 22**) van fracties kleiner dan 0.09 mm op alle diepten gevonden in de monding-Noord en het. Deze sedimentbelasting vond plaats tijdens de kentering en geeft een indicatie over de sediment aanvoer.
De hoogste potentiële sedimentbelasting van zandige fracties (0.3-0.09 mm) is gevonden in de monding-Noord en op de locatie Wemeldinge. Deze sedimentbelasting vond plaats tijdens de stromingsfase, tussen de kenteringen, en geeft een indicatie over de afvoer van fijne sedimenten en de horizontale sedimenttransporten. Dit beeld klopt met de samenstelling van de bodemsedimenten (zie vorige paragraaf) waarin op grotere diepten in de monding-Noord en bij de locatie Wemeldinge fijn zandig sediment is gevonden.

In de periode september-oktober, met een zwakke wind uit oostelijke richting, is de hoogste potentiële sedimentbelasting (**Figuur 22**) van fracties kleiner dan 0.09 mm op alle diepten gevonden in de monding-Noord en op de locatie Wemeldinge. De potentiële sedimentbelasting van zandige fracties (0.3-0.09 mm) was ook in deze periode hoog in de monding-Noord, maar de hoogste waarde werd gevonden op 7.5 meter op de locatie Wemeldinge.

Van de fracties kleiner dan 0.05 mm in de sedimentvallen is ook het percentage organische stof bepaald. Voor de monding-Noord bedroeg dit in beide perioden rond de 10% en in het Hammen en de centrale kom rond de 8%. Deze percentages zijn hoger dan in de zandige bodemtypen 0.3-0.09 mm (De Kluijver et al., 2016). Dit heeft tot gevolg dat op plaatsen waar de fijne fracties niet worden afgevoerd, een verrijking van de bodem met organisch materiaal plaatsvindt, wat mogelijk direct effect heeft op de infauna van deze bodems.



Figuur 22. *Potentiële sedimentbelasting (in g/m^2/dag) van de fracties kleiner dan 0.3 mm op de verschillende stations in de periode augustus-oktober (3.5 meter Zierikzee-grind en 15 meter Wemeldinge zijn niet gemeten).). De kleuren komen overeen met de typologie (zie* ***Tabel 6****) V= fijn zand (**blauw**), VI= zeer fijn zand (**groen**), V(dis)= verstoort (tweetoppig) (**bruin**), VIII= slib (**rood**).*

Dikte van de sedimentlaag op zeegrind bij Schelphoek-westII (RAAKPRO)

Op de locatie Schelphoek-west de dikte van de sedimentlaag op het grind bepaald in het kader van het RAAKPRO project. Op vier diepte transecten (west, west-midden, midden-oost en oost) is iedere 50 cm de dikte bepaald. De ruwe data zijn gegeven in Bijlage 6. Gemiddeld over het transect was de dikte van de sedimentlaag het minst dik aan de buitenzijde van het stortvak, 1.6 cm in het westen, 5.7 cm in west-midden, 5.0 cm in midden-oost en 2.7 cm in het oosten. De sedimentdikte was echter niet uniform over de transecten verdeeld. Op het westelijke transect was 17% van het transect vrij van sediment en kwam grind aan het oppervlak vrij. De dikste sedimentlaag, van 6 cm, werd gevonden aan de basis van het rif op 10 meter diepte. Op het transect west-midden was 1.5% van het transect vrij van sediment, en er kwam nergens grind aan het oppervlak voor. Het dikste pakket, tot 21 cm, werd gevonden tussen de 10.5 en 12.5 meter op het grind. Op het transect midden-oost was het substraat over het gehele transect met een sedimentlaag bedekt. Het dikste pakket, tot 21 cm, werd gevonden tussen de 4 en 7 meter op het grind. Op het transect oost was 18% van het transect vrij van sediment, maar dit was in het breuksteen in de golfzone en tussen de stenen van het ecorif. Het grind was over het gehele transect met sediment bedekt. Het dikste pakket, van 10 tot 16 cm, werd rond de 11.5 meter diepte gevonden.

3.4 Inventarisatie van zware metalen in schelpdieren

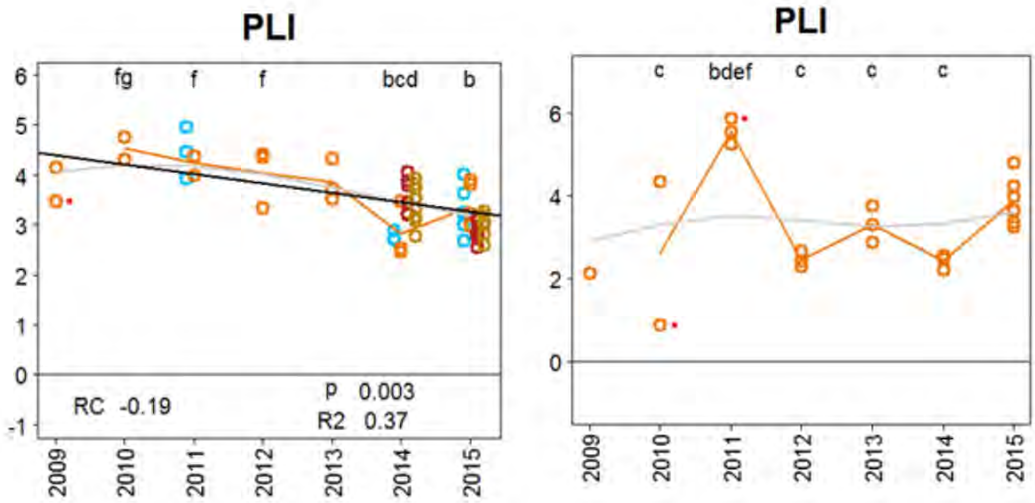
Uniformiteit van gehalten aan metalen in oesters en mosselen
Jonge oesters en mosselen zijn kleiner en hebben een kortere blootstellingstijd aan hun omgeving. Daarom kunnen gehalten aan metalen lager zijn dan grotere en dus oudere exemplaren. Bij het ouder worden neemt de variatie in schelplengte toe als gevolg van voedselaanbod en onderlinge competitie wat de relatie met leeftijd vertroebeld. De uniformiteit van de data is daarom is eerst onderzocht. Al de bemonsterde individuen in 2015 kunnen op basis van de grootte als meerjarig beschouwd worden. Ondanks dat er voor Japanse oesters subtiele verschillen aangetoond zijn in schelplengte tussen de monsterlocaties is er geen relatie gevonden tussen schelplengte en metaalaccumulatie, waardoor de bemonsterde locaties met betrekking tot grootte als goed vergelijkbaar beschouwd kunnen worden.

Trends aan metaalgehalten in biota in de tijd
Japanse oesters en mosselen zijn jaarlijks bemonsterd op de Zeelandbrugpijler. Rond de pijler zijn staalslakken gestort die afgedekt zijn met breuksteen. De biota zijn op ongeveer één meter boven de bestortingen bemonsterd op een ondergrond van beton, in de nabijheid van zowel staalslakken als breukstenen (aangeduid met SSBS in dit rapport).

De Pollution Load Index (PLI) is een maat voor de totale metaalvervuiling. PLI waarden in mosselen in het jaar 2015 zijn niet significant verschillend van PLI waarden uit eerdere bemonsteringsjaren (**Figuur 23**). De PLI in mosselen op de Zeelandbrugpijler ligt twee jaar na het aanbrengen van de oeververdediging (2011) iets hoger in vergelijking tot de jaren ervoor en erna. De metalen aluminium (Al) en ijzer (Fe) dragen hier het sterkst aan bij en laten statistisch significante verschillen in gemiddelde waarden zien tussen de jaren 2011 en 2012.

Cadmium (Cd) vertoont een licht toenemende trend in mosselen bij de Zeelandbrug (zie Bijlage 7). In 2015 zijn de hoogste cadmiumgehalten gemeten van de onderzoeksperiode 2009-2015. Hoewel minder uitgesproken, zijn ook toenemende trends waargenomen voor de metalen arseen (As), kobalt (Co), koper (Cu) en seleen (Se). Voor andere metalen (aluminium (Al), ijzer (Fe) en Mangaan (Mn)) zijn gehalten in de periode 2012 tot en met 2015 lager in vergelijking tot de bemonsteringsjaren 2010 en 2011.

In oesters blijft een licht dalende PLI zichtbaar, al ligt de PLI in 2015 iets hoger dan in 2014 (**Figuur 23**). De metalen aluminium (Al), kobalt (Co), chroom (Cr), kwik (Hg), molybdeen (Mo) en lood (Pb) dragen voor een belangrijk deel bij aan deze afname en laten allen een significant dalende trend zien (zie Bijlage 7). Vanadium (V) laat in 2015 ten opzichte van 2014 een lager gehalte zien. Voor de overige metalen zijn geen opvallende verschuivingen waargenomen in 2015.



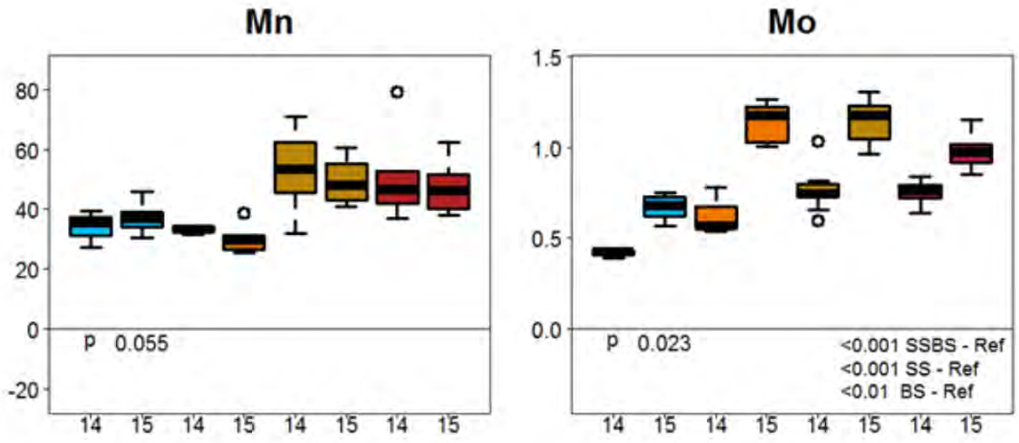
***Figuur 23**. Trend over de tijd in de periode van 2009 (T0 situatie, voor bestorting) tot en met 2015 voor de Pollution Load Index (PLI) in mosselen (links) en oesters (rechts) bemonsterd bij Zeelandbrugpijler en Zuidbout (referentie). Blauwe stippen zijn bemonsteringen op de referentielocatie, oranje stippen zijn bemonsteringen nabij staalslak en breuksteen bestortingen op de pijler van de Zeelandbrug, rode stippen zijn bemonsteringen op breukstenen en gele stippen zijn bemonsteringen op staalslakken.*

Vergelijking metaalgehalten op stortlocatie en referentielocatie

Oesters zijn zowel bij de stortlocatie Zeelandbrug als op een referentielocatie (Zuidbout) verzameld. Voor molybdeen en mangaan zijn er in 2014 en 2015 significante verschillen in metaalgehalten gevonden tussen gehalten in oester op de stortlocaties en gehalten in oester op de referentielocatie (**Figuur 24**).

Molybdeen gehalten in oesterweefsel verzameld op de stortlocaties en op de Zeelandbrugpijler liggen 1.5 tot 1.8 keer hoger dan de gehalten in oesters van de referentielocatie. Er zijn geen significante verschillen gevonden tussen oesters verzameld op staalslakken en op breukstenen. Jaargemiddelde gehalten, waarbij alle ondergronden gezamenlijk beschouwd worden, zijn 0.7 ± 0.2 mg/kg droge stof in 2014 en 1.0 ± 0.2 mg/kg droge stof in 2015. De langjarige trend (over periode 2009 t/m 2015) op Zeelandbrugpijler is dalende.

Mangaangehalten in oesters direct verzameld van een ondergrond van staalslakken zijn 1.4 keer hoger in vergelijking met de referentielocatie, en op breukstenen 1.3 keer hoger dan op de referentielocatie. Er zijn geen significante verschillen gevonden tussen oesters verzameld op staalslakken en op breukstenen. Er zijn ook geen verschillen gevonden tussen mangaangehalten in oesters van de Zeelandbrugpijler (bemonstering nabij staalslak en breuksteen bestortingen, maar niet direct verzameld van een ondergrond van staalslakken of breukstenen) en in oesters van de referentielocatie. Gehalten zijn vergelijkbaar in 2014 en 2015 en de gemiddelde mangaangehalten over de jaren en ondergronden is 44.3 ± 11.8 mg/kg droge stof.



***Figuur 24**. Spreiding in metaalgehalten (mg/kg droge stof) in oesterweefsel in 2014 en 2015 bemonsterd op de referentielocatie Zuidbout (blauw), op de pijler van de Zeelandbrug (nabij staalslak en breuksteen bestortingen)(oranje), op een ondergrond van staalslakken (geel) en op een ondergrond van breukstenen (rood). X-as = jaartal van bemonstering. P-waarden op basis van lineair mixed model waarin de relatie tussen ondergrond (SS, BS, SSBS of REF) en metaalconcentratie onderzocht is. Het model bevatte ondergrond als 'fixed' effect en ondergrond en jaar als 'random' effecten voor zowel richtingscoëfficiënt en interceptie.*

4 Discussie

4.1 Hard substraat gemeenschappen

De Oosterschelde is een open zeearm en heeft in tegenstelling tot een echt estuarium een relatief hoog zoutgehalte. Toch vertonen de hardsubstraat levensgemeenschappen een west-oost verdeling zowel in het eulittoraal als sublittoraal.

Eulittoraal
De west-oost verdeling van de gemeenschappen in de eulittorale zone wordt beïnvloed door het type substraat en voorland, maar het algemene beeld was dat op de westelijke locaties een soortenrijke gezaagde zee-eik-gemeenschap hoog op het talud en op de kreukelberm voorkwam en op de oostelijke locaties een zonering van de zeepokken-gemeenschap en blaaswier met zodenvormende roodwier-gemeenschap op het talud en een zeepokken-oester-gemeenschap op de kreukelberm. Uit monitoring in 2009-2015 blijkt dat vooroeverbestortingen voornamelijk invloed hebben op de onderste zone van het eulittoraal doordat de kreukelberm wordt vernieuwd. Verstoring van de gemeenschappen op het talud vindt voornamelijk plaats wanneer het dijktalud wordt vernieuwd. Ook blijkt uit de monitoring van de afgelopen jaren dat vier/vijf jaar na bestorten en vernieuwen van de kreukelberm de eerste gemeenschappen terug keren zoals die ook op referentielocaties worden aangetroffen zoals bij locatie Schelphoek (Tangelder et al., 2014). Deze gemeenschap ontwikkelt zich daarna verder met een toenemend aantal (meerjarige) soorten en hogere bedekking. Tegelijkertijd laat locatie Zeelandbrug een heel ander beeld zien en tonen de resultaten in dit onderzoek dat er vijf jaar na bestorten een andere gemeenschap aanwezig als daarvoor. Hier komt een *Fucus*-gemeenschap voor die nog niet aangetroffen is op andere locaties langs de kust van Schouwen-Duiveland, terwijl in de ongestoorde situatie in 2009 een een zeepokken-Japanse oester-gemeenschap werd aangetroffen die typerend is voor het oostelijk deel van de Oosterschelde. Hier is dus geen sprake van herstel. Mogelijk komt dit doordat de *Fucus* soorten de kale kreukelberm snel hebben kunnen koloniseren en omdat de Japanse Oester nog niet tot ontwikkeling heeft kunnen komen. Of de huidige gemeenschap zich verder ontwikkelt tot de oostelijke gemeenschap, en hoe lang dat kan duren, is nu nog niet te zeggen. Zeker niet omdat het talud bij de Zeelandbrug in 2015 (na bemonsteren) is vernieuwd, waarbij ook aan de kreukelberm is gewerkt.

Infralittoraal
Over het algemeen kan worden gesteld dat in de infralittorale zone (tot 4 m –NAP) de gemeenschappen door wieren worden gedomineerd doordat er in deze zone voldoende licht is. Ook in deze zone vertonen de gemeenschappen een duidelijke geografische verspreiding met herkenbare gemeenschappen in de monding, centrale deel van de Oosterschelde en het Zijpe in de noordelijke tak van de Oosterschelde in 2009-2015. Net als in het eulittoraal verloopt het herstel van gemeenschappen in het infralittoraal wisselend blijkt uit de monitoring van de afgelopen jaren. Bij de Zeelandbrug vindt herstel plaats van een gemeenschap die typerend is voor het centrale deel van de Oosterschelde en ook op referentielocaties wordt aangetroffen.

Monitoring van referentielocaties in 2009-2015 laat zien dat de centrale gemeenschappen, waar ook de Zeelandbrug gelegen is, is veranderd. De gemeenschap met o.a. wakame, roodwier, gaffelwier en een stevige ondergroei van Japanse oester nam af in 2010 en 2011 en is in 2012 voor het laatst aangetroffen. Vanaf 2009 wordt de oesterarme gemeenschap echter steeds algemener en in 2015 komt deze op alle locaties voor in het centrale deel van de Oosterschelde. De ontwikkeling van een oesterrijke naar een oesterarme gemeenschap is opvallend. Het ontstaan van de oesterarme centrale gemeenschappen kan verschillende oorzaken hebben die elkaar kunnen versterken. In de eerste plaats is het dijktalud langs de gehele Oosterschelde vernieuwd of versterkt. Bij deze dijkvernieuwingen in het eulittoraal is ook vaak de kreukelberm verzwaard en kan nieuw breuksteen in de infralittorale zone zijn gestort. Op sommige locaties, zoals op de locaties Flaauwersinlaag en

Kistersnol, is dit in het veld zichtbaar. Op andere locaties, zoals locaties Lokkersnol en Zuidbout aan het einde van strekdammen, is het minder waarschijnlijk dat dit een gevolg is van vernieuwingen van het talud (zie laatste alinea van deze paragraaf).

Circalittoraal
Het circalittoraal betreft de zone beneden 4 meter diepte. Evenals in de infralittorale zone vertonen de gemeenschappen in de circalittorale zone ook een duidelijke geografische verspreiding, met herkenbare gemeenschappen in de monding en in het Zijpe en gemeenschappen in het tussenliggende gebied. Uit de resultaten blijkt dat de kolonisatie van de vooroever na bestorten en ontwikkeling van pioniergemeenschappen afhankelijk lijkt van de ligging van de stortlocatie (monding, Zijpe of tussenliggende gebied) en factoren binnen het systeem zelf, en niet van het type substraat (staalslakken of breuksteen). De locatie Zeelandbrug is gelegen in het tussenliggende gebied bekeken vanuit de geografische verspreiding van gemeenschappen in de Oosterschelde. Na bestorten zijn er verschillende pioniergemeenschappen ontwikkeld en in 2015 is voor het eerst de oesterarme gemeenschap aangetroffen die verschilt van de oorspronkelijke gemeenschap. Wat de oorzaak hiervan is, is nog onduidelijk. Mogelijk heeft variatie in watertemperatuur door een milde of strenge winter in de afgelopen jaren invloed op het succes van de kolonisatie van verschillende soorten. Opvallend is ook dat in de pioniergemeenschappen de Japanse oester nauwelijks voorkomt evenals in de nieuwe oesterarme gemeenschap.

Van belang is te benadrukken dat de referentielocaties die gebruikt zijn in dit onderzoek geen referentie zijn voor een bodem die net bestort is met hard substraat, maar fungeren ter referentie van een natuurlijke, niet-bestorte bodem om natuurlijke variatie te monitoren.

Ontwikkeling Japanse Oester
In de Oosterschelde lijkt, sinds de introductie en expansie van de Japanse oester, deze soort een structuur bepalende soort te zijn voor de gemeenschappen in het eu-, infra- en circalittoraal. Een mogelijke oorzaak voor de trage vestiging of zelfs het afnemen van de populaties van deze soort, is het oester-herpesvirus. Het voorkomen van het virus in de Oosterschelde is voor het eerst gedocumenteerd in 2010 (Engelsma et al., 2010) en deze is vanuit het zuiden naar Nederland gekomen. Het virus veroorzaakt sterfte onder oesterlarven en broed. Sinds 2008 is echter een nieuwe variant van oesterherpesvirus aanwezig in Europa: OsHV-1 µvar (Segarra et al., 2010). Deze variant geeft hoge sterfte onder Japanse oesters en heeft zich in korte tijd verspreid naar de belangrijkste kweekgebieden van Europa. Naast sterfte onder oesterbroed geeft OsHV-1 µvar ook hoge sterfte onder jonge Japanse oester. Resistentie voor OsHV-1 µvar neemt toe met leeftijd en gewicht van de oesters. Het is dus goed mogelijk dat dit virus en haar variant de kolonisatie en verjonging van de populaties van de Japanse oester sterk vertraagd. Voor een meer informatie en een overzicht van bestaande kennis zie het factsheet “Oesterherpesvirus: een overzicht” (Kamermans et al., 2013).

4.2 Infauna gemeenschappen

Op basis van gegevens verzameld in de jaren 2009-2015 is het duidelijk dat er een ruimtelijke en temporele variatie in de bodemdiergemeenschappen bestaat. Dit is in overeenstemming met eerdere onderzoeken naar bodemdiergemeenschappen in de Oosterschelde (Schaub et al., 2003). Net als in de andere jaren zijn bij de T6-monitoring in de Oosterschelde de borstelwormen (Annelida) de groep met de meeste soorten en hoogste dichtheden op alle locaties. Deze groep bestaat voor het overgrote deel uit Polychaeta. Geleedpotigen (Arthropoda), weekdieren (Mollusca) en neteldieren (Cnidaria) komen ook vaak voor. Stekelhuidigen (Echinodermata), mosdieren (Bryozoa), snoerwormen (Nemertea), hoefijzerwormen (Phoronida) en platwormen (Platyhelminthes) komen relatief gezien in veel mindere mate voor zowel in aantallen als soortenrijkdom.
Ontwikkeling infauna gemeenschappen 2009-2015
In de ongestoorde situatie in **2009** zijn er vijf infauna gemeenschappen langs de kust van Schouwen-Duiveland aangetroffen, waarvan er drie algemeen waren. Op de locatie Zeelandbrug kwamen alle drie deze algemene gemeenschappen voor. Op de ondiepe stations in de golfzone kwamen vaak minder soortenrijke varianten voor. In dit habitat is de samenstelling van het sediment en de samenstelling van de infauna door verstoringen vaak minder constant. Na de bestorting van de vooroever in de

winter 2009/voorjaar 2010 was er in de zomer van **2010** alleen op het station op 10-20 meter diepte op de locatie Zeelandbrug-oost voldoende sediment aanwezig om te bemonsteren. Deze sedimenten waren zeer fijn van samenstelling. Op het diepe station op de locatie Zeelandbrug-oost was het aantal soorten en de dichtheid vergelijkbaar met de situatie voor bestorten, maar mogelijk is hier de oude bodem met een toplaag van slib bemonsterd. In **2011** was er voldoende sediment aanwezig om op alle locaties de infauna te bemonsteren, met uitzondering van het station op 5-10 meter diepte op de locatie Schelphoek-midden. Op de stortlocaties Lokkersnol en Zeelandbrug kwamen, naast enkele soortenarme varianten op 0-5 meter diepte, de oorspronkelijke gemeenschappen weer voor. Ook soortenrijkdom en dichtheden waren op de diepe stations vergelijkbaar met de situatie voor bestorten in 2009. Op de ondiepe stations waren dichtheden en soortenrijkdom echter lager dan in 2009. Na 2011 is alleen de ontwikkeling op de locatie Zeelandbrug verder onderzocht. In **2012** en **2013** kwamen ondiep nog afwijkende varianten voor, maar was op grotere diepte en in de ongestoorde bodem ("oude bodem") de oorspronkelijke, relatief soortenrijke gemeenschap aanwezig. Op het talud is in **2013** ook de oorspronkelijke gemeenschap gevonden. Soortenrijkdom en dichtheden zijn vergelijkbaar of hoger dan in de situatie voor bestorten maar zijn op de ondiepe stations op 0-5 meter lager. In **2014** kwam de verdeling van de gemeenschappen op de locatie Zeelandbrug overeen met die uit 2013. Soortenrijkdom en dichtheden zijn op alle stations vergelijkbaar of hoger dan in 2009 met uitzondering van het ondiepe station op 0-5 meter bij Zeelandbrug-west. De soortenrijkdom is echter wel gedaald ten opzichte van 2013 mogelijk door aanwezigheid van hoge aantallen van enkele polychaeten soorten. In **2015** zijn de stations op de locaties Lokkersnol en Zeelandbrug opnieuw onderzocht. Bij de Zeelandbrug is op alle stations in het sediment op de staalslakken en breukstenen en in de oude bodem de oorspronkelijke, soortenrijke gemeenschap aangetroffen. De soortenrijkdom is hoger dan in 2009 en toegenomen ten opzichte van 2014 met uitzondering van Zeelandbrug-oost 5-10 meter waar de soortenrijkdom afnam. Dichtheden lieten een wisselend beeld zien. Wat opvalt, is dat zowel soortenrijkdom als dichtheden op het diepe station op 10-20 meter hoger zijn dan in de oude bodem (m.u.v. de soortenrijkdom bij Zeelandbrug-midden). Verdere analyse van de gemeenschappen bij de Zeelandbrug over de jaren toont aan dat er in 2011-2014 een geleidelijke ontwikkeling heeft plaatsgevonden, en dat er in 2015 een uniforme gemeenschap op alle stations is ontstaan. Bij Lokkersnol is in 2015 na vier jaar weer onderzoek gedaan. Ook hier is op alle stations en in de oude bodem oorspronkelijke, soortenrijke gemeenschap aangetroffen. Bij Lokkersnol zijn dichtheden en soortenrijkdom op alle stations toegenomen ten opzichte van 2011 en ook hoger dan in 2009. Ook hier wijken de soortenrijkdom en de dichtheden op het diepe station af van de oude bodem waar deze waarden lager liggen.

Sedimentsamenstelling en infauna

Sedimentsamenstelling is een belangrijke factor voor de aanwezigheid van bodemdieren (Craeymeersch, 1999; Ysebaert, 2003). De ene soort houdt meer van een bodem met een hoog percentage aan kleine sedimentdeeltjes of organisch koolstof, terwijl andere soorten juist voorkomen in meer zandig sediment. Het optimum voor soortenrijkdom lijkt te liggen in bodems met een 40-60% droogstof gehalte. Dit geldt in ieder geval voor het soortenrijke B cluster waarbij de grootste dichtheden voorkwamen in bodems met een 40-60% droogstof gehalte en afnam naar meer zandige en meer slibrijke bodems. In sommige gevallen is deze relatie echter niet duidelijk.

Invloed van de harde ondergrond (staalslakken of breukstenen)

Het materiaal dat gebruikt wordt bij vooroeververdediging (breukstenen en staalslakken) laat geen invloed zien op de bodemgemeenschap die zich ontwikkeld in het nieuwe zachte substraat dat op de harde ondergrond neer is gevallen. Wel kunnen structuren als ecoriffen op de vooroeververdediging de sedimentatiesnelheid en sedimentsamenstelling beïnvloeden, en hiermee de kolonisatie en samenstelling van bodemgemeenschappen.

Referentielocaties

Van belang is te benadrukken dat de referentielocaties die gebruikt zijn in dit onderzoek geen referentie zijn voor een bodem die net bestort is met hard substraat, maar fungeren ter referentie van een natuurlijke, niet-bestorte bodem om natuurlijke variatie te monitoren. Als referentie locaties zijn de Westbout en Zuidbout sinds 2011 onderzocht. Sinds 2012 kwamen op deze locatie wisselende soortenarme varianten voor. Het lijkt meer waarschijnlijk dat deze locatie verstoord is door visserij vanwege de nabije ligging van mosselpercelen dan dat dit een autonome trend voor de Oosterschelde

weergeeft. Op de oostelijke locatie Zuidbout kwam in de golfzone een zandig horizontaal plateau voor, waardoor er verschillende gemeenschappen voorkwamen. De diepere stations op deze locatie lijken een goede referentie voor de oostelijke locaties (Kom van de Oosterschelde). De resultaten van de referentie locaties laten zien dat de samenstelling van de infauna gemeenschappen van jaar tot jaar verschillen. Als de samenstelling van het sediment verandert zorgt dit voor verschuivingen in gemeenschappen. Soortenrijkdom en dichtheden van infauna gemeenschappen op referentie locaties variëren van jaar tot jaar onafhankelijk van de vooroeververdedigingsactiviteiten, mogelijk doordat er constant veranderingen plaatsvinden in hydro- en morfodynamiek van de Oosterschelde en tevens door biologische variatie (populatiedynamiek, effect van strenge/milde winters etc.).

4.3 Sedimentbelasting en sedimentdikte

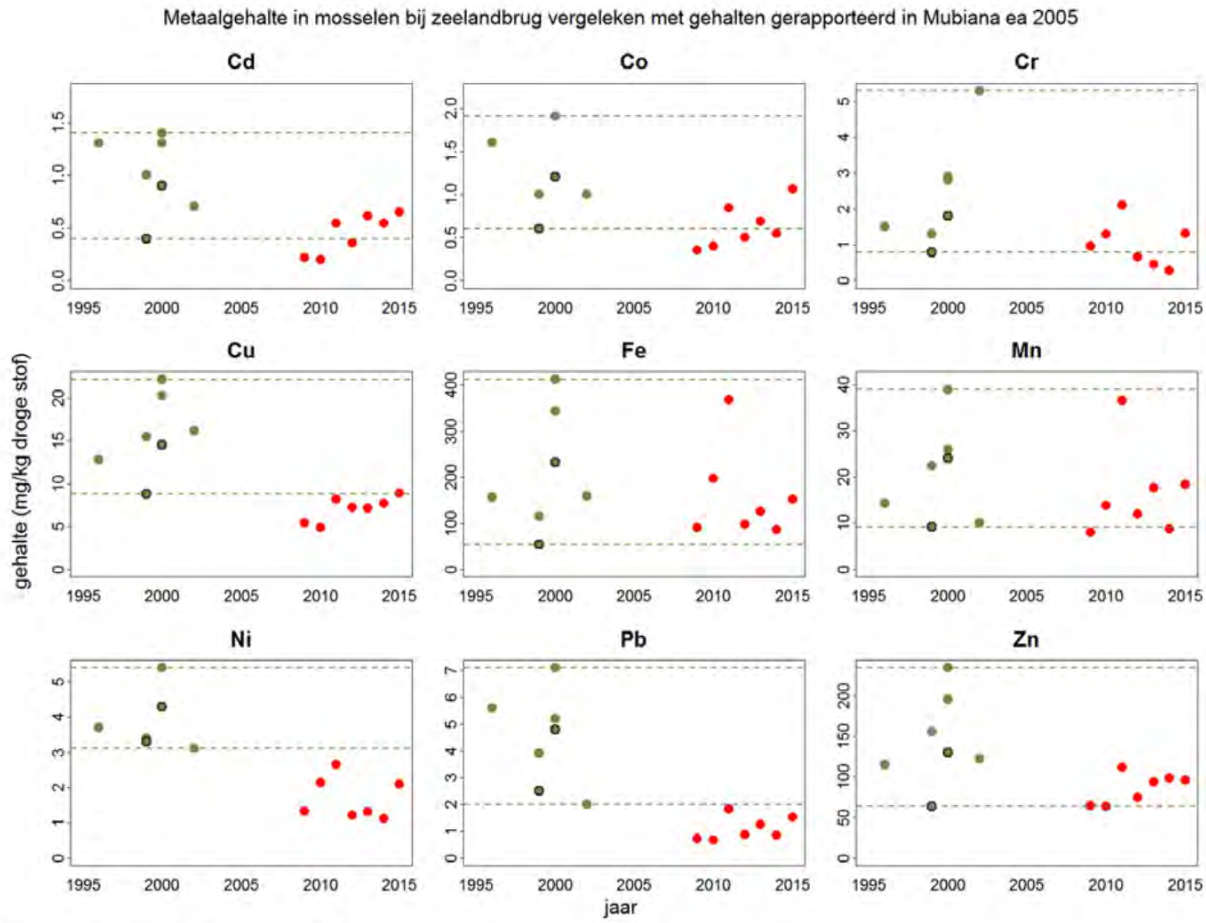
De verdeling van sedimentsamenstelling in de Oosterschelde wordt veroorzaakt door de potentiële sedimentbelasting tijdens de kentering en de afvoer van de fijne fracties en aanvoer van zandige fracties tijdens de stromingsfase. Bijvoorbeeld, als de fijne fracties die tijdens de kentering bezinken slecht worden afgevoerd door getijdenstromen zal "verslibbing" optreden. Anderzijds kan transport van zand dat vlak boven de bodem wordt verplaatst door stroming zorgen voor "verzanden". Dit zijn interactieve processen waarbij verandering in stromingspatronen weer kan leiden tot verandering in sedimentsamenstelling op een locatie.

De resultaten laten grote verschillen zien tussen de verschillende locaties, diepten en meetperioden. Voor het verklaren van deze verschillen zijn meer metingen nodig, maar toch geven deze data belangrijke informatie over de sedimentatieprocessen. Op alle gemonitorde locaties sedimenteerde fijne fracties.
Zandige fracties werden vooral gevonden in de diepere sedimentvallen in de monding en in de zuidelijke
kom op de locatie Wemeldinge. Het zand wat hier neerslaat wordt vermoedelijk getransporteerd door een sterke stroming vlak boven de bodem. Het aanbrengen van een "ecotoplaag" op
verdedigde locaties kan sedimentatiepatronen beïnvloeden. De potentiële sedimentbelasting zegt niets over de hoeveelheid sediment die op het substraat achterblijft. Het meten van de sedimentdikte op de bestorting geeft hier wel informatie over zoals bij locatie Schelphoek-westII is gedaan vanuit het RAAKPRO Building for Nature onderzoek. De resultaten geven aan dat anderhalf tot twee jaar na bestorten met zeegrind met daar op riffen van breuksteen en zandsteen zich een laagje sediment heeft kunnen vormen wat lokaal kan verschillen in dikte en varieert van enkele centimeters tot enkele decimeters.

4.4 Zware metalen

Trends aan metaalgehalten in biota in de tijd
In mosselen is voor sommige metalen (cadmium (Cd) en in mindere mate arseen (As), kobalt (Co), koper (Cu) en seleen (Se)) een licht toenemende trend aan gehalten zichtbaar in de tijd. Gehalten aan zware metalen in biota variëren als gevolg van verschillen in gehalten in water, maar ook door biologische en fysisch-chemische processen die de biologische beschikbaarheid van metalen bepalen. In eerdere studies zijn metaalgehalten van mosselen uit de Ooster- en Westerschelde gerapporteerd (Mubiana e.a., 2005; Mubiana e.a., 2006). Als de gehalten van metalen in mosselen uit de veldmonitoring vergeleken worden met eerder gerapporteerde gehalten aan een aantal metalen (Cd, Co en Cu) blijkt dat gehalten binnen of onder deze concentratierange vallen (**Figuur *25***).

Van oesters zijn er geen eerder gerapporteerde gehalten aan metalen in de Oosterschelde bekend. Uit de veldmonitoring is een licht dalende PLI zichtbaar, evenals een licht dalende trend voor een aantal metalen (Aluminium (Al), kobalt (Co), chroom (Cr), kwik (Hg), molybdeen (Mo), lood (Pb) en Vanadium (V)). Een geleidelijke afname van metaalgehalten in Japanse oesters wordt tevens gezien in Japanse oesters op de referentielocatie Zuidbout waar vergelijkbare concentraties worden gemeten.

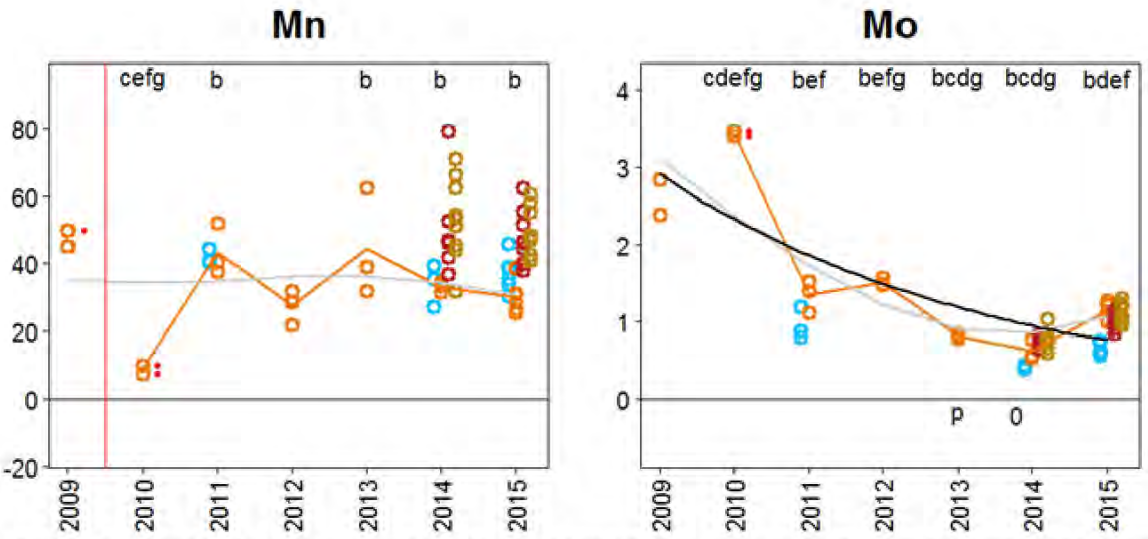


***Figuur 25**. Metaalgehalten in de mossel Mytulis edulis bemonsterd in de Oosterschelde, zoals gerapporteerd in Mubiana e.a. (2005) en in dit rapport. Groene stippen: mosselen verzameld in de Oosterschelde bij Wemeldinge, waarbij metingen in augustus en oktober zwart omlijnt zijn (Mubiana e.a. 2005). Rode stippen: metaalgehalten in mosselen verzameld bij de Zeelandbrug (deze studie). Stippellijnen geven een concentratie range aan van Mubiana?*

Vergelijking metaalgehalten op stortlocatie en referentielocatie

Uit een vergelijking in metaalgehalten in Japanse oester bemonsterd op verschillende ondergronden in 2014 en 2015 blijkt dat er geen verschillen bestaan tussen de stortlocaties en de referentielocatie, met uitzondering van molybdeen en mangaan met hogere gehalten op met breuksteen en met staalslak bestortte locaties in vergelijking tot de referentielocatie. In de trend grafieken is echter te zien dat er grote jaarlijkse fluctuaties optreden en dat de hogere waarden gemeten op een ondergrond van staalslakken en breukstenen hier binnen vallen (**Figuur 26**). Molybdeen gehalten voor de bestorting (T0 in 2009) lagen hoger dan in 2014 en 2015. Voor mangaan geldt dat gehalten in 2014 en 2015 overeenkomen met eerder gemeten gehalten binnen dit onderzoek.

Voor mosselen is geen referentielocatie voorhanden en deze soort is ook niet aangetroffen op een locatie die alleen onder invloed van staalslakken of breukstenen staat, waardoor een analyse op dit detail niveau niet mogelijk was. In mosselen van de Zeelandbrugpijler in 2014 en 2015 zijn de gehalten molybdeen iets hoger dan in Japanse oesters en lager voor mangaan. Kijkend naar historie binnen deze studie (2009 t/m 2015) zijn deze waarden niet afwijkend. In het geval van mangaan zijn waarden vergelijkbaar met gehalte in mosselen rond Wemeldinge tussen 1996 en 2002 (Mubiana et al 2005). Molybdeen is in die mosselen niet gemeten.



Figuur 26. *Trend over de tijd in de periode 2009 (T0 situatie, voor bestorting) tot en met 2015 voor metaalgehalte (mg/kg droge stof) in oesterweefsel bemonsterd bij Zeelandbrugpijler en Zuidbout (referentie). Blauwe stippen zijn bemonsteringen op de referentielocatie, oranje stippen zijn bemonsteringen op de pijler van de Zeelandbrug (nabij staalslak en breuksteen bestortingen), rode stippen zijn bemonsteringen op breukstenen en gele stippen zijn bemonsteringen op staalslakken. Metaalgehalten die onder de detectielimiet liggen worden weergegeven met zwarte stippen. De volgende statistische resultaten hebben alleen betrekking op Zeelandbrugpijler: (1) significante trends (lineair dan wel exponentieel) worden weergeven met zwarte lijnen waarbij P-waarden, richtingscoëfficiënt en correlatiewaarden weergegeven worden. Datapunten welke van grote invloed zijn op de trendlijn (cooksdistance) worden met rode stippen aangeduid. (2) Wanneer er sprake is van een significante sprong in (jaargemiddelde)gehalten dan wordt deze weergegeven door een verticale rode lijn. (3) De lettercode geeft significante verschillen tussen de jaren weer (ANOVA, Tukey Posthoc).*

Vergelijking resultaten veldmonitoring en mesocosm experiment

Uit de veldmonitoring komen een aantal metalen naar voren:

- Vanwege licht stijgende trend in de tijd: in mosselen cadmium (Cd) en in mindere mate arseen (As), kobalt (Co), koper (Cu) en seleen (Se). De gehalten vallen echter binnen eerder gerapporteerde gehalten in mosselen uit de Oosterschelde
- Vanwege een hoger gehalte op de stortlocatie dan de referentielocatie: in oesters mangaan (Mn) en molybdeen (Mo). De gehalten vallen echter binnen eerdere waarde uit de veldmonitoring.

In 2015 is een gecontroleerde mesocosmstudie uitgevoerd waarin de invloed van staalslakken en breukstenen op metaalgehalten in water en biota onderzocht is (Foekema e.a, 2016). Dit is een studie uitgevoerd met meerdere soorten in grote modelvijvers. De systemen zijn zowel geënt met slib, om kleine organismen toe te voegen, als met bekende hoeveelheden grotere organismen, waaronder blaaswier (*Fucus vesiculosus*), mosselen (*Mytilus edulis*), doorschijnende zakpijpen (*Ciona intestinalis*) en broodsponsen (*Halichondria panicea*). Na een periode van gewenning is in de mesocosms een laag van staalslakken, breukstenen en zeegrind (referentie) aangebracht. De systemen zijn continu doorstroomd met Oosterschelde water. In de helft van de mesocosms was de waterverblijftijd representatief voor de Oosterschelde in de andere helft is door een lagere verversingssnelheid een worst case situatie gecreëerd. De ontwikkeling van de systemen is gedurende drie maanden gevolgd. Voor een gedetailleerde omschrijving van het experiment wordt verwezen naar Foekema e.a. (2016). In de mesocosm studie zijn geen verhoogde gehalten aan molybdeen en mangaan aangetroffen in biota. In de bakken met staalslakken kwam het metaal vanadium naar voren als het metaal dat het sterkst uit staalslakken loogt en het best wordt opgenomen door biota (zie Bijlage 8).

In de bakken met breukstenen was dit het metaal nikkel (hogere gehalten in water en in zakpijpen in bakken met breukstenen met een lage verversingssnelheid). Daarnaast komt vanadium in lage achtergrondgehalten voor in de Oosterschelde, wat het een goede gidsstof maakt voor het aantonen van uitloging uit staalslakken in het veld. Uit de veldmonitoring blijkt echter dat de vanadium- en nikkelgehalten in Japanse oesters bemonsterd op een ondergrond van staalslakken en breukstenen niet verschillen van Japanse oesters bemonsterd op referentielocatie Zuidbout. De gehalten aan vanadium in mosselen in de veldmonitoring zijn vergelijkbaar met de gehalten van het referentiemateriaal (zeegrind) in het mesocosmexperiment bij lage verversing en gehalten in

mosselen in alle bakken bij hoge verversing. Een grote doorstroming bij de Zeelandbrug heeft de accumulatie van metalen in Japanse oesters mogelijk beperkt. Dat de waargenomen hogere gehalten aan mangaan- en molybdeen in oesters bemonsterd op een ondergrond van staalslakken en op een ondergrond van breukstenen niet gepaard gaan met hogere gehalten van vanadium of nikkel impliceert ook dat deze hoogstwaarschijnlijk een andere oorzaak hebben dan de vooroeverbestortingen.

Vergelijking met milieunormen

Door het vergelijken van gehalten aan zware metalen in organismen met bestaande normen voor biota kan ingeschat worden of een metaal negatieve effecten kan geven op milieu en/of volksgezondheid. Normen voor metalen in biota zijn echter vrijwel niet beschikbaar. De KRW heeft voor drie prioritaire stoffen een MilieuKwaliteitsNorm (MKN) voor biota afgeleid: (methyl)kwik, hexachloorbenzeen en hexachloorbutadieen. De MKN voor (methyl)kwik is vastgesteld op 0,02 mg/kg natgewicht. In ongewervelde dieren is grofweg 50% van het gemeten kwik aanwezig in de vorm van (methyl)kwik. Het natgewicht gehalte aan kwik in organismen is om te rekenen aan de hand van het drooggewicht gehalte en het droge stof percentage. Als het berekende natgewicht gehalte vervolgens wordt gehalveerd kan toetsing aan de MKN-norm plaatsvinden.

Voor geen bovengenoemde metalen zijn normoverschrijdingen geconstateerd voor de in dit project bemonsterde mossel en Japanse oester weefsels.(tabel 10).Dit komt overeen met eerder gerapporteerde waarden waarbij in deze organismen alleen in de Westerschelde normoverschrijding geconstateerd is (Jansen e.a., 2015).

Tabel 10. Normen voor metaalgehalten in biota, die toegepast worden binnen de KRW en OSPAR.

Metaal	**Norm**	**Specificatie**	**Referentie**
(Methyl)Kwik	0,02 mg/kg natgewicht	Voor biota	EC, 2008
Kwik	2,5 mg/kg drooggewicht	Voor mosselen en oesters	OSPAR, 2009
Lood	7,5 mg/kg drooggewicht	Voor mosselen en oesters	OSPAR, 2009
Cadmium	5,0 mg/kg drooggewicht	Voor mosselen en oesters	OSPAR, 2009

5 Conclusie en aanbevelingen

5.1 Hard substraat gemeenschappen

Kennisvraag hard substraat gemeenschappen:

4. *Hoe verloopt de ontwikkeling van flora en fauna gevestigd op het nieuwe hard substraat van staalslakken en breukstenen op locatie Zeelandbrug zes jaar na bestorten en hoe zijn de aangetroffen soorten te vergelijken met de T0, T1, T2, T3, T4 en T5 en referentielocaties?*

Eulittoraal

De gemeenschappen op de kreukelberm bij de Zeelandbrug zijn direct beïnvloed door het versterken van de vooroever in 2010 waarbij de kreukelberm is vernieuwd en de gemeenschappen afstierven. De gemeenschappen op het talud zijn niet beïnvloed. In de ongestoorde situatie in 2009 kwam op de kreukelberm een gemeenschap voor met een bedekking van zeepokken en Japanse oester die typerend is voor het oostelijk deel van de Oosterschelde. Na de ingrepen ontwikkelden pionier soorten zich en vond successie plaats. Vanaf 2012 komt er een nieuwe gemeenschap voor, met de gezaagde zee-eik en knotswier, die verder niet langs de kust van Schouwen-Duiveland is aangetroffen en niet past in de west-oost verdeling van gemeenschappen, zoals die op referentielocaties wordt aangetroffen. In 2015 heeft nog geen herstel opgetreden van de oorspronkelijke gemeenschap.

Sublittoraal

Infralittoraal (wier zone)**-** Na vooroeverbestorting in 2009/2010 zijn de hard substraat gemeenschappen in het infralittoraal op de locatie Zeelandbrug overdekt met staalslakken en breuksteen. In 2010 ontwikkelde zich aanvankelijk een pioniersgemeenschap op het nieuwe breuksteen. In 2011 kwam in de wierzone een oesterarme gemeenschap voor die ook op referentielocaties ontwikkelde en typerend is voor het centrale deel van de Oosterschelde en anders is dan in 2009. Deze gemeenschap is ook nog aanwezig in 2015. Dus twee jaar na de vooroeververdediging zijn de gemeenschappen gelijk aan de gemeenschappen die op de referentie locaties aanwezig zijn.

Circalittoraal (diepe zone)**–** Na vooroeverbestorting in 2009/2010 zijn de hard substraat gemeenschappen in het circalittoraal op de locatie Zeelandbrug overdekt met staalslakken en gedeeltelijk met breuksteen. In de jaren daarna vond geleidelijke successie plaats met ontwikkeling van verschillende pionier gemeenschappen tot 2014. In 2015 is op de locatie Zeelandbrug een nieuwe, oesterarme, gemeenschap aangetroffen die overeenkomt met gemeenschappen in de Kom van de Oosterschelde en anders is dan de situatie in 2009. Deze gemeenschap was ook aanwezig op de referentie locaties in het Hammen. De gemeenschappen op staalslakken en breuksteen verschillen niet van elkaar.

5.2 Zacht substraat gemeenschappen

Kennisvraag zacht substraat gemeenschappen:

5. *Hoe verloopt de ontwikkeling van infauna gemeenschappen in het afgezette sediment op de aangelegde vooroevers van staalslakken en breuksteen bij locatie Lokkersnol en Zeelandbrug zes jaar na bestorten en hoe zijn de aangetroffen soorten te vergelijken met de T0, T1, T2, T3, T4 en T5 en referentielocaties?*

De uitvoering van vooroeverbestortingen heeft een duidelijk effect op de infauna gemeenschappen bij Zeelandbrug en Lokkersnol. Door overstorten sterven de aanwezige soorten af. Binnen een half jaar tot een jaar na de oeverbestorting worden de eerste soorten bodemdieren aangetroffen in het zachte substraat dat gesedimenteerd is tussen en op de harde substraten (Zeelandbrug-oost). Na anderhalf tot twee jaar is (vooral in de diepere zone) een eerste herstel opgetreden van de bodemdiergemeenschappen hoewel de samenstelling van de gemeenschap (zowel

soortensamenstelling als dichtheden) nog niet hetzelfde is. Deze zacht substraat gemeenschappen hebben zich in de jaren daarna nog verder ontwikkeld met een toename van soorten en dichtheden.

Locatie Lokkersnol is alleen in 2009 (T0), 2011 (T2) en 2015 (T6) bemonsterd. Hoewel er dus niet in ieder opeenvolgend jaar is gemonitord laten de resultaten zien dat zowel soortenrijkdom als dichtheden twee jaar na bestorten in 2011 (T2) lager zijn dan in de situatie voor bestorten. In 2015, zes jaar na bestorten, valt op dat zowel soortenrijkdom als dichtheden aanzienlijk hoger liggen dan in 2011 maar ook hoger zijn dan in 2009. Dit laat zien dat kolonisatie heeft plaatsgevonden van het nieuw gevormde sediment. Vervolgmonitoring kan aantonen of dit een uitschieter is (bv. door natuurlijke variatie) of dat soorten langjarig profiteren van het nieuw gevormde sediment. Bij locatie Lokkersnol is de soortenrijke gemeenschap teruggekeerd in 2015.

Locatie Zeelandbrug lijkt sneller te koloniseren dan Lokkersnol. Bij de Zeelandbrug zijn soortenrijkdom en dichtheden twee jaar na bestorten (2011) vergelijkbaar of hoger dan de situatie voor bestorten. In 2015 is de soortenrijkdom gestegen ten opzichte van 2014 terwijl deze op referentielocatie Zuidbout gelijk is gebleven. Zes jaar na bestorten is op alle diepten evenals bij Lokkersnol de soortenrijke gemeenschap terug gekeerd.

De sedimentatie en kolonisatie van bodemgemeenschappen is niet afhankelijk van het gebruikte materiaal voor vooroeververdediging (breuksteen of staalslakken), maar is vermoedelijk vooral afhankelijk van lokale stroomsnelheden, sedimentatie, sedimentkarakteristieken. Wel kunnen structuren die op vooroevers worden aangebracht de sedimentatie en dus kolonisatie beïnvloeden. Los van de vooroeverbestortingen zijn er omgevingsvariabelen die het voorkomen van soorten sterk kunnen beïnvloeden zoals veranderingen in sedimentatiepatronen zoals meer sedimentatie van slib.

5.3 Zware metalen

Kennisvraag zware metalen:

3. *a. Wat zijn de langjarige trends in gehalten aan zware metalen in schelpdieren die voorkomen op de vooroeververdediging van Zeelandbrug (inclusief pijler) zes jaar na het aanbrengen van de vooroeververdediging en hoe zijn deze gehalten vergeleken met de T0, T1, T2, T3, T4 en T5 en referentielocaties? Is er een verschil in gehalten aan zware metalen in biota die bemonsterd zijn op de nieuwe vooroevers en de referentielocatie?*

Trendanalyse (2009-2015) van de metaalgehalten in mosselen *Mytilus edulis* en Japanse oesters *Crassostrea gigas* op de Zeelandbrug in de periode 2009 (voorafgaand) ten met 2015 (zes jaar na het storten van breukstenen en staalslakken) laat geen eenduidige trends variatie zien in beide schelpdieren. Jaarlijkse variatie kan eerder verklaard worden door autonome ontwikkelingen dan door het storten van de oeververdediging. De invloed van de bestortingen met staalslakken en breukstenen op de gehalten aan zware metalen in lokaal levende mosselen en oesters wordt als zeer gering ingeschat doordat:
(1) er geen duidelijke verschillen in metaalgehalten voor (T0) en na (T1) bestorting geconstateerd zijn;
(2) trends in metaalgehalten niet eenduidig zijn; trends kunnen stijgend zijn voor enkele metalen in mosselweefsel en afwezig dan wel dalend voor metalen in oesterweefsel;
(3) in deze studie gemeten gehalten aan metalen in mosselen binnen of onder gerapporteerde waarden vallen die eerder gemeten zijn in mosselen in de Oosterschelde (Wemeldinge) in de periode 1996 – 2003 (vóór de vooroeverbestortingen).
Wel worden hogere molybdeen en mangaangehalten aangetroffen in oesters bemonsterd in 2014 en 2015 op de stortlocatie in vergelijking tot oesters bemonsterd op de referentielocatie. Dit heeft waarschijnlijk een andere oorzaak dan de vooroeverbestortingen, aangezien:

- voor molybdeen en mangaan geen langjarige stijgende trends worden waargenomen in de tijd;
- mangaangehalten vergelijkbaar zijn met eerder gemeten gehalten in mosselen bemonsterd bij Wemeldingen in de periode 1997-2003 (molybdeen werd in deze studie niet geanalyseerd);
- monitoringsresultaten niet consistent zijn met de resultaten van een in 2015 uitgevoerd gecontroleerd mesocosm experiment met verschillende materialen (zeegrind, breuksteen en staalslak). In het mesocosm experiment zijn geen verhoogde molybdeen en mangaan

gehalten in biota aangetroffen na blootstelling aan staalslakken of breukstenen. Vanadium kwam in dit experiment naar voren als het metaal dat het sterkst uit staalslakken uitloogt en het best opgenomen wordt door biota en nikkel in het geval van breukstenen. Voor deze beide metalen (vanadium en nikkel) zijn geen verhoogde gehalten aangetroffen bij stortlocaties in het veld.

Op basis van het in 2015 uitgevoerde mesocosm experiment en de (veld)monitoring tot nu toe zijn er geen ecologische effecten van uitloging van zware metalen uit verdedigde vooroevers waargenomen.

5.4 Aanbevelingen

Hard substraat gemeenschappen
Ecologische monitoring van verdedigde vooroevers is van belang om kennis op te bouwen over patronen en processen rondom ecologisch herstel van deze activiteiten en de effectiviteit van mitigerende maatregelen gericht op hard substraat soorten, zoals een ecotoplaag in de Oosterschelde. Tevens is deze informatie van essentieel belang om lokaal herstel te kunnen bepalen, aangezien de resultaten aantonen dat verschillen in belangrijke mate bepaald worden door de lokale omstandigheden.

Zacht substraat gemeenschappen
Vervolgmonitoring geeft inzicht in de meer langjarige respons van de infauna gemeenschappen op verstoring. Deze respons kan enkele jaren duren en soorten kunnen zelfs tijdelijk profiteren van nieuw gevormd habitat zoals we zien bij de Zeelandbrug waar soortenrijkdom en dichtheden in sommige jaren hoger zijn vergeleken met de T0-situatie en de oude bodem. Zes jaar na bestorten in 2015 wordt een overeenkomstige gemeenschap aangetroffen als voor bestorten, echter met een hogere soortenrijkdom. Continuering van de monitoring leert ons of de infauna gemeenschap nog steeds in ontwikkeling is na verstoring, of dat de jaarlijkse variatie is toe te schrijven aan populatie dynamica/omgevingsfactoren. In het bijzonder vervolg van de monitoring bij locatie Zeelandbrug is waardevol omdat hier een continue tijdreeks is opgebouwd van zeven jaar (2009-2015). Resultaten laten zien dat er jaarlijkse fluctuaties zijn en dat soortenrijkdom en dichtheden over het algemeen hoger liggen dan op nabij gelegen referentielocatie Zuidbout. In 2015 is er een uniforme gemeenschap ontstaan die op gemeenschapsniveau hetzelfde is als 2011-2014 maar op soortsniveau verschuivingen vertoont ten opzichte van voorgaande jaren. Of dit een gevolg is van de autonome ontwikkelingen binnen de zacht substraat gemeenschappen in de Oosterschelde, ontwikkeling van langjarige soorten, of van het meer uniform worden van de bodemsedimenten moet uit vervolgonderzoek blijken. Een diepergaande analyse op soort niveau met focus op aanwezigheid van pionier soorten en langjarige soorten over de jaren geeft informatie over de 'volwassenheid' van de gemeenschap.

Zware metalen
Het blijft wel verstandig een 'vinger aan de pols' te houden voor de Cluster 1 en 2 locaties om trends in de Oosterschelde te blijven volgen in relatie tot de vooroeververdediging. Hierbij zou de focus moeten liggen op de metalen vanadium en nikkel, omdat op basis van mesocosm studie voor deze metalen de sterkste uitloging en ophoping in biota verwacht wordt.

Van de Cluster 3 locaties, meer naar het oosten gelegen in de Oosterschelde, is veel minder bekend qua gehalten aan metalen in biota. Daarnaast is aan de oostelijke zijde de invloed van het getij geringer en wordt verondersteld dat de verblijftijden het grootst zijn van de Oosterschelde. Door zowel vooraf als kort na de oeverbestortingen monsters van water en biota te nemen is uitloging wellicht meetbaar. Bij afwezigheid van biota zo kort na bestorten kan als alternatief actieve biologische monitoring uitgevoerd worden waarbij soorten elders verzameld worden en vervolgens uitgehangen worden op de onderzoeklocatie voor enkele weken.
Een grote mate van verversing en watermengingen gedurende een getijde cyclus maakt het lastig dan wel onmogelijk referentielocaties aan te wijzen die zeker niet beïnvloed worden door de oeverbestortingen. Het is de verwachting dat geschiktste locaties zich stroomopwaarts bevinden. Modelstudies naar de waterstroming in de Oosterschelde kan hier mogelijk inzicht in verschaffen. Om variatie die niet veroorzaakt wordt door bestorting te minimaliseren wordt tevens aanbevolen om, wanneer mogelijk, nieuwe bemonsteringen in hetzelfde seizoen te laten plaatsvinden als voorgaande bemonsteringen en daarbij individuen van eenzelfde lengte te bemonsteren.

6 Kwaliteitsborging

Wageningen Marine Research beschikt over een ISO 9001:2008 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem (certificaatnummer: 187378-2015-AQ-NLD-RvA). Dit certificaat is geldig tot 15 september 2018. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV Certification B.V.

Het chemisch laboratorium te IJmuiden beschikt over een NEN-EN-ISO/IEC 17025:2005 accreditatie voor testlaboratoria met nummer L097. Deze accreditatie is geldig tot 1 april 2017 en is voor het eerst verleend op 27 maart 1997; deze accreditatie is verleend door de Raad voor Accreditatie. Het chemisch laboratorium heeft hierdoor aangetoond in staat te zijn op technisch bekwame wijze valide resultaten te leveren en te werken volgens de ISO17025 norm. De scope (L097) met de geaccrediteerde analysemethoden is te vinden op de website van de Raad voor Accreditatie (www.rva.nl).

Op grond van deze accreditatie is het kwaliteitskenmerk Q toegekend aan de resultaten van die componenten die op de scope staan vermeld, mits aan alle kwaliteitseisen is voldaan.. Het kwaliteitskenmerk Q staat vermeld in de tabellen met de onderzoeksresultaten. Indien het kwaliteitskenmerk Q niet staat vermeld is de reden hiervan vermeld.

De kwaliteit van de analysemethoden wordt op verschillende manieren gewaarborgd. De juistheid van de analysemethoden wordt regelmatig getoetst door deelname aan ringonderzoeken waaronder die georganiseerd door QUASIMEME. Indien geen ringonderzoek voorhanden is, wordt een tweede lijnscontrole uitgevoerd. Tevens wordt bij iedere meetserie een eerstelijnscontrole uitgevoerd.
Naast de lijnscontroles wordende volgende algemene kwaliteitscontroles uitgevoerd:

- Blanco onderzoek.
- Terugvinding (recovery).
- Interne standaard voor borging opwerkmethode.
- Injectie standard.
- Gevoeligheid.

Bovenstaande controles staan beschreven in Wageningen Marine Research werkvoorschrift *ISW 2.10.2.105*.
Indien gewenst kunnen gegevens met betrekking tot de prestatiekenmerken van de analysemethoden bij het chemisch laboratorium worden opgevraagd.

Indien sprake is van onbeheerste kwaliteit worden passende maatregelen genomen.

Referenties

Abdul Jaffar ali, H., Tamilselvi, M., Akram, A.S., Kaleem Arshan, M.L., Sivakumar, V. Comparative study on bioremediation of heavy metals by solitary ascidian, *Phallusia nigra*, between Thoothukudi and Vizhinjam ports of India (2015). Ecotoxicology and Environmental Safety, in Press.

Canli, M., & Furness, R. W. (1993). Toxicity of heavy metals dissolved in sea water and influences of sex and size on metal accumulation and tissue distribution in the Norway lobster *Nephrops norvegicus*. Marine environmental research, 36(4), 217-236.

De Kluijver, M.J.; Dubbeldam, M.C.; Dooge, M. & Van Broekhoven, B.J.L. (2015, in prep). De effecten van de versterking van de vooroever op hard substraat gemeenschappen, situatie 2014. Stichting Zeeschelp, Jacobahaven.

De Wilde, P.G.M., A.F. Peekel, S.E.J. Buykx (2002). Monitoring milieuhygiënische kwaliteit van bouwstoffen. RIVM-rapport 771402028/2002.

De Wijs, J.W.M., R.F.M.J. Cleven (2007). Monitoring kwaliteit bouwstoffen 2006; een vergelijking met de monitoringsdata 2003/2004 en 2005. RIVM-rapport 711701062/2007. INTRON-rapport A825210/R20070220.

EC (2006). VERORDENING (EG) Nr. 1881/2006 VAN DE COMMISSIE van 19 december 2006 tot vaststelling van de maximumgehalten aan bepaalde verontreinigingen in levensmiddelen. P 20.

EC (2008). Richtlijn 2008/105/EG van het Europees parlement en de Raad van 16 december 2008 inzake milieukwaliteitsnormen op het gebied van het waterbeleid tot wijziging en vervolgens intrekking van de Richtlijnen 82/176/EEG, 83/513/EEG, 84/156/EEG, 84/491/EEG en 86/280/EEG van de Raad, en tot wijziging van Richtlijn 2000/60/EG.

EC (2014). Verordening (EU) Nr. 488/2014 van de Commissie van 12 mei 2014 tot wijziging van Verordening (EG) nr. 1881/2006 wat de maximumgehalten voor cadmium in levensmiddelen betreft.

Engelsma, M.Y., Roozenburg, I., Voorbergen-Laarman M., Haenen, O.L.M (2010) Eerste detectie van oesterherpesvirus OsHV-1 in Nederland. *Aquacultuur*, 25:36-39.

Glorius, S. T.; Jansen, H.; Van den Heuvel-Greve, M.J.; Tangelder, M. (2015) Gehaltes aan zware metalen in biota op stort- en referentielocaties in de Oosterschelde & Westerschelde. Data rapport 2014. Technischrapport C079/15 IMARES Wageningen UR.

Glorius, S. T.; Van den Heuvel-Greve, M.J. (2016, in prep.) Gehalte aan zware metalen in biota op stort- en referentielocaties in de Oosterschelde. Technisch rapport.

Gray, J. S. (2002). Biomagnification in marine systems: the perspective of an ecologist. Marine Pollution Bulletin, 45(1), 46-52.

Intron (2010a). Uitloging LD-staalslak HKM in zeewater; invloed van zeewater op de uitloging. Conceptrapport 12 mei 2010.

Intron (2010b). Uitloging LD-staalslak Thyssen in zeewater; invloed van zeewater op de uitloging. Conceptrapport 7 mei 2010.

Intron (2010c). Uitloging LD-staalslak Corus in zeewater; invloed van zeewater op de uitloging. Conceptrapport 7 mei 2010.

Intron (2010d). Uitloging fosforslak in zeewater; invloed van zeewater op de uitloging. Conceptrapport 7 mei 2010.

Intron (2010e). Uitloging LD-staalslak Arcelormittal in zeewater; invloed van zeewater op de uitloging. Conceptrapport 7 mei 2010.

Intron (2010f). Toelatingsonderzoek steenslag in het kader van BRL 9324. Rapport 7 juni 2010.

Jonkers, D. (1987). Opname van zware metalen uit en kolonisatie van ovenslakken en beton door benthische mariene organismen. Mariene Zoologie, Rijksuniversiteit Groningen, 86 pp.

Kaandorp, J.A., 1986. Rocky substrate communities of the infralittoral fringe of the Boulonnais coast, NW France: a quantitative survey. Mar. Biol., 92: 255-265.

Kamermans, P., Poelman, M., Engelsma, M. (2013). Oesterherpesvirus: een overzicht. https://www.wageningenur.nl/upload_mm/7/d/f/791725c2-9d64-44c8-ad4a-cb349993268d_Factsheet-Oesterherpesvirus-2013.pdf

Killick, R., Idris A. Eckley, (2014), "Changepoint: An R Package for Changepoint Analysis", *Journal of Statistical Software*, 58(3), 1-19.

Kovach, W.L., 1999. MVSP - A Multi Variate Statistical Package for Windows, version 3.1. Kovach Computing Services, Pentraeth, Wales, UK.

Mubiana V.K., Qadah, D., Meys, J., Blust, R., (2005), "Temporal and spatial trends in heavy metal concentrations in marine mussel *Mytilus edulis* from the Western Scheldt estuary (The Netherlands)", *Hydrobiologica,* (540), 169 – 180.

Mubiana, V.K., Blust, R. (2006), "Metal content of marine mussels from Western Scheldt Estuary and nearby protected Marine Bay, the Netherlands: impact of past and present contamination", *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 77(2): 203-210. OSPAR (2009). Background document on CEMP Assessment Criteria for QSR 2010.

OSPAR (2009). Background document on CEMP Assessment Criteria for QSR 2010.

R Development Core Team (2012). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL http://www.R-project.org/.

RWS Waterdienst (2009). Brondocument Waterlichaam Westerschelde. Doelen en maatregelen rijkswateren, Ministerie van VenW, Rijkswaterstaat.

Schellekens, T., Glorius, S., Van den Heuvel-Greve, M.J. (2014) Variatie en trend van de gehaltes zware metalen op locatie Zeelandbrug. Data rapport 2013. IMARES Wageningen UR, rapport C055/14.

Segarra A, Pépin JF, Arzul I, et al. (2010) Detection and description of a particular Ostreid herpesvirus genotype associated with massive mortality outbreaks of Pacific oysters, *Crassostrea gigas*, in France in 2008. *Virus Res* 153:92-99

Tangelder, M., Brummelhuis, E.B.M. de Kluijver M. & Van den Heuvel-Greve, M.J (2014). Data rapport: Het effect van vooroeververdediging op bodemorganismen in de Oosterschelde: 2013. IMARES Wageningen UR, rapport C119/14.

Tangelder, M, De Kluijver, M.J., Craeymeersch, J., E.B.M. Brummelhuis, Van den Heuvel-Greve, M.J. (2016, in prep.) Data rapport: Effect van vooroeververdediging op bodemorganismen in de Oosterschelde in 2015. IMARES Wageningen UR, rapport.

Tangelder, M, De Kluijver, M.J., Brummelhuis, E.B.M., Van den Heuvel-Greve, M.J. (2015) Data rapport: Effect van vooroeververdediging op bodemorganismen in Oosterschelde en Westerschelde in 2014. IMARES Wageningen UR, rapport C116/15.

Tangelder, M., Schellekens, T., De Kluijver, M. en van den Heuvel-Greve, M (2014). Monitoring vooroeververdediging 2013. IMARES Wageningen UR, rapport C102/14.

Tangelder, M., M.J. Van den Heuvel-Greve, S.T. Glorius, H. Jansen (2015) Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde en Westerschelde in 2014. IMARES Wageningen UR, rapport C102/15.

Tomlinson, D. L., Wilson, J. G., Harris, C. R., en Jeffrey, D. W. (1980). Problems in the assessment of heavy-metal levels in estuaries and the formation of a pollution index, Helgoland Marine Research (33), pp 566 – 575.

University of Applied Science (2012). RAAKPRO Voorstel: Building for Nature: innovatie van dijken en vooroevers. Vlissingen. P 42.

Van den Heuvel-Greve, M.J. (2010). T0 monitoring vooroeververdediging Oosterschelde; cluster 1 - 2009. IMARES Wageningen UR, rapport C137/09.

Van den Heuvel-Greve, M., A. van den Brink, S. Glorius, C. Schipper, M. de Kluijver, M. Dubbeldam (2011). Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde 2010: T1 Cluster 1/T0 Cluster 2. IMARES Wageningen UR, rapport C029/11.

Van den Heuvel-Greve, M., A. van den Brink, S. Glorius, C. Schipper, A. Gittenberger, M.J. de Kluijver, M. Dubbeldam (2012). Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde en Westerschelde 2011: T2 Cluster 2. IMARES Wageningen UR, rapport C081/12.

Van den Heuvel-Greve, M., A. van den Brink, S. Glorius, M.J. de Kluijver, M. Dubbeldam (2013). Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde en Westerschelde 2012: T3 Cluster 1. IMARES Wageningen UR, rapport C102/13.

Van den Heuvel-Greve, M.; M. Tangelder; T. Ysebaert; M de Kluijver (2016) Notitie Kolonisatie van bodemgemeenschappen van zacht substraat in de Oosterschelde en Westerschelde na vooroeververdediging. IMARES Wageningen UR. p. 31

Verantwoording

Rapport C098/16
Projectnummer: 4313100019

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en het verantwoordelijk lid van het managementteam van Wageningen Marine Research.

Akkoord: [redacted]
Onderzoeker

Handtekening: 

Datum: 11 oktober 2016

Akkoord: [redacted]
MT-lid Integratie

Handtekening: 

Datum: 11 oktober 2016

Bijlagen

In de volgende hoofdstukken zijn de volgende bijlagen opgenomen:
Bijlage 1. Hard substraat: soortensamenstelling eulittorale gemeenschappen in de Oosterschelde
Bijlage 2. Hard substraat: soortensamenstelling infralittorale gemeenschappen n de Oosterschelde
Bijlage 3. Hard substraat: soortensamenstelling circalittorale gemeenschappen n de Oosterschelde
Bijlage 4. Verdeling van de sublitorale levensgemeenschappen op hard substraat
Bijlage 5 Soortensamenstelling infauna gemeenschappen Oosterschelde
Bijlage 6 Ruwe data sedimentvallen
Bijlage 7. Ruwe data zware metalen
Bijlage 8. Relevante figuren van het mesocosm experiment 2015

Bijlage 1. Hard substraat: soortensamenstelling eulittorale gemeenschappen in de Oosterschelde

Soortensamenstelling (in % bedekking) van de eulittorale gemeenschappen op Schouwen-Duiveland (2009-2014). Onderstreepte waarden geven per soort een voorkomen van minimaal 90% van de totale kwantiteit binnen de gemeenschappen aan. Afkortingen: An - anemoon, Bi - tweekleppige, Br - bryozoo, BW - bruinwier, Cr - kreeftachtige, Ech - stekelhuidige, Ga - slak, GW - groenwier, Hy - hydroïd, In - insect, Li- korstmos, Po - polychaet, RW - roodwier, Sp - spons en Tu - zakpijp.

		1-bil-Blkl	1-kl-Blkl	1-kl-s/r	1-kl-Lit	2-bil-Fsp	2-Myt	2-bil-s/r	2-kl-s/r	2-Fvs-s/r	2-rw-mF	3-Fvs-s/r	3-Asc-s/r	3-Fvs-rw	3-Fvs-r
Xanthoria spec.	Li	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Porphyra spec.	RW	0,8	-	0,5	-	1,0	-	0,0	-	0,2	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2
Patella vulgata	Ga	0,0	-	0,0	-	0,1	-	1,8	-	0,4	1,2	0,3	0,8	1,1	0,7
Enteromorpha spec.	GW	0,2	-	0,0	-	4,9	-	1,2	-	0,1	2,6	5,5	2,8	4,8	1,8
Chondrus crispus	RW	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	0,6	0,0	0,2	0,1	1,3
Mytilus edulis	Bi	0,0	-	0,0	-	0,3	50,0	0,5	0,5	1,0	0,7	0,7	0,1	0,7	0,2
Ulva spec.	GW	0,1	-	-	-	-	-	0,3	-	0,1	2,1	1,0	1,4	1,2	3,8
Ceramium rubrum	RW	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5
Dynamena pumila	Hy	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	0,0	0,1	0,0	0,0	0,6
Electra pilosa	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,3
Cystoclonium purpureum	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	0,1
Mastocarpus stellatus	RW	-	-	-	-	-	-	0,1	-	0,1	1,6	0,6	1,2	0,9	1,2
Blidingia minima	GW	19,0	7,0	0,0	-	0,2	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	-
Fucus spiralis	BW	15,0	-	0,0	-	19,1	-	0,2	-	-	3,0	3,8	0,0	0,2	-
Littorina saxatilis	Ga	0,3	0,1	0,3	0,5	0,4	-	0,1	0,5	0,1	0,2	0,0	0,1	0,1	0,0
Anurida maritima	In	0,1	-	0,1	-	0,2	-	0,1	-	0,1	0,2	0,1	0,0	0,1	-
Littorina obtusata	Ga	0,0	-	-	-	-	-	0,0	-	0,2	0,1	0,4	0,3	0,2	0,3
Ulothrix spec.	GW	-	0,1	-	-	-	-	0,0	-	-	-	0,0	-	0,1	0,0
Fucus vesiculosus	BW	1,3	-	-	-	0,3	-	1,9	-	44,9	14,2	35,7	29,1	22,3	3,6
Fucus serratus	BW	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	0,4	30,0	11,4	0,3	61,9
Crassostrea gigas	Bi	0,0	-	0,0	-	1,6	-	4,0	-	3,3	6,4	5,0	5,1	4,9	8,0
Obelia dichotoma	Hy	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-
Littorina littorea	Ga	0,0	-	0,0	-	0,6	0,5	1,1	-	0,6	0,5	0,3	0,3	0,7	0,1
Griffithsia flosculosa	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ascophyllum nodosum	BW	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,3	14,9	0,1	1,7
Cirripedia	Cr	2,0	-	2,0	-	10,3	4,0	28,8	2,0	34,9	14,0	27,0	30,7	25,9	34,3
Actinia equina	An	0,1	-	0,1	-	0,3	-	0,2	-	-	0,2	0,1	0,1	0,1	0,0
Callithamnion tetragonum	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Lanice conchilega	Po	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	0,0	-	-	-	-
Ceramium deslongchampsii	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	-	0,0	0,1
Polysiphonia violacea	RW	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1
Cladophora albida	GW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,0	0,0
Chaetomorpha aerea	GW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,0	-
Caulacanthus okamurae	RW	0,5	-	-	-	0,6	-	0,2	-	0,2	0,0	0,8	1,7	3,7	0,4
Sargassum muticum	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	-	-	0,3
Gelidium pusillum	RW	-	-	-	-	0,1	-	1,7	-	-	14,1	0,2	0,1	0,1	0,0
EL-*Phymatolithon lenormandii*	RW	-	-	-	-	-	-	0,1	-	0,0	0,4	0,2	0,0	0,1	0,2
Styela clava	Tu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,0	0,0
Didemnum vexillum	Tu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,1
Heterosiphonia japonica	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	-	0,1
Spirorbidae	Po	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1
Tricellaria inopinata	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	0,0
Sycon ciliatum	Sp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Antithamnion plumula	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	0,0
Bryopsis hypnoides	GW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,0	-	-	-
Corella eumyota	Tu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	0,0
Hypoglossum hypoglossoides	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Polysiphonia nigrescens	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,2
Dictyota dichotoma	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,0	-	0,0	0,0
Undaria pinnatifida	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Nitophyllum punctatum	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-
Sarsia tubulosa	Hy	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Polysiphonia nigra	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-
Bowerbankia imbricata	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Griffithsia devoniensis	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-
Leucosolenia variabilis	Sp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cryptosula pallasiana	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Crepidula fornicata	Ga	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0
Metridium senile	An	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	0,0
Colpomenia peregrina	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Aplidium glabrum	Tu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	0,0
Alcyonidium gelatinosum	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,0
Halichondria panicea	Sp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0
Ascidiella aspersa	Tu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Diplosoma listerianum	Tu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Botrylloides violacea	Tu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dasya baillouviana	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Laomedea flexuosa	Hy	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Botryllus schlosseri	Tu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cladophora sericea	GW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Callithamnion byssoides	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,0
Nucella lapillus	Ga	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sagartia troglodytes	An	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	0,0	0,0	-	0,0	0,0
Dumontia contorta	RW	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-
EL-*Ralfsia verrucosa*	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	-	-
Gracilaria spec.	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	-
Elachista spec.	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-
EL-*Hildenbrandia rubra*	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-
Cladophora rupestris	GW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-
Conopeum reticulum	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-
Diadumene luciae	An	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-
Scytosiphon lomentaria	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-
Polysiphonia senticulosa	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Flustrellidra hispida	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Chondria coerulescens	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Diadumene cincta	Tu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Sphacelaria furcigera	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Obelia geniculata	Hy	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Sagartia elegans	An	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Sphacelaria rigidula	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Ceramium spec (boom)	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	-
Fucus juveniel	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ectocarpales	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	0,0
Clytia hemisphaerica	Hy	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
index		1,160	0,215	0,763	0,000	1,974	0,523	1,414	1,252	1,223	1,998	1,758	1,889	1,779	1,753
evenness		0,540	0,215	0,581	0,000	0,660	0,262	0,516	0,700	0,488	0,606	0,560	0,588	0,576	0,533
gemiddeld aantal soorten		4,6	1,5	2,1	1,0	8,3	4,0	6,5	3,0	5,8	9,9	9,2	9,4	8,7	10,1
aantal kwadranten		106	4	161	22	14	1	160	1	116	73	627	255	228	157
% talud		100	100	95	100	100	0	36	100	9	49	39	9	26	3
% kreukelberm		0	0	5	0	0	100	64	0	91	51	61	91	74	97
totaal aantal soortern		17	3	12	1	16	4	26	3	18	35	52	40	42	62

(vervolg).

	4-Fsp/gw	4-mF/blid	4-mF/mw	4-S-Fsp/gw	4-B-Fv/gw	4-Fv/gw	4-gw/Fv	4-mF-rw	4-Fv-rw	5-pio-1	5-pio-3	5-pio-4	5-pio-6	5-pio-7	5-pio-8	5-pio-9
Xanthoria spec.	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Porphyra spec.	0,7	0,4	0,1	0,2	0,0	-	0,0	0,1	-	2,9	1,8	8,2	-	0,6	-	0,2
Patella vulgata	0,2	0,1	0,1	0,0	-	-	0,3	0,6	-	0,5	0,0	-	-	-	-	-
Enteromorpha spec.	12,9	1,1	16,1	19,8	35,4	16,4	10,7	14,0	-	11,9	28,3	32,8	8,0	27,0	10,0	12,8
Chondrus crispus	-	-	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mytilus edulis	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	-	0,1	0,3	-	-	0,0	0,0	-	-	-	-
Ulva spec.	0,3	0,0	1,5	1,5	3,7	-	0,1	1,6	3,0	0,5	-	6,7	4,0	22,0	6,0	27,4
Ceramium rubrum	-	-	0,0	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,1	-	1,5
Dynamena pumila	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Electra pilosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	0,0
Cystoclonium purpureum	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mastocarpus stellatus	-	-	0,0	-	0,0	-	0,0	0,2	1,0	-	-	-	-	0,1	-	-
Blidingia minima	2,0	5,3	0,2	-	-	9,9	0,3	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-
Fucus spiralis	42,3	28,7	19,6	0,2	0,5	-	0,1	32,9	-	-	0,0	-	-	-	-	-
Littorina saxatilis	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,4	0,2	-	0,2	0,1	0,0	-	-	-	-
Anurida maritima	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,4	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
Littorina obtusata	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	-	-	0,2	0,5	-	-	-	-	-	-	-
Ulothrix spec.	-	-	0,1	-	-	-	-	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-
Fucus vesiculosus	1,7	33,0	37,0	41,8	26,7	28,3	8,8	13,0	60,0	0,8	0,8	9,6	-	4,6	-	2,7
Fucus serratus	-	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	1,0	-	-	-	-	-	1,2	-	1,5
Crassostrea gigas	0,1	0,4	0,6	1,2	-	1,7	0,6	0,6	-	-	-	0,2	-	0,3	1,0	0,2
Obelia dichotoma	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Littorina littorea	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,2	0,1	0,2	0,5	0,8	0,2	0,1	0,5	-	-	-
Griffithsia flosculosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ascophyllum nodosum	0,1	0,0	0,7	0,0	0,1	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Cirripedia	8,2	15,6	12,3	14,0	3,1	4,2	7,9	7,9	4,0	27,0	5,8	12,5	0,5	1,9	-	9,3
Actinia equina	0,2	0,1	0,0	0,0	-	-	0,4	0,3	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Callithamnion tetragonum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lanice conchilega	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-
Ceramium deslongchampsii	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3
Polysiphonia violacea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13,6
Cladophora albida	-	-	-	-	-	-	-	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-
Chaetomorpha aerea	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Caulacanthus okamurae	0,8	0,1	0,5	0,0	0,3	-	2,8	13,3	80,0	-	-	0,0	-	-	-	0,4
Sargassum muticum	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6
Gelidium pusillum	0,3	0,1	0,0	-	-	-	0,3	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-
EL-*Phymatolithon lenormandii*	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Styela clava	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Didemnum vexillum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1
Heterosiphonia japonica	-	-	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,9
Spirorbidae	-	0,0	-	0,0	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Tricellaria inopinata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Sycon ciliatum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Antithamnion plumula	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,1	-	0,2
Bryopsis hypnoides	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-
Corella eumyota	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hypoglossum hypoglossoides	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1
Polysiphonia nigrescens	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,8
Dictyota dichotoma	-	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	0,2
Undaria pinnatifida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nitophyllum punctatum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sarsia tubulosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polysiphonia nigra	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Bowerbankia imbricata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Griffithsia devoniensis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Leucosolenia variabilis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cryptosula pallasiana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Crepidula fornicata	-	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Metridium senile	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Colpomenia peregrina	-	-	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aplidium glabrum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alcyonidium gelatinosum	+	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Halichondria panicea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Ascidiella aspersa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Diplosoma listerianum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Botrylloides violacea	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dasya baillouviana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Laomedea flexuosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Botryllus schlosseri	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cladophora sericea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Callithamnion byssoides	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Nucella lapillus	-	-	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sagartia troglodytes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dumontia contorta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL-*Ralfsia verrucosa*	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-	+	-	+
Gracilaria spec.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Elachista spec.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL-*Hildenbrandia rubra*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cladophora rupestris	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Conopeum reticulum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Diadumene luciae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Scytosiphon lomentaria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polysiphonia senticulosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Flustrellidra hispida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chondria coerulescens	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Diadumene cincta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sphacelaria fureigera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Obelia geniculata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sagartia elegans	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sphacelaria rigidula	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ceramium spec (boom)	-	-	-	-	-	-	-	1,5	-	-	-	-	-	-	-	-
Fucus juveniel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,2	-	-	-	1,2
Ectocarpales	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,0	-	0,1
Clytia hemisphaerica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
index	1,166	1,295	1,560	1,369	1,177	1,649	1,817	2,025	1,395	1,177	0,974	1,654	1,316	1,983	1,221	1,982
evenness	0,508	0,549	0,597	0,533	0,591	0,696	0,663	0,615	0,465	0,453	0,503	0,686	0,658	0,722	0,770	0,648
gemiddeld aantal soorten	5,3	5,6	6,5	6,1	4,3	5,3	6,9	9,9	8,0	5,9	3,6	5,4	4,0	7,0	3,0	8,6
aantal kwadranten	110	174	180	120	44	9	40	83	1	12	28	65	1	5	1	34
% talud	95	82	59	19	48	33	80	99	100	0	57	5	0	80	100	0
% kreukelberm	5	18	41	81	52	67	20	1	0	100	43	95	100	20	0	100
totaal aantal soortem	18	22	26	25	17	8	19	26	8	8	10	14	4	11	3	32

(vervolg).

	6-sub-1	6-sub-2	6-sub-3	6-sub-4	6-sub-5	6-sub-7	7-Myt	8-Id-Aseo	9-Id-A-Fv	10-Fv/Cras	0-sub-rw-1	0-sub-rw-3	0-Dri	0-Pat	0-Fv	0-Xan
Xanthoria spec.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17,1
Porphyra spec.	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	0,5	-
Patella vulgata	0,5	0,0	-	0,0	-	2,4	0,7	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-
Enteromorpha spec.	1,5	-	-	0,4	-	2,5	1,7	-	3,8	-	-	-	40,5	-	-	-
Chondrus crispus	1,0	0,3	2,6	0,0	-	15,0	1,7	-	-	-	0,5	30,0	-	-	-	-
Mytilus edulis	-	0,1	-	0,0	-	-	2,3	-	0,0	-	-	20,0	-	-	-	-
Ulva spec.	-	10,1	9,4	14,2	4,0	6,5	-	-	3,1	-	6,0	10,0	-	-	-	-
Ceramium rubrum	-	0,0	3,6	0,5	1,0	-	0,3	-	-	-	-	1,0	-	-	-	-
Dynamena pumila	0,3	0,0	0,6	0,0	-	0,1	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-
Electra pilosa	0,8	0,1	1,0	0,2	-	0,1	0,2	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-
Cystoclonium purpureum	-	0,4	3,5	1,7	-	0,4	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-
Mastocarpus stellatus	0,5	0,5	0,3	0,0	-	0,4	0,2	-	0,0	-	4,0	-	-	-	-	-
Blidingia minima	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fucus spiralis	-	-	-	-	-	-	-	1,8	-	-	-	-	-	-	-	-
Littorina saxatilis	-	-	0,1	-	-	-	-	0,3	0,0	-	-	-	-	-	-	-
Anurida maritima	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
Littorina obtusata	-	0,0	-	0,1	0,5	0,4	-	0,2	-	0,5	-	-	-	-	-	-
Ulothrix spec.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fucus vesiculosus	-	-	0,9	11,2	-	-	0,7	14,8	31,2	80,0	-	-	-	-	-	-
Fucus serratus	75,0	38,3	33,1	22,2	80,0	0,3	1,0	1,0	-	20,0	-	-	-	-	-	-
Crassostrea gigas	6,5	10,3	5,0	2,0	-	8,0	0,2	0,4	0,0	4,0	-	-	-	-	-	-
Obelia dichotoma	-	-	0,0	-	-	-	0,2	-	-	1,0	-	-	-	-	-	-
Littorina littorea	-	0,0	0,0	0,0	0,5	0,3	1,2	0,1	-	0,5	-	-	-	-	-	-
Griffithsia flosculosa	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-
Ascophyllum nodosum	0,3	0,8	0,9	0,1	-	-	-	60,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-
Cirripedia	35,0	5,0	42,4	7,5	50,0	44,0	3,0	12,7	6,5	-	-	-	-	-	-	-
Actinia equina	-	-	-	-	-	-	-	0,6	0,0	-	-	-	-	-	-	-
Callithamnion tetragonum	-	-	-	0,0	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
Lanice conchilega	-	-	-	-	-	-	1,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ceramium deslongchampsii	-	0,0	-	0,0	-	2,3	1,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polysiphonia violacea	-	0,2	0,2	0,8	1,0	0,6	1,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cladophora albida	-	-	-	-	-	0,1	6,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chaetomorpha aerea	-	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Caulacanthus okamurae	-	0,3	-	-	-	7,4	1,3	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-	-
Sargassum muticum	-	1,7	3,0	1,2	-	1,4	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-
Gelidium pusillum	-	-	-	-	-	0,6	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL-*Phymatolithon lenormandii*	0,3	-	-	-	-	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Styela clava	-	0,1	0,1	0,0	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Didemnum vexillum	-	0,5	0,2	0,3	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Heterosiphonia japonica	0,3	3,1	1,9	1,3	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Spirorbidae	0,3	0,3	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tricellaria inopinata	0,5	0,0	0,2	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sycon ciliatum	-	0,1	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Antithamnion plumula	-	0,0	0,2	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bryopsis hypnoides	-	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Corella eumyota	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hypoglossum hypoglossoides	-	-	0,1	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polysiphonia nigrescens	-	2,1	2,8	2,0	1,0	3,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dictyota dichotoma	0,3	0,6	0,7	0,8	-	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Undaria pinnatifida	-	-	1,3	-	-	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nitophyllum punctatum	-	0,0	-	0,0	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sarsia tubulosa	-	0,0	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polysiphonia nigra	-	0,0	0,3	0,4	0,5	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bowerbankia imbricata	-	0,0	0,0	0,0	0,5	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Griffithsia devoniensis	-	-	-	-	-	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Leucosolenia variabilis	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cryptosula pallasiana	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Crepidula fornicata	0,8	0,2	0,2	0,0	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Metridium senile	0,5	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Colpomenia peregrina	1,0	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aplidium glabrum	1,0	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alcyonidium gelatinosum	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Halichondria panicea	-	0,3	0,3	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ascidiella aspersa	-	0,1	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Diplosoma listerianum	-	0,1	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Botrylloides violacea	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dasya baillouviana	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Laomedea flexuosa	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Botryllus schlosseri	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cladophora sericea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Callithamnion hyssoides	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nucella lapillus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sagartia troglodytes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dumontia contorta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL-*Ralfsia verrucosa*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gracilaria spec.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Elachista spec.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL-*Hildenbrandia rubra*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cladophora rupestris	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Conopeum reticulum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Diadumene luciae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Scytosiphon lomentaria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polysiphonia senticulosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Flustrellidra hispida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chondria coerulescens	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Diadumene cincta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sphacelaria furcigera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Obelia geniculata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sagartia elegans	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sphacelaria rigidula	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ceramium spec (boom)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fucus juveniel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ectocarpales	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Clytia hemisphaerica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
index	1,682	2,059	2,426	2,153	1,465	2,704	2,945	1,306	0,940	1,075	1,201	1,720	0,000	0,000	0,000	0,000
evenness	0,444	0,614	0,628	0,679	0,409	0,678	0,849	0,477	0,641	0,416	0,758	0,613	0,000	0,000	0,000	0,000
gemiddeld aantal soorten	14,0	10,4	14,5	9,5	12,0	16,2	11,3	6,4	3,1	6,0	3,0	7,0	1,0	1,0	1,0	1,0
aantal kwadranten	2	40	11	60	1	5	3	5	21	1	1	1	8	1	1	68
% talud	0	0	0	0	0	0	67	80	67	100	0	0	100	100	100	100
% kreukelberm	100	100	100	100	100	100	33	20	33	0	100	100	0	0	0	0
totaal aantal soortern	19	41	37	38	12	33	20	14	14	6	3	7	1	1	1	1

Bijlage 2. Hard substraat: soortensamenstelling infralittorale gemeenschappen Oosterschelde

Geordende tabel (in %) van de gemeenschappen in de infralittorale zone aan de oever van Schouwen-Duiveland. Vet gedrukte dichtheden geven een presentie van de soort in minimaal 66.7% van de stations binnen een gemeenschap aan en onderstreepte waarden geven per soort een voorkomen van minimaal 90% van de totale kwantiteit binnen de gemeenschappen aan. Afkortingen: An - anemoon, Bi - tweekleppige, Br - bryozoo, BW - bruinwier, Cr - kreeftachtige, En - entoproct, GW - groenwier, Hy - hydroïd, Po - polychaet, RW - roodwier, Sc - kwal, Sp - spons en Tu - zakpijp.

		I1a	I1b	I2a1	I3a1	I3a2	I3a3	I3a5	I4b	I5-diep1	I5-diep2
Crassostrea gigas	Bi	**33,3**	-	**66,7**	**62,2**	**39,8**	**70,4**	23,8	-	**91,7**	0,1
Ceramium rubrum	RW	**20,1**	**10,7**	**11,7**	0,3	**1,8**	**2,2**	1,9	-	-	-
Polysiphonia nigrescens	RW	**18,4**	**10,2**	**15,3**	0,1	**0,7**	**2,7**	**3,1**	**6,7**	2,0	**0,5**
Ulva spec.	GW	**5,9**	**13,3**	**3,7**	**1,5**	**2,4**	**2,7**	**4,0**	-	-	-
Polysiphonia violacea	RW	**2,8**	**2,8**	**0,9**	**1,2**	**0,3**	**3,9**	**2,8**	**5,3**	0,2	0,1
Laminaria saccharina	BW	0,2	0,0	-	-	-	0,3	0,0	0,1	-	-
Obelia dichotoma	Hy	0,2	**0,2**	-	0,3	0,2	0,1	0,2	0,2	-	0,4
Clytia hemisphaerica	Hy	0,1	**0,7**	**0,4**	0,1	**0,2**	0,1	0,2	0,2	0,2	**0,4**
Enteromorpha prolifera	GW	0,1	0,4	**0,2**	-	0,1	0,0	0,0	0,1	-	-
Sagartia troglodytes	An	0,0	0,2	0,2	0,1	0,0	-	0,0	-	-	-
Chondrus crispus	RW	**3,1**	-	0,1	0,6	-	0,2	0,5	-	-	-
Electra pilosa	Br	**1,8**	**0,4**	**2,4**	0,1	**0,4**	**0,7**	**0,7**	0,2	-	-
Polysiphonia nigra	RW	0,9	1,2	-	0,1	0,1	**0,6**	0,1	0,4	-	0,2
Phyllophora pseudoceranoides	RW	0,4	-	0,2	-	-	-	0,1	-	-	-
Ectocarpus spec.	BW	0,4	0,1	-	0,9	**1,1**	0,0	0,0	-	-	-
Fucus serratus	BW	0,4	-	0,2	-	-	0,0	-	-	-	-
Sargassum muticum	BW	0,3	0,5	0,4	1,3	0,3	**1,1**	**3,0**	0,2	-	-
Cladophora sericea	GW	0,2	0,0	**0,3**	-	0,0	-	-	-	-	-
Mytilus edulis	Bi	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,8	-	-	-
Bryopsis hypnoides	GW	0,1	-	0,1	0,5	0,1	0,0	-	-	-	-
Scypha ciliata	Sp	0,1	-	-	0,0	0,1	-	0,0	-	-	0,2
Obelia geniculata	Hy	0,1	-	0,1	-	-	-	0,0	-	-	-
Sphacelaria plumigera	BW	0,0	-	0,2	-	-	-	0,0	-	-	-
Pedicellina cernua	En	0,0	-	-	-	0,0	-	0,0	0,1	-	-
Cliona celata	Sp	0,0	-	0,2	-	-	-	0,0	-	-	-
Verruca stroemia	Cr	0,0	-	**0,2**	-	-	-	-	-	-	-
Hymeniacidon perlevis	Sp	0,0	-	-	0,1	0,1	-	0,0	-	-	-
Chaetomorpha aerea	GW	0,0	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-
Spirorbidae	Po	0,0	-	-	-	-	0,0	0,1	-	0,1	-
Sarsia tubulosa	Hy	0,0	-	-	0,1	0,1	0,0	0,0	-	-	-
zeepokken	Cr	0,8	**20,8**	**0,4**	**18,7**	**5,2**	**1,6**	**2,5**	0,1	**0,9**	-
Heterosiphonia japonica	RW	0,1	**9,8**	**2,0**	**8,5**	**12,1**	**19,7**	**20,6**	**7,7**	**16,5**	**6,4**
Ciona intestinalis	Tu	-	4,0	0,2	0,2	0,2	0,5	0,4	-	**0,9**	**2,1**
BL *Sargassum muticum*	BW	0,7	2,1	0,2	1,6	**2,6**	1,2	5,8	-	-	-
Hypoglossum hypoglossoides	RW	0,5	**1,1**	**3,4**	**1,5**	**5,3**	**1,9**	**1,1**	0,5	**1,0**	**0,2**
Cystoclonium purpureum	RW	0,3	0,6	0,2	-	0,0	**2,5**	**2,0**	0,1	-	**1,0**
Chondria dasyphylla	RW	-	0,4	-	-	-	-	0,8	-	-	-
Ascidiella aspersa	Tu	-	0,3	-	**0,3**	0,4	0,1	0,4	-	**0,6**	**2,8**
Lomentaria clavellosa	RW	-	0,3	-	-	0,1	-	0,1	-	-	-
Ceramium deslongchampsii	RW	0,2	0,3	**0,6**	0,3	**1,7**	**1,6**	0,1	0,2	0,4	**0,5**
Obelia bidentata	Hy	-	0,3	-	-	-	0,1	0,0	-	3,9	0,2
Griffithsia devoniensis	RW	-	0,2	-	0,0	-	0,3	0,2	1,1	0,2	-
Bugula plumosa	Br	-	0,1	-	0,0	0,0	0,1	0,2	**2,5**	0,1	**0,4**
Gracilaria gracilis	RW	-	0,0	-	-	-	-	0,3	-	-	-
Eudendrium ramosum	Hy	-	0,0	-	-	-	0,0	0,0	-	-	-
Enteromorpha compressa	GW	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
Porphyra spec.	RW	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Operculariella lacerata	Hy	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Calycella syringa	Hy	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Codium fragile	GW	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chaetomorpha melagonium	GW	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Enteromorpha linza	GW	0,1	**2,4**	-	0,0	0,1	0,1	0,0	-	-	-
Sagartia elegans	An	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-

(vervolg).

		I1a	I1b	I2a1	I3a1	I3a2	I3a3	I3a5	I4b	I5-diep1	I5-diep2
Diplosoma listerianum	Tu	0,1	-	**0,3**	**0,5**	**0,5**	**2,5**	**1,0**	**2,3**	**6,2**	**3,2**
Halecium halecinum	Hy	-	-	-	-	-	0,3	0,3	**1,3**	1,7	**2,3**
Callithamnion tetragonum	RW	-	-	-	0,1	0,2	2,9	1,2	-	0,4	**1,1**
Botrylloides violacea	Tu	-	-	-	**4,2**	**1,7**	0,0	0,3	-	-	**0,9**
kokerbouwende organismen	Po/Cr	0,1	**0,3**	**0,7**	**0,3**	**5,3**	**0,9**	**0,9**	**0,8**	**0,6**	**0,4**
Styela clava	Tu	-	-	0,2	**1,0**	**1,5**	0,4	0,4	-	1,0	0,4
Didemnum vexillum	Tu	-	0,0	0,2	**5,7**	**4,0**	**1,6**	**2,1**	0,1	**4,7**	**0,5**
Nitophyllum punctatum	RW	-	-	-	-	0,2	1,6	0,6	**1,3**	**0,9**	-
Callithamnion byssoides	RW	-	-	-	-	0,0	-	-	-	0,2	-
Metridium senile	An	0,1	-	**2,2**	0,1	0,2	0,1	0,0	-	0,2	-
Aplidium glabrum	Tu	-	-	-	0,3	0,0	-	0,1	-	0,2	-
Mycale micracanthoxea	Sp	-	-	-	0,1	0,2	0,2	0,0	-	-	0,3
Halichondria bowerbanki	Sp	-	-	-	-	-	0,1	0,0	0,4	-	0,3
Leucosolenia variabilis	Sp	-	-	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	-	0,2
Bowerbankia spec.	Br	-	-	0,3	0,0	0,0	-	0,0	-	-	0,1
Lanice conchilega	Po	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	-	-	0,1
Scrupocellaria scruposa	Br	-	-	0,1	-	0,0	0,1	0,2	0,5	0,2	**10,2**
Bicellariella ciliata	Br	-	-	-	-	-	0,0	0,0	-	-	**0,4**
Sertularia cupressina	Hy	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2
KL *Conopeum reticulum*	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1
Sabella pavonina	Po	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1
KL *Fenestrulina cf delicia*	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1
KL *Callopora cf dumerilii*	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1
Dictyota dichotoma	BW	-	0,9	0,1	**11,8**	6,9	**13,5**	**6,6**	**15,7**	0,3	-
Agardhiella subulata	RW	-	-	-	0,5	0,7	1,8	3,1	**3,3**	-	-
Tricellaria inopinata	Br	-	-	-	0,1	0,2	0,2	**1,6**	**2,0**	-	0,1
Antithamnion plumula	RW	0,0	0,1	**3,5**	0,8	**2,0**	**1,5**	0,5	**0,9**	**0,3**	**0,3**
Scruparia ambigua	Br	-	-	-	-	-	-	0,0	**0,2**	-	-
Halichondria panicea	Sp	0,1	-	0,1	0,0	-	0,0	0,1	**3,5**	-	-
Anguinella palmata	Br	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-
BL *Undaria pinnatifida*	BW	2,3	-	3,4	3,9	**15,0**	**10,5**	1,3	-	-	-
Diadumene cincta	An	-	-	0,1	-	0,3	0,0	0,0	-	-	-
Molgula spec.	Tu	-	-	0,1	-	0,0	-	0,0	-	-	-
BL *Laminaria saccharina*	BW	-	-	0,9	-	-	-	-	-	-	-
Callopora cf dumerilii	Br	-	-	0,3	-	-	-	0,0	-	-	-
Undaria pinnatifida	BW	0,3	-	-	0,6	**1,9**	**1,7**	0,3	-	-	-
Dasya baillouviana	RW	-	-	-	0,6	0,2	0,1	0,2	-	-	-
Desmarestia viridis	BW	-	-	-	0,1	0,0	0,2	-	-	-	-
Botryllus schlosseri	Tu	-	-	-	0,1	0,0	-	-	-	-	-
Conopeum reticulum	Br	-	-	-	0,0	0,0	-	0,0	-	-	-
Codiales (ijle fase)	GW	-	-	-	0,0	0,0	-	-	-	-	-
Sagartogeton undatus	An	-	-	-	0,0	-	-	0,0	-	-	-
Polysiphonia senticulosa	RW	-	-	-	0,0	-	-	0,0	-	-	-
Phymatolithon lenormandii	RW	-	-	-	0,0	-	-	0,0	-	-	-
Grateloupia turuturu	RW	-	-	-	**6,8**	0,3	-	0,0	-	-	-
Diadumene luciae	An	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-
Laurencia pinnatifida	RW	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-
Haliclona xena	Sp	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-
Fenestrulina cf delicia	Br	-	-	-	-	-	0,1	0,1	-	-	-
Cryptosula pallasiana	Br	-	-	-	-	-	0,0	0,0	-	-	-
Cryptopleura ramosa	RW	-	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-
Rhodochorton purpureum	RW	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-
Bowerbankia citrina	Br	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-
Smittoidea cf prolifica	Br	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-
Celtodoryx girardae	Sp	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-
Antithamnionella spirographidis	RW	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-
Ceramium cimbricum	RW	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-
Caulacanthus okamurae	RW	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-
Haliclona oculata	Sp	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-
Dendrodoa grossularia	Tu	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-
Celleporella hyalina	Br	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-
Griffithsia flosculosa	RW	-	0,0	-	0,1	1,3	0,7	0,0	-	-	-
Polysiphonia elongata	RW	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-
Barentsia gracilis	En	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-
Cladophora rupestris	GW	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-
Cladostephus spongiosus	BW	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-
index (base2)		2,438	2,931	2,487	2,652	2,966	2,619	2,936	3,390	1,800	3,471
evenness		0,600	0,696	0,504	0,578	0,616	0,563	0,635	0,751	0,424	0,731
gemiddeld aantal soorten		17,9	18,6	30,5	24,1	28,3	25,6	25,3	23,0	19,0	27,0
kaal		55,3	57,5	23,4	22,0	32,9	18,8	50,5	60,0	13,35	56,7
totaal aantal soorten		50	38	43	59	62	63	90	32	27	36
aantal stations		11	8	2	18	7	18	45	2	2	2

Bijlage 3. Hard substraat: soortensamenstelling circalittorale gemeenschappen Oosterschelde

Geordende tabel (in %) van de gemeenschappen in de circalittorale zone aan de oever van Schouwen-Duiveland in de Oosterschelde. Vet gedrukte dichtheden geven een presentie van de soort in minimaal 66.7% van de stations binnen een gemeenschap aan en onderstreepte waarden geven per soort een voorkomen van minimaal 90% van de totale kwantiteit binnen de gemeenschappen aan. Afkortingen: An - anemoon, Bi - tweekleppige, Br - bryozoo, BW - bruinwier, Cr - kreeftachtige, En - entoproct, GW - groenwier, Hy - hydroïd, Po - polychaet, RW - roodwier, Sc - kwal, Sp - spons en Tu - zakpijp.

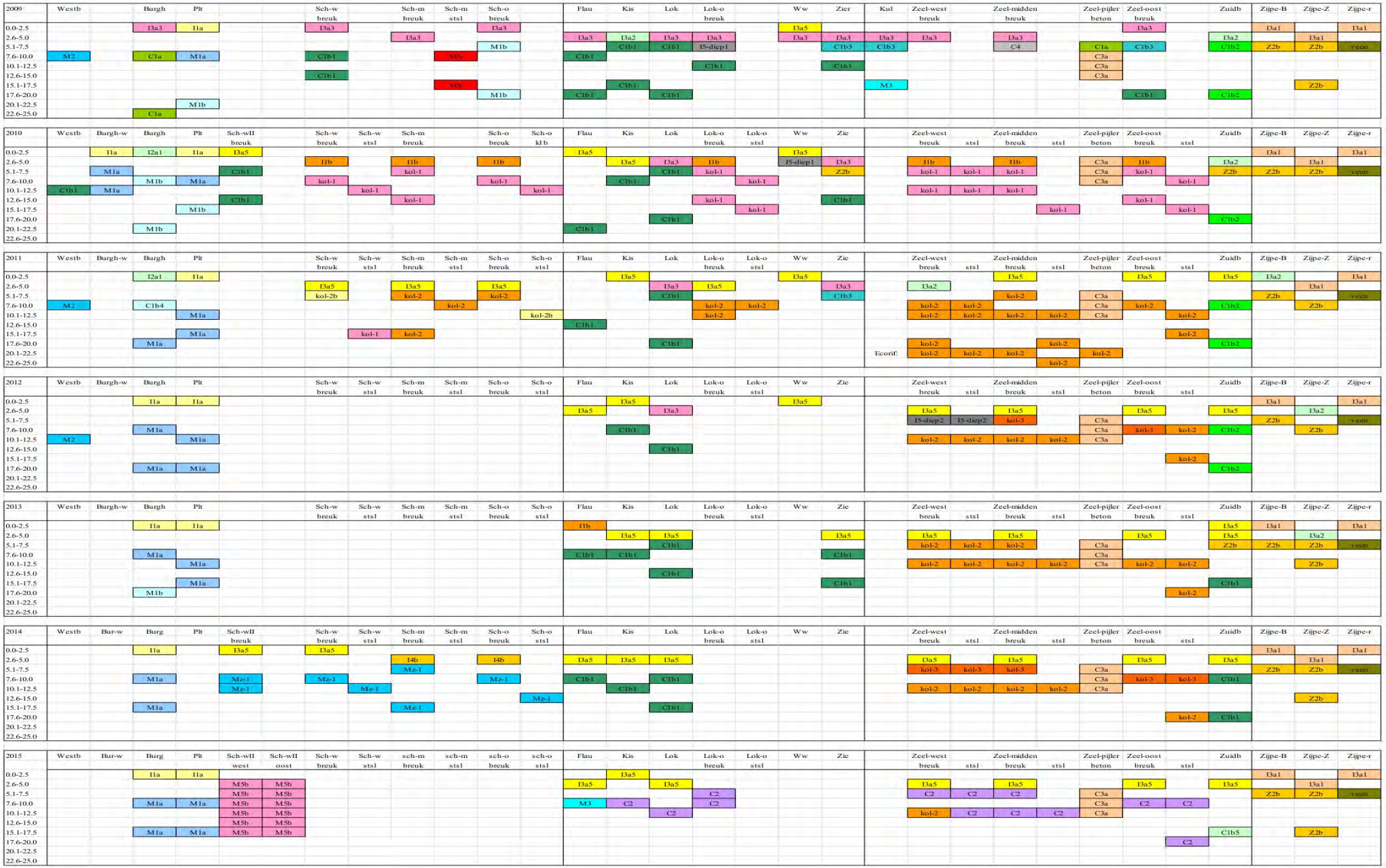
		M1a	M1b	C1a	C1b1	C1b2	C1b3	C1b4	C1b5	M2	Z2b	M3	C2	C3a	kol-3	kol-2	M4	C4	M2-1	M5b	kol-1	veen	kol-2b
Obelia dichotoma	Hy	0,0	**0,3**	**8,6**	**2,6**	**0,7**	1,7	**2,3**	**0,7**	**1,1**	**4,7**	-	**0,5**	**1,6**	**2,2**	**0,6**	0,7	**0,5**	**4,6**	**1,9**	**2,3**	**2,7**	**1,5**
Ascidiella aspersa	Tu	-	-	-	0,1	0,1	0,3	-	-	0,2	**1,5**	-	0,4	**1,2**	**0,5**	**1,1**	**0,3**	-	-	**0,6**	**1,4**	**0,8**	0,4
kokerbouwende organismen	Po/Cr	0,2	**0,4**	**20,6**	**5,0**	**4,0**	**5,2**	**4,7**	**1,0**	**21,0**	**0,4**	**0,6**	**0,8**	**4,2**	**0,7**	**24,9**	**0,4**	**1,0**	**1,4**	0,3	**0,3**	**25,2**	**2,2**
Didemnum vexillum	Tu	0,1	0,3	**10,6**	**5,8**	**4,3**	**7,8**	**20,0**	**2,0**	**2,4**	**14,3**	**0,5**	**5,6**	**3,9**	**5,7**	**4,9**	**0,5**	**3,3**	**0,8**	0,2	0,6	**11,9**	**0,5**
Botrylloides violacea	Tu	-	-	-	0,1	0,5	0,1	-	**1,8**	0,7	**5,7**	-	**1,2**	**1,6**	0,4	**0,6**	-	-	-	-	0,2	3,2	-
Bowerbankia spec.	Br	-	-	0,1	0,0	-	-	-	-	-	-	0,1	0,0	0,0	-	0,0	0,1	**0,3**	-	0,0	0,0	0,1	-
Polysiphonia violacea	RW	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	0,0	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	0,0	-
Aurelia aurita (strobilus)	Sc	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-
Scrupocellaria scruposa	Br	0,0	0,1	**0,2**	**3,1**	0,3	1,3	**0,7**	**0,5**	**2,6**	0,0	**1,1**	**8,9**	**4,8**	**4,4**	**4,3**	**0,7**	-	**5,8**	**1,1**	0,0	-	**1,5**
Sagartia troglodytes	An	0,2	0,1	-	0,0	-	-	-	-	0,4	0,1	-	0,0	0,1	0,1	0,1	-	-	0,0	**1,8**	0,2	0,1	**1,2**
Bugula plumosa	Br	-	0,0	-	**0,9**	-	**0,4**	-	-	-	0,0	-	**0,4**	0,2	**0,2**	1,0	0,5	-	**2,4**	0,1	0,1	0,0	**0,3**
Antithamnion plumula	RW	-	0,0	-	0,0	-	**0,4**	-	-	-	0,2	-	-	-	0,1	0,0	-	**0,7**	-	-	0,0	0,1	0,1
Polysiphonia nigrescens	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,1
Crassostrea gigas	Bi	**78,3**	**83,1**	**81,1**	**76,9**	**86,4**	**89,6**	**93,3**	**83,3**	**79,4**	**80,4**	**80,0**	**20,9**	**22,6**	1,8	0,2	**0,6**	**83,3**	16,5	-	0,3	-	-
Metridium senile	An	**16,7**	**17,3**	**1,6**	**0,9**	0,4	**2,8**	-	-	**1,7**	**2,2**	**2,9**	-	0,1	0,2	0,2	-	**4,0**	**5,8**	0,1	0,1	-	0,2
Halichondria panicea	Sp	**0,6**	0,6	-	0,3	0,2	-	**1,8**	-	-	-	0,2	**1,4**	**0,9**	0,7	0,9	-	-	**1,3**	-	-	-	-
Verruca stroemia	Cr	**0,5**	**0,4**	-	-	-	-	**0,2**	-	-	-	0,2	0,0	0,0	-	0,0	**0,2**	-	-	-	-	-	-
Conopeum reticulum	Br	0,2	**0,3**	0,1	0,0	-	0,1	**0,2**	**0,5**	**0,2**	0,0	-	0,1	0,2	-	0,0	-	-	-	0,0	-	-	-
Callopora cf dumerilii	Br	0,1	**0,3**	-	0,0	0,0	0,1	-	**0,2**	-	-	0,1	0,0	-	-	0,0	-	**0,2**	0,0	0,1	-	-	-
Cliona celata	Sp	0,2	0,1	0,2	0,1	-	-	-	**2,0**	-	0,1	**0,5**	-	**1,1**	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Leucosolenia variabilis	Sp	0,1	0,0	**0,7**	0,3	0,1	0,2	-	-	**0,3**	0,0	0,1	**0,2**	**0,3**	0,1	0,2	**0,4**	**0,2**	0,1	-	0,0	-	-
Ostrea edulis	Bi	0,1	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	0,2	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
cf. *Sabellaria* spec.	Po	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-
Spirorbidae	Po	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pomatoceros triqueter	Po	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,1	-	-	0,0	-	-	-
Electra pilosa	Br	**0,3**	**0,6**	**6,2**	0,1	0,3	0,1	**1,2**	**0,5**	**0,5**	0,0	0,1	**0,3**	**0,4**	0,1	0,5	-	-	0,2	**16,3**	**0,9**	-	**0,2**
Clytia hemisphaerica	Hy	0,1	0,2	-	0,2	0,3	-	-	**0,3**	**0,3**	0,1	-	0,1	**0,2**	**0,3**	0,2	0,1	-	**0,4**	**0,2**	**0,9**	0,0	-
Schizomavella linearis	Br	-	0,0	-	0,0	-	-	-	-	0,2	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Molgula spec.	Tu	-	0,0	0,1	0,0	0,1	-	-	-	**0,3**	0,0	-	0,1	0,1	0,1	0,0	-	-	0,0	0,1	0,0	-	-
Calycella syringa	Hy	0,0	0,0	0,1	0,0	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-
Alcyonidium mytili	Br	0,0	0,0	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Smittoidea cf prolifica	Br	0,0	0,0	-	-	-	-	-	**0,2**	-	-	-	0,0	0,0	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-
Leuckartiara octona	Hy	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ciona intestinalis	Tu	0,0	**0,8**	**0,8**	**0,7**	**1,7**	**1,6**	-	**0,5**	**0,8**	**0,9**	2,0	**0,8**	**13,4**	**4,1**	**1,9**	**0,6**	**0,3**	-	**1,3**	21,2	0,1	0,2
Sabella pavonina	Po	-	-	-	0,3	0,1	-	**0,2**	-	-	-	-	0,1	0,1	0,0	0,2	-	-	0,1	**0,5**	0,1	-	-
Lanice conchilega	Po	0,0	-	-	0,0	-	-	-	-	**0,1**	-	-	-	-	-	0,1	-	-	0,0	0,2	0,1	-	-
KL *Conopeum reticulum*	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	**0,3**	-	-	0,6	-	-	-
Tricellaria inopinata	Br	-	-	-	0,5	-	-	-	**0,2**	-	-	-	**4,5**	1,1	**1,8**	0,2	-	-	0,0	**0,4**	-	-	-
Sertularia cupressina	Hy	-	-	0,4	0,1	0,7	-	-	**0,3**	-	-	-	0,5	0,0	0,4	0,7	0,2	-	-	0,3	-	-	-
Bougainvillia ramosa	Hy	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	0,1	-	-	0,0	-	0,0	-	-	-	0,1	-	-	-
Alcyonidium parasiticum	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-
Opercularella lacerata	Hy	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-
zeepokken	Cr	0,1	**0,4**	**6,9**	**0,7**	**3,0**	**0,6**	**0,2**	-	**3,7**	**2,1**	**0,5**	**6,3**	**6,1**	**6,3**	1,9	**0,6**	**2,0**	0,6	0,2	**24,0**	0,1	-
Obelia bidentata	Hy	0,1	0,2	-	1,4	0,3	**0,7**	**6,3**	**0,3**	-	0,4	-	0,1	0,9	0,2	0,1	-	-	2,1	0,2	**0,8**	-	-
Halecium halecinum	Hy	-	-	0,1	**5,8**	0,2	**2,4**	**1,5**	-	-	0,3	-	0,0	0,2	**0,4**	**2,9**	0,5	-	**4,4**	0,2	0,5	-	-
Bicellariella ciliata	Br	-	-	0,1	**1,2**	**0,6**	**1,0**	**0,8**	**0,2**	**0,2**	-	-	**0,4**	**0,5**	0,0	**0,8**	0,5	-	0,3	0,0	0,2	-	-
Sagartia elegans	An	0,0	-	-	0,2	-	-	-	-	**1,8**	-	0,1	-	0,0	0,0	-	0,1	-	0,4	-	0,1	-	-
Hypoglossum hypoglossoides	RW	-	-	-	0,0	-	**0,4**	-	-	-	0,1	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	0,1	0,0	-
Ceramium rubrum	RW	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	0,0	-	-
Scruparia ambigua	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	-	0,0	-	-	0,1	-	0,0	-	-
Bicellariella ciliata	En	-	-	-	0,0	0,0	-	-	-	-	0,0	-	-	0,0	-	-	-	-	0,0	-	0,0	-	-
Corella eumyota	Tu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**0,7**	-	-	-

(vervolg)

		M1a	M1b	C1a	C1b1	C1b2	C1b3	C1b4	C1b5	M2	Z2b	M3	C2	C3a	kol-3	kol-2	M5	C4	M2-1	M5b	kol-1	veen	kol-2b
Diplosoma listerianum	Tu	0,1	**0,3**	**8,9**	**11,6**	**12,0**	**10,5**	**6,7**	**3,3**	**4,0**	3,2	0,8	2,7	**4,6**	**15,6**	**7,8**	**21,8**	**4,0**	**4,7**	0,7	0,9	2,4	1,7
Anguinella palmata	Br	0,0	-	-	0,0	-	-	-	-	0,1	-	-	0,8	0,1	0,2	0,0	-	-	**4,0**	0,0	-	-	-
Tubularia indivisa	Hy	0,0	0,3	**5,4**	0,0	-	-	**4,0**	-	**0,1**	-	-	-	**1,1**	-	0,1	-	-	**0,7**	**0,4**	0,2	-	-
Haliclona oculata	Sp	-	-	0,2	0,5	0,2	**0,9**	**0,7**	-	-	-	-	0,0	0,2	0,1	0,2	-	-	0,3	-	-	-	-
Aplidium glabrum	Tu	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,3	**1,5**	0,4	0,1	-	-	0,1	-	0,1	-	-
Scypha ciliata	Sp	-	-	0,1	0,0	-	0,1	-	-	**0,2**	-	0,1	0,0	**0,4**	0,1	0,2	-	-	0,0	-	0,0	0,0	-
Alcyonium digitatum	An	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	0,0	-	-	0,0	-	-	-	-
Sagartogeton undatus	An	-	-	-	0,0	-	-	-	-	0,1	-	-	-	0,0	0,1	-	-	-	0,0	-	-	-	-
Crisia aculeata	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-
Heterosiphonia japonica	RW	-	-	-	0,0	0,0	**3,6**	-	-	-	**0,5**	-	0,1	0,0	0,3	0,1	-	**6,7**	-	-	0,1	**0,3**	-
Eudendrium ramosum	Hy	0,0	0,1	**1,7**	**10,0**	**4,6**	**8,2**	**1,7**	**4,0**	**1,0**	0,1	1,9	**2,0**	**1,3**	0,7	3,1	0,2	**1,3**	**1,0**	0,2	**1,0**	-	-
Myeale micracanthoxea	Sp	0,0	0,2	0,4	0,4	**0,9**	**1,2**	**0,7**	-	0,9	0,1	0,9	0,2	2,2	-	0,1	**1,7**	**1,3**	0,1	-	-	0,2	-
Haliclona xena	Sp	-	-	-	0,0	0,2	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	0,1	-	**1,0**	-	-	-	0,0	-
Callithamnion tetragonum	RW	-	-	-	-	-	**0,4**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**0,7**	-	-	-	-	-
Dictyota dichotoma	BW	-	0,0	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**0,3**	-	-	-	-	-
BL *Undaria pinnatifida*	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**6,7**	-	-	-	-	-
Codiales (jile fase)	GW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**0,8**	-	-	-	-	-
Undaria pinnatifida	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**0,7**	-	-	-	-	-
Halichondria bowerbanki	Sp	-	0,1	0,4	**1,1**	0,1	0,3	**0,5**	**0,8**	**5,6**	0,1	-	**2,7**	0,6	-	0,1	**1,5**	-	0,4	-	-	-	-
Styela clava	Tu	0,0	0,1	**0,9**	**1,0**	**2,4**	**1,3**	**0,7**	-	-	**1,9**	0,2	**1,9**	**6,3**	**0,7**	**0,6**	**1,1**	-	0,3	0,0	0,0	0,0	-
KL *Fenestrulina cf delicia*	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	0,0	0,1	-	-	-	-	-	-
KL *Smittoidea cf prolifica*	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-
KL *Electra pilosa*	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**0,3**	-	-	-	0,0	-	-
Griffithsia devoniensis	RW	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-
Fenestrulina cf delicia	Br	0,0	-	-	0,1	0,0	**0,3**	-	**0,2**	-	0,0	**0,3**	**0,2**	0,1	0,1	0,0	-	-	-	0,0	-	-	-
Hymeniacidon perlevis	Sp	0,0	-	-	0,0	-	-	-	**0,3**	-	0,1	-	0,1	**1,4**	0,1	0,0	-	-	0,0	-	-	-	-
Dendrodoa grossularia	Tu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mytilus edulis	Bi	0,2	**0,3**	**24,8**	0,2	0,1	0,1	-	-	**0,2**	0,1	-	0,1	**2,7**	0,0	0,0	**0,4**	**0,2**	**0,2**	-	0,2	-	-
Diadumene cincta	An	0,1	1,1	**6,7**	**1,8**	**2,7**	**2,6**	**3,7**	**4,7**	0,4	1,2	**1,0**	-	**1,9**	0,1	0,0	-	-	0,0	-	0,0	-	-
Celtodoryx girardae	Sp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-
Oscarella lobularis	Sp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-
KL *Schizomavella linearis*	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-
KL *Callopora cf dumerilii*	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-
Bowerbankia citrina	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4	-	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-
Prosuberites epiphytum	Sp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Botryllus schlosseri	Tu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cryptopleura ramosa	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Barentsia gracilis	En	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ceramium deslongchampsii	RW	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-
Polysiphonia nigra	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Callithamnion byssoides	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polysiphonia elongata	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sarsia tubulosa	Hy	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Griffithsia flosculosa	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Diadumene luciae	An	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Celleporella hyalina	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Halisarca dujardini	Sp	-	-	-	0,0	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-
Tubularia larynx	Hy	-	-	0,6	0,0	0,1	-	**4,7**	-	0,1	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	0,1	0,1	-	-
Cryptosula pallasiana	Br	-	-	-	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nitophyllum punctatum	RW	-	-	-	-	-	**0,2**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
index (base2)		0,858	1,127	2,798	2,321	1,863	2,247	2,377	1,612	2,062	1,785	1,092	3,268	3,486	2,882	2,650	3,1	1,979	2,824	2,555	1,934	1,596	2,790
evenness		0,263	0,277	0,653	0,535	0,442	0,479	0,525	0,356	0,461	0,445	0,264	0,697	0,721	0,646	0,609	0,7	0,444	0,654	0,597	0,494	0,503	0,841
gemiddeld aantal soorten		10,4	17,0	20,3	20,4	19,0	26,0	23,0	23,0	23,0	16,4	17,5	26,0	28,8	22,0	20,2	22,0	22,0	20,0	19,5	14,9	9,4	10,0
totaal aantal soorten		39	34	32	54	35	38	23	23	34	47	25	53	58	41	60	28	22	40	37	41	21	13
aantal stations		21	7	3	37	7	4	1	1	3	21	2	13	21	7	46	2	1	8	12	22	7	2
kaal		21,0	14,0	5,0	21,2	13,3	10,4	6,7	16,7	18,3	19,1	20,0	48,7	20,7	53,6	42,1	64,9	16,7	53,1	88,3	49,3	57,6	95,5

Bijlage 4. Verdeling van de sublitorale levensgemeenschappen op hard substraat

Westb = Westbout, Burgh-w = Burghsluis-west, Burg = Burghsluis, Pt = Plompetoren, Sch-wII = Schelphoek-westII, Sch-w = Schelphoek-west, Sch-m = Schelphoek-midden, Sch-o = Schelphoek-oost, Flau = Flaauwers inlaag, Kts = Kisternol, Lok = Lokkersnol, Ww = Weldamseweg, Zie= Zierikzee, Kul = Kurkernol, Zeel-w = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-west, Zeel-m = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-midden, Zeel-o = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-oost, Zuidb = Zuidbout, Zijpe-b = Zijpe Blindedam, Zijpe-z = Zijpe Zoetersbout, Zijpe-r = Zijpe-referentie. Breuk = breukstenen bestorting, staal = staalslakkenbestorting.


2009
Westb
Burgh
Plt
Sch-w breuk
Sch-m breuk
Sch-m sts1
Sch-o breuk
Flau
Kis
Lok
Lok-o breuk
Ww
Zier
Kul
Zeel-west breuk
Zeel-midden breuk
Zeel-pijler beton
Zeel-oost breuk
Zuidb
Zijpe-B
Zijpe-Z
Zijpe-r
0.0-2.5
2.6-5.0
5.1-7.5
7.6-10.0
10.1-12.5
12.6-15.0
15.1-17.5
17.6-20.0
20.1-22.5
22.6-25.0
M2
C1a
M1a
M1b
I3a3
I1a
I1b
C1b1
I5b
I4b
I3a5
I3a2
C1b3
I5-diep1
C4
C3a
I3a1
Z2b
veen
M3
2010
Westb
Burgh-w
Burgh
Plt
Sch-wII breuk
Sch-w sts1
Sch-o klb
Zie
Zeel-west sts1
Zeel-midden sts1
Zeel-oost sts1
kol-1
kol-2
2011
Westb
Burgh-w
Burgh
Plt
Sch-w sts1
Sch-m sts1
Sch-o sts1
Zie
Zeel-west sts1
Zeel-midden sts1
Zeel-oost sts1
I2a1
C1b4
I3a5
kol-2b
kol-1
Ecorif:
2012
Westb
Burgh-w
Burgh
Plt
Sch-w sts1
Sch-m sts1
Sch-o sts1
Zie
Zeel-west sts1
Zeel-midden sts1
Zeel-oost sts1
2013
Westb
Burgh-w
Burgh
Plt
Sch-w sts1
Sch-m sts1
Sch-o sts1
Zie
Zeel-west sts1
Zeel-midden sts1
Zeel-oost sts1
Mz-1
2014
Westb
Bur-w
Burg
Plt
Sch-wII breuk
Sch-w sts1
Sch-m sts1
Sch-o sts1
Zie
Zeel-west sts1
Zeel-midden sts1
Zeel-oost sts1
I4b
Mz-1
2015
Westb
Bur-w
Burg
Plt
Sch-wII west
Sch-wII oost
Sch-w sts1
sch-m sts1
sch-o sts1
Zie
Zeel-west sts1
Zeel-midden sts1
Zeel-oost sts1
M5b
C2
C1b5

Bijlage 5 Infauna: soortensamenstelling infauna gemeenschappen Oosterschelde

Tabel. Geordende tabel van de zachtsubstraat gemeenschappen in de Oosterschelde in 2009-2014. Vet gedrukte dichtheden geven een presentie van de soort in 66.7% van de stations van een gemeenschap, onderstreepte waarden geven per soort een voorkomen van minimaal 90% van de totale kwantiteit binnen de onderzochte stations. Afkortingen: An - Anthozoa, Br -- Bryozoa, Cr - Crustacea, Ech - Echinodermata, Echi - Echiura, Mol - Mollusca, Ne - Nemertea, Ol - Oligochaeta, Ph - Phoronida, Pl - Plathyhelminthes, Po - Polychaeta, Pyc -Pycnogonidae, Sp - Porifera en Tu - Tunicaten.

		A1	A4	A5	A6	A7	B1	B2	B3	D	E	G	H	I	K	M	N	O	leeg
Nudibranchia	(Mol)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**50,2**	-
Brachyura	(Cr)	-	-	-	-	-	5,6	0,7	-	16,7	-	-	-	-	-	-	**50,2**	-	-
Mytilus edulis	(Mol)	-	-	1,3	-	-	-	7,0	-	16,7	-	-	-	-	-	**50,2**	-	-	-
Streblospio shrubsoli	(Po)	**184,2**	-	**323,8**	-	-	76,3	99,1	-	-	6,3	10,0	39,1	-	**50,2**	-	-	-	-
Sycon ciliatum	(Sp)	-	-	-	-	-	-	1,4	25,1	-	-	-	-	-	**50,2**	-	-	-	-
Fabricia stellaris stellaris	(Po)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**200,9**	-	-	-	-
Actiniaria	(An)	83,7	25,1	19,8	-	-	**139,5**	58,6	75,3	**100,5**	-	10,0	-	**226,0**	-	-	-	-	-
Ascidiacea	(Tu)	-	-	9,3	-	-	1,9	13,3	**75,3**	-	-	-	-	25,1	-	-	-	-	-
Asterias rubens	(Ech)	-	-	-	-	-	-	2,8	25,1	-	-	-	-	25,1	-	-	-	-	-
Crangon crangon	(Cr)	-	-	11,9	**50,2**	-	9,3	12,6	50,2	-	-	-	11,2	25,1	-	-	-	-	-
Malmgreniella darbouxi	(Po)	-	-	-	25,1	-	14,9	5,6	-	50,2	-	-	-	25,1	-	-	-	-	-
Photis (spec.)	(Cr)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25,1	-	-	-	-	-
Tornus subcarinatus	(Mol)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25,1	-	-	-	-	-
Ruditapes philippinarum	(Mol)	-	-	2,6	-	-	-	54,4	75,3	50,2	-	-	**184,2**	-	-	-	-	-	-
Bivalve (spec.)	(Mol)	-	-	18,5	-	-	83,7	7,7	50,2	-	-	-	184,2	-	-	-	-	-	-
Nephtys hombergii	(Po)	**167,4**	**100,5**	55,5	50,2	**75,3**	**93,0**	61,4	-	16,7	-	10,0	**167,4**	-	-	-	-	-	-
Phoronida	(Ph)	16,7	-	-	-	-	68,8	26,5	-	-	-	-	39,1	-	-	-	-	-	-
Abra prismatica	(Mol)	-	-	10,6	25,1	-	-	4,9	-	-	-	-	27,9	-	-	-	-	-	-
Owenia fusiformis	(Po)	-	-	9,3	-	-	37,2	30,7	-	-	-	-	27,9	-	-	-	-	-	-
Spisula subtruncata	(Mol)	-	-	1,3	-	-	5,6	0,7	-	-	-	-	22,3	-	-	-	-	-	-
Ophiothrix fragilis	(Ech)	-	-	2,6	-	-	7,4	7,0	-	-	-	30,1	11,2	-	-	-	-	-	-
Ophiuroidea	(Ech)	-	-	1,3	-	-	7,4	57,9	**50,2**	33,5	-	-	11,2	-	-	-	-	-	-
Ampelisca brevicornis	(Cr)	-	-	2,6	-	-	3,7	28,6	-	-	-	-	5,6	-	-	-	-	-	-
Cerastoderma edule	(Mol)	-	-	-	-	25,1	-	1,4	-	-	-	-	5,6	-	-	-	-	-	-
Gammaridea	(Cr)	-	-	4,0	-	-	5,6	11,9	-	-	-	-	5,6	-	-	-	-	-	-
Monocorophium insidiosum	(Cr)	-	-	1,3	-	-	7,4	9,1	-	-	-	-	5,6	-	-	-	-	-	-
OSTRACODA	(Cr)	-	-	2,6	-	-	-	34,2	-	-	-	-	5,6	-	-	-	-	-	-
Oligochaeta	(Oli)	**3147,5**	**351,6**	**1831,9**	**452,0**	25,1	**788,7**	**3342,2**	**351,6**	83,7	583,9	**753,4**	27,9	25,1	-	-	-	-	-
Nereis succinea	(Po)	-	-	-	-	-	-	2,1	-	-	-	20,1	-	-	-	-	-	-	-
Aora typica	(Cr)	-	-	1,3	-	-	11,2	87,9	-	-	-	10,0	-	-	-	-	-	-	-
Arenicola (spec.)	(Po)	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	10,0	-	-	-	-	-	-	-
Gammarus locusta	(Cr)	-	-	2,6	-	-	5,6	2,8	-	-	-	10,0	-	-	-	-	-	-	-
Gattyana cirrosa	(Po)	-	-	1,3	-	-	7,4	24,4	25,1	-	-	10,0	-	-	-	-	-	-	-
Nephtys caeca	(Po)	-	-	-	-	-	1,9	-	-	-	-	10,0	-	-	-	-	-	-	-
Platynereis dumerilli	(Po)	-	-	-	-	-	-	2,1	-	-	-	10,0	-	-	-	-	-	-	-
Capitella capitata	(Po)	-	-	260,4	100,5	75,3	29,8	204,4	-	-	**144,4**	10,0	-	-	-	-	-	-	-
Abra alba	(Mol)	-	-	148,0	**150,7**	-	**965,5**	**628,5**	-	16,7	131,8	50,2	16,7	-	-	-	-	-	-
Heteromastus filiformis	(Po)	**184,2**	100,5	70,1	25,1	-	**346,0**	**482,0**	**477,2**	33,5	75,3	-	-	50,2	-	-	-	-	-
Corophiidae	(Cr)	-	-	1,3	-	-	14,9	41,9	-	-	12,6	-	-	-	-	-	-	-	-
Aoridae	(Cr)	-	-	14,5	-	-	13,0	24,4	-	-	6,3	-	-	-	-	-	-	-	-
BRYOZOA	(Br)	-	-	7,9	25,1	-	3,7	10,5	-	-	6,3	-	-	-	-	-	-	-	-
Caprellidae	(Cr)	-	-	5,3	50,2	-	3,7	285,3	-	-	6,3	-	-	-	-	-	-	-	-
Nereis diversicolor	(Po)	-	-	-	-	-	-	2,1	-	16,7	6,3	-	-	-	-	-	-	-	-
Pholoe inornata	(Po)	-	-	-	-	-	3,7	51,6	-	-	6,3	-	-	-	-	-	-	-	-

(vervolg)

		A1	A4	A5	A6	A7	B1	B2	B3	D	E	G	H	I	K	M	N	O	leeg
Scoloplos armiger	(Po)	-	-	146,7	-	-	**591,6**	**1064,5**	-	**368,3**	-	10,0	33,5	-	-	-	-	-	-
Lanice conchilega	(Po)	-	-	-	-	-	145,1	237,9	25,1	**150,7**	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Phyllodoce mucosa	(Po)	-	-	2,6	-	-	5,6	108,8	-	117,2	-	-	5,6	-	-	-	-	-	-
Decapoda	(Cr)	-	-	-	-	-	1,9	14,6	-	100,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ensis (spec.)	(Mol)	-	-	2,6	-	-	11,2	34,2	75,3	**50,2**	-	-	5,6	-	-	-	-	-	-
Cheirocratus sundevallii	(Cr)	-	-	-	-	-	-	73,2	-	50,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nephtys (spec.)	(Po)	33,5	-	15,9	-	-	24,2	4,2	25,1	**50,2**	6,3	-	-	-	-	-	-	-	-
Ampharete acutifrons	(Po)	-	-	1,3	-	-	1,9	60,0	-	33,5	-	-	5,6	-	-	-	-	-	-
Crepidula fornicata	(Mol)	-	-	1,3	**50,2**	-	1,9	145,8	25,1	33,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Eumida (spec.)	(Po)	-	-	-	-	-	14,9	17,4	-	33,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Glycera (spec.)	(Po)	-	-	15,9	-	-	1,9	**89,3**	50,2	16,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kurtiella bidentata	(Mol)	-	50,2	-	-	-	1,9	20,2	-	16,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polynoidae	(Po)	-	-	2,6	-	-	7,4	3,5	-	16,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Autolytus (spec.)	(Po)	-	-	-	-	-	1,9	-	-	16,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bodotria pulchella	(Cr)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	16,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Syllis gracillis	(Po)	-	-	-	-	-	-	-	-	16,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aphelochaeta marioni	(Po)	**301,4**	-	**674,1**	**1155,2**	**75,3**	**381,3**	**2978,0**	**1130,1**	**33,5**	62,8	-	22,3	-	-	-	-	-	-
Venerupis corrugata	(Mol)	-	-	1,3	75,3	-	-	48,8	100,5	-	-	-	11,2	-	-	-	-	-	-
Notomastus latericeus	(Po)	-	25,1	17,2	-	-	20,5	**258,8**	75,3	16,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carcinus maenas	(Cr)	-	-	-	25,1	-	-	7,0	25,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nemertea	(Ne)	-	-	10,6	50,2	-	63,2	13,3	25,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Abra nitida	(Mol)	-	-	2,6	-	-	-	7,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pseudopolydora pulchra	(Po)	-	-	22,5	-	-	18,6	333,4	**50,2**	-	-	-	11,2	-	-	-	-	-	-
Cossura longocirrata	(Po)	-	-	88,6	**150,7**	-	40,9	135,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Veneridae	(Mol)	-	-	-	25,1	-	1,9	45,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Macoma balthica	(Mol)	-	25,1	2,6	**100,5**	-	11,2	25,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Flabelligera affinis	(Po)	-	-	-	25,1	-	-	10,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mya arenaria	(Mol)	-	-	-	25,1	-	1,9	9,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Crassicorophium bonellii	(Cr)	-	-	1,3	-	-	3,7	7,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Exogone naidina	(Po)	-	-	5,3	-	-	-	7,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Idotea (spec.)	(Cr)	-	-	1,3	-	-	1,9	5,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hesionidae	(Po)	-	-	1,3	-	-	3,7	4,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Perioculodes longimanus	(Cr)	-	-	4,0	-	25,1	5,6	4,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pygospio elegans	(Po)	-	-	1,3	-	-	1,9	2,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Neoamphitrite (spec.)	(Po)	16,7	-	1,3	-	-	1,9	2,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PORIFERA	(Sp)	-	-	1,3	25,1	-	-	2,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jassa marmorata	(Cr)	-	-	2,6	-	-	-	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nereis (spec.)	(Po)	16,7	-	1,3	-	-	7,4	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Diastylis bradyi	(Cr)	-	-	1,3	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stenothoidae	(Cr)	-	-	1,3	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polydora cornuta	(Po)	-	-	2,6	25,1	25,1	52,1	7,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Spiophanes bombyx	(Po)	-	-	-	-	-	109,8	23,7	**50,2**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Eteone (spec.)	(Po)	-	-	4,0	-	-	14,9	66,3	50,2	-	-	-	5,6	-	-	-	-	-	-
HYDROZOA	(Hy)	-	-	1,3	-	-	1,9	3,5	25,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Neoamphitrite figulus	(Po)	-	-	2,6	-	-	1,9	21,6	25,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Palaemon (spec.)	(Cr)	-	-	-	-	-	-	-	25,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sthenelais boa	(Po)	-	-	-	-	-	31,6	76,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Monocorophium sextonae	(Cr)	-	-	1,3	-	-	27,9	68,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Microdeutopus anomalus	(Cr)	-	-	-	-	-	29,8	55,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pholoe baltica	(Po)	-	-	-	-	-	37,2	35,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nereis longissima	(Po)	-	-	4,0	-	-	11,2	30,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Microdeutopus (spec.)	(Cr)	-	-	2,6	-	-	3,7	23,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Phyllodoce (spec.)	(Po)	-	-	2,6	-	-	18,6	23,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bodotria scorpioides	(Cr)	-	-	1,3	-	-	1,9	9,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sabella (spec.)	(Po)	-	-	-	-	-	9,3	7,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Melita obtusata	(Cr)	-	-	-	-	-	5,6	6,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Petricola pholadiformis	(Mol)	-	-	-	-	-	5,6	5,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Anoplodactylus petiolatus	(Pyc)	-	-	-	-	-	1,9	4,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ophiura albida	(Ech)	-	-	-	-	-	1,9	4,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aonides oxycephala	(Po)	-	-	-	-	-	1,9	5,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nassarius (spec.)	(Mol)	-	-	-	-	-	5,6	3,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polychaeta (spec.)	(Po)	-	-	-	-	-	7,4	3,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Phyllodoce groenlandica	(Po)	-	-	-	-	-	1,9	2,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nereis virens	(Po)	-	-	-	-	-	1,9	2,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jassa (spec.)	(Cr)	-	-	-	-	-	7,4	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aphroditidae	(Po)	-	-	-	-	-	1,9	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Malmgreniella (spec.)	(Po)	-	-	-	-	-	1,9	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nymphon (spec.)	(Pyc)	-	-	-	-	-	1,9	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Spio martinensis	(Po)	-	-	-	-	-	1,9	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tellina fabula	(Mol)	-	-	-	-	-	3,7	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(vervolg)

		A1	A4	A5	A6	A7	B1	B2	B3	D	E	G	H	I	K	M	N	O	leeg
Mediomastus fragilis	(Po)	-	-	2,6	-	-	-	310,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hemichordata	(Tu)	-	-	1,3	-	-	-	62,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polycirrus (spec.)	(Po)	-	-	2,6	-	-	1,9	59,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Harmothoe impar	(Po)	-	-	-	-	-	-	18,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cheirocratus (spec.)	(Cr)	-	-	-	-	-	-	13,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kefersteinia cirrata	(Po)	-	-	-	-	-	-	7,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TANAIDACEA	(Cr)	-	-	-	-	-	-	7,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Microphthalmus aberrans	(Po)	-	-	-	-	-	-	6,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Balanus crenatus	(Cr)	-	-	-	-	-	-	4,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Eumida sanguinea	(Po)	-	-	-	-	-	-	4,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Eteoninae	(Po)	-	-	-	-	-	-	4,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Melinna elisabethae	(Po)	-	-	-	-	-	-	4,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Amphilochus neapolitanus	(Cr)	-	-	-	-	-	-	3,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lepidonotus squamatus	(Po)	-	-	-	-	-	-	3,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Syllidia armata	(Po)	-	-	-	-	-	-	3,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Achelia echinata	(Pyc)	-	-	-	-	-	-	2,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nephtys cirrosa	(Po)	-	-	-	-	-	-	2,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nicolea zostericola	(Po)	-	-	-	-	-	-	2,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ammothea hilgendorfi	(Pyc)	-	-	-	-	-	-	2,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hippolyte varians	(Cr)	-	-	-	-	-	-	2,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pholoe (spec.)	(Po)	-	-	-	-	-	-	2,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bodotriidae	(Cr)	-	-	-	-	-	-	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hippolyte (spec.)	(Cr)	-	-	-	-	-	-	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lepidonotus (spec.)	(Po)	-	-	-	-	-	-	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lysianassa ceratina	(Cr)	-	-	-	-	-	-	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Platyhelminthes	(Pla)	-	-	-	-	-	-	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Proceraea cornuta	(Po)	-	-	-	-	-	-	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Amphipoda (spec.)	(Cr)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Arenicola marina	(Po)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Atylidae	(Cr)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Atylus swammerdami	(Cr)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Autolytus edwardsi	(Po)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Autylus prolifer	(Po)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ciona intestinalis	(Tu)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Crassostrea gigas	(Mol)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Elminius modestus	(Cr)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Epitonium clathrus	(Mol)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Eulalia viridis	(Po)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Harmothoe imbricata	(Po)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Liocarcinus holsatus	(Cr)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Liocarcinus navigator	(Cr)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lumbrineridae	(Po)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Macropodia (spec.)	(Cr)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Macropodia rostrata	(Cr)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Magelona (spec.)	(Po)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Monocorophium acherusicum	(Cr)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ophiodromus flexuosus	(Po)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pectinaria koreni	(Po)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Poecilochaetus serpens	(Po)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polydora ciliata	(Po)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SABELLIDA	(Po)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Scolelepis fuliginosa	(Po)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stenothoe marina	(Cr)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stenothoe monoculoides	(Cr)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Terebellidae	(Po)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Melita (spec.)	(Cr)	-	-	-	-	-	7,4	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ophiura ophiura	(Ech)	-	-	-	-	-	7,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bathyporeia (spec.)	(Cr)	-	-	-	-	-	3,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gastropoda	(Mol)	-	-	-	-	-	3,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polydora (spec.)	(Po)	-		-	-	-	1,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Spio (spec.)	(Po)	-	-	-	-	-	1,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Spionidae	(Po)	-	-	-	-	-	1,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tellina tenuis	(Mol)	-	-	-	-	-	1,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gammarus (spec.)	(Cr)	-	-	2,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Echiurus echiurus	(Echiura)	-	25,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Echinocardium cordatum	(Ech)	50,2	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tellimya ferruginosa	(Mol)	16,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Index (base 2)		1,805	1,674	2,149	2,689	2,047	2,816	3,022	3,280	3,043	1,130	1,567	2,099	1,955	1,252	0,000	0,000	0,000	****
Evenness		0,623	0,704	0,674	0,709	0,946	0,728	0,663	0,810	0,891	0,527	0,793	0,842	0,842	0,790	0,000	0,000	0,000	****
gemiddeld aantal soorten		7,3	5,0	9,5	14,5	4,5	15,5	24,3	17,0	12,3	3,8	4,2	6,4	5,0	3,0	1,0	1,0	1,0	0,0
dichtheid		4219,0	703,2	3888,6	2687,1	326,5	4574,3	12572,7	3063,8	1573,8	1054,8	964,3	898,5	452,0	301,4	50,2	50,2	50,2	0,0
totaal aantal soorten		12	8	70	22	7	95	163	27	29	13	15	26	9	3	1	1	1	1
n stations		3	2	38	2	2	27	72	2	3	8	5	9	2	1	1	1	1	1

Bijlage 6 Ruwe data sedimentvallen en sediment dikte

Inhoud van de sedimentvallen, fracties in $g.m^{-2}.dag^{-1}$.

september	1	2	3	4	5	6	7	8
3.5 meter	Burg	Sch-w	Sch-o	Kis	Zie-gr	Zie	Zeel	Wem
in:	21-08	18-08	17-08	17-08		19-08	19-08	20-08
uit:	22-09	14-09	14-09	21-09		11-09	21-09	16-09
n dagen:	32	27	28	35		23	33	27
>2.8	214,5	0,0	59,5	3,2		1,6	2,3	2,4
2.8-1.4	50,9	0,0	114,3	1,3		0,8	0,3	0,3
1.4-0.6	229,9	0,3	377,7	4,5		1,6	2,5	1,0
0.6-0.3	117,1	0,7	178,4	2,4		2,8	18,9	2,8
0.3-0.15	86,3	5,5	34,5	7,2		10,5	28,5	9,0
0.15-0.09	207,0	18,6	23,6	25,2		9,3	22,5	63,0
0.09-0.05	157,2	22,4	34,2	43,6		25,5	12,7	34,8
<0.05	679,3	385,5	520,5	666,2		259,6	190,8	414,1
% org in slib	8,6	8,4	11,4	7,8		7,5	8,7	9,5

september	1	2	3	4	5	6	7	8
7.5 meter	Burg	Sch-w	Sch-o	Kis	Zie-gr	Zie	Zeel	Wem
in:	21-08	18-08	17-08	17-08		19-08	19-08	20-08
uit:	22-09	14-09	14-09	21-09		11-09	21-09	16-09
n dagen:	32	27	28	35		23	33	27
>2.8	192,7	0,7	1,7	2,1		0,0	6,5	0,0
2.8-1.4	5,2	0,3	38,5	1,1		0,0	2,5	1,7
1.4-0.6	334,8	0,7	131,5	5,0		0,4	6,8	0,3
0.6-0.3	371,2	2,1	70,1	0,5		2,4	10,1	1,4
0.3-0.15	66,6	6,2	31,9	9,0		6,9	15,8	11,4
0.15-0.09	118,3	19,3	47,8	21,0		11,3	16,9	97,5
0.09-0.05	120,9	17,2	41,5	39,3		20,6	13,0	84,7
<0.05	764,4	656,3	697,9	717,3		24,7	173,9	272,8
% org in slib	12,3	8,1	8,3	9,0		8,2	8,6	8,5

september	1	2	3	4	5	6	7	8
15 meter	Burg	Sch-w	Sch-o	Kis	Zie-gr	Zie	Zeel	Wem
in:	21-08	18-08	17-08	17-08		19-08	19-08	20-08
uit:	22-09	14-09	14-09	21-09		11-09	21-09	-
n dagen:	32	27	28	35		23	33	
>2.8	198,2	0,0	419,2	0,8		0,4	0,3	
2.8-1.4	216,0	0,0	1095,2	0,3		0,0	1,1	
1.4-0.6	1380,9	0,3	711,2	1,1		2,0	1,4	
0.6-0.3	523,8	2,4	66,4	0,3		14,6	3,7	
0.3-0.15	106,4	12,7	145,5	2,7		29,1	15,2	
0.15-0.09	188,1	59,9	90,4	18,1		29,9	16,9	
0.09-0.05	82,3	46,9	143,5	41,2		60,7	13,0	
<0.05	719,4	79,6	795,9	852,5		563,7	235,1	
% org in slib	12,5	5,7	15,8	7,4		8,1	9,0	

(vervolg).

oktober	1	2	3	4	5	6	7	8
3.5 meter	Burg	Sch-w	Sch-o	Kis	Zie-gr	Zie	Zeel	Wem
in:	22-09	14-09	14-09	21-09		11-09	21-09	16-09
uit:	13-10	13-10	12-10	12-10		14-10	14-10	15-10
n dagen:	21	29	28	21		33	23	29
>2.8	337,9	0,0	0,3	2,7		0,0	0,0	58,4
2.8-1.4	35,0	1,3	140,8	1,8		0,0	0,0	2,9
1.4-0.6	129,8	2,2	483,0	1,8		0,6	0,4	6,7
0.6-0.3	38,1	0,6	120,3	0,9		1,7	0,8	1,6
0.3-0.15	27,9	11,5	43,5	34,5		6,5	15,4	5,5
0.15-0.09	58,0	18,0	39,5	24,4		6,5	15,0	27,6
0.09-0.05	53,6	24,1	61,8	23,0		14,7	9,3	36,2
<0.05	64,2	339,7	522,9	374,7		252,0	111,2	298,0
% org in slib	6,2	8,7	11,2	9,2		8,6	8,0	9,7

oktober	1	2	3	4	5	6	7	8
7.5 meter	Burg	Sch-w	Sch-o	Kis	Zie-gr	Zie	Zeel	Wem
in:	22-09	14-09	14-09	21-09	11-09	11-09	21-09	16-09
uit:	13-10	13-10	12-10	12-10	14-10	14-10	14-10	15-10
n dagen:	21	29	28	21	33	33	23	29
>2.8	664,4	0,0	64,1	0,4	0,3	0,6	4,9	18,6
2.8-1.4	5,3	0,0	454,8	0,4	0,3	0,3	0,0	2,9
1.4-0.6	13,7	0,6	96,7	1,3	1,4	0,8	0,4	6,4
0.6-0.3	16,8	1,0	209,9	0,9	0,3	1,4	2,8	1,6
0.3-0.15	23,9	16,4	31,2	28,3	9,6	6,5	16,6	9,6
0.15-0.09	60,7	18,6	51,8	34,1	17,5	6,8	17,0	76,3
0.09-0.05	46,1	44,3	43,5	46,9	24,8	14,9	11,7	66,7
<0.05	71,8	657,8	484,7	325,1	332,0	241,3	105,5	356,7
% org in slib	8,6	7,9	13,8	8,0	8,4	8,4	8,0	9,4

oktober	1	2	3	4	5	6	7	8
15 meter	Burg	Sch-w	Sch-o	Kis	Zie-gr	Zie	Zeel	Wem
in:	22-09	14-09	14-09	21-09	11-09	11-09	21-09	16-09
uit:	13-10	13-10	12-10	12-10	14-10	14-10	14-10	-
n dagen:	21	29	28	21	33	33	23	
>2.8	20,4	2,6	0,0	0,0	12,7	3,9	0,0	
2.8-1.4	15,1	0,3	0,0	0,4	0,3	0,3	0,0	
1.4-0.6	188,7	1,3	0,0	0,9	0,8	0,6	0,4	
0.6-0.3	348,1	0,6	0,0	0,9	0,0	0,6	2,0	
0.3-0.15	50,0	13,8	1,7	7,1	2,5	6,2	9,3	
0.15-0.09	112,9	50,7	2,0	23,0	16,1	16,6	22,6	
0.09-0.05	89,5	55,8	0,7	46,1	34,4	27,1	15,4	
<0.05	510,7	764,9	2,0	447,8	510,4	351,2	184,0	
% org in slib	11,7	8,8	16,7	8,4	8,8	9,0	9,0	

Sedimentdikte op vier transecten bij de Schelphoek-westII.

transect: west			transect: west-midden			transect: midden-oost			transect: oost		
N51 41,132; O3 48.719			N51 41,128; O3 48,753			N51 41,122; O3 48,785			N51 41,118; O3 48.827		
N51 41,153; O3 48,749			N51 41,150; O3 48,776			N51 41,142; O3 48,802			N51 41,142; O3 48,823		
substraat	diepte NAP	sed in m	substraat	diepte NAP	sed in m	substraat	diepte NAP	sed in m	substraat	diepte NAP	sed in m
grind	14,7	0,00	grind	13,9	0,14	grind	15,8	0,04	grind	16,0	0,02
grind	14,5	0,00	grind	13,7	0,10	grind	15,7	0,02	grind	15,9	0,01
grind	14,4	0,01	grind	13,6	0,02	grind	15,6	0,04	grind	15,8	0,01
grind	14,4	0,01	grind	13,6	0,02	grind	15,5	0,04	grind	15,7	0,03
grind	14,2	0,01	grind	13,6	0,01	grind	15,4	0,08	grind	15,6	0,01
grind	14,1	0,03	grind	13,4	0,01	grind	15,2	0,03	grind	15,4	0,01
grind	14,0	0,04	grind	13,2	0,03	grind	15,0	0,03	grind	15,2	0,02
grind	14,0	0,02	grind	12,8	0,03	grind	14,8	0,01	grind	15,0	0,02
grind	13,8	0,01	grind	12,5	0,09	grind	14,7	0,04	grind	14,8	0,02
grind	13,7	0,02	grind	12,4	0,13	grind	14,5	0,05	steen	14,5	0,02
grind	13,6	0,02	grind	12,2	0,14	steen	14,3	0,03	steen	14,4	0,00
grind	13,5	0,02	grind	12,1	0,21	steen	14,1	0,04	steen	14,1	0,00
grind	13,4	0,01	grind	12,0	0,20	steen	14,1	0,01	steen	14,0	0,02
grind	13,2	0,01	grind	11,7	0,20	grind	14,0	0,01	steen	14,0	0,01
grind	13,0	0,02	grind	11,6	0,15	grind	13,8	0,04	steen	13,7	0,07
steen	12,6	0,00	grind	11,6	0,16	grind	13,7	0,01	steen	13,7	0,03
grind	12,6	0,01	grind	11,4	0,10	grind	13,5	0,05	steen	13,3	0,07
grind	12,5	0,02	grind	11,3	0,13	grind	13,3	0,03	steen	13,2	0,03
grind	12,4	0,02	grind	11,3	0,12	grind	13,2	0,01	steen	13,0	0,01
grind	12,4	0,01	grind	11,1	0,14	grind	13,1	0,01	steen	12,9	0,02
grind	12,3	0,02	grind	11,0	0,11	grind	12,8	0,01	grind	12,8	0,03
grind	12,2	0,01	grind	11,0	0,11	grind	12,6	0,03	grind	12,5	0,03
grind	12,1	0,01	grind	10,8	0,14	grind	12,6	0,05	grind	12,3	0,03
grind	11,9	0,02	grind	10,7	0,07	grind	12,5	0,02	grind	12,1	0,06
grind	11,8	0,03	grind	10,6	0,07	grind	12,4	0,03	grind	11,9	0,10
grind	11,8	0,02	grind	10,4	0,05	grind	12,3	0,1	grind	11,9	0,12
grind	11,7	0,02	grind	10,3	0,03	grind	12,1	0,02	grind	11,9	0,16
grind	11,6	0,00	grind	10,1	0,01	grind	11,9	0,02	grind	11,8	0,13
grind	11,5	0,02	grind	9,9	0,01	grind	11,7	0,02	grind	11,7	0,15
grind	11,4	0,00	grind	9,8	0,02	grind	11,4	0,01	grind	11,5	0,01
grind	11,3	0,00	grind	9,6	0,02	grind	11,3	0,02	grind	11,3	0,01
grind	11,2	0,02	grind	9,4	0,02	grind	11,0	0,03	grind	11,1	0,04
grind	11,1	0,02	grind	9,2	0,02	grind	10,7	0,04	grind	10,9	0,01
grind	10,9	0,01	grind	9,2	0,02	grind	10,6	0,03	grind	10,7	0,02
grind	10,9	0,03	grind	9,0	0,01	grind	10,3	0,02	grind	10,5	0,02
grind	10,8	0,06	grind	8,9	0,01	grind	10,2	0,02	grind	10,3	0,02
grind	10,8	0,06	grind	8,8	0,02	grind	10,0	0,02	grind	10,1	0,01
grind	10,7	0,04	steen	8,2	0,01	grind	9,9	0,02	grind	9,9	0,01
grind	10,6	0,05	steen	7,9	0,02	grind	9,7	0,03	grind	9,7	0,02
grind	10,6	0,03	steen	7,6	0,13	grind	9,6	0,02	grind	9,5	0,02
grind	10,4	0,04	steen	7,4	0,06	grind	9,5	0,03	grind	9,3	0,01
steen	10,3	0,01	steen	7,5	0,07	grind	9,4	0,01	grind	9,1	0,02
grind	10,2	0,02	steen	7,4	0,06	grind	9,3	0,01	grind	8,8	0,03
grind	10,1	0,01	steen	7,3	0,08	grind	9,1	0,03	grind	8,6	0,03
grind	10,1	0,01	grind	7,1	0,03	grind	8,9	0,01	grind	8,4	0,01
grind	9,9	0,03	grind	6,8	0,01	grind	8,8	0,02	grind	8,2	0,02
grind	9,7	0,01	grind	6,6	0,02	grind	8,6	0,02	grind	8,0	0,02
grind	9,5	0,01	grind	6,4	0,02	grind	8,5	0,01	grind	8,0	0,01

(vervolg).

substraat	diepte NAP	sed in m	substraat	diepte NAP	sed in m	substraat	diepte NAP	sed in m	substraat	diepte NAP	sed in m
grind	9,5	0,02	grind	6,3	0,01	grind	8,3	0,02	grind	7,6	0,02
grind	9,2	0,01	grind	6,1	0,02	grind	8,0	0,05	grind	7,5	0,02
grind	9,1	0,00	grind	6,0	0,01	grind	7,8	0,02	grind	7,5	0,01
grind	9,1	0,01	grind	5,9	0,01	grind	7,6	0,02	grind	7,1	0,07
grind	9,0	0,03	grind	5,7	0,02	grind	7,4	0,01	grind	6,9	0,03
grind	8,9	0,01	grind	5,5	0,09	grind	7,3	0,03	grind	6,6	0,02
grind	8,7	0,02	grind	5,3	0,05	steen	7,0	0,15	grind	6,4	0,01
grind	8,5	0,03	grind	5,1	0,02	steen	6,9	0,18	grind	6,2	0,02
grind	8,3	0,01	grind	4,9	0,02	steen	6,7	0,13	steen	6,0	0,01
grind	8,1	0,04	grind	4,8	0,03	grind	6,5	0,01	steen	5,9	0,04
grind	8,0	0,02	grind	4,6	0,04	grind	6,3	0,05	steen	5,5	0,00
grind	8,0	0,02	grind	4,3	0,05	grind	6,1	0,12	steen	5,4	0,00
grind	7,9	0,01	grind	4,2	0,05	grind	5,9	0,21	steen	5,1	0,00
grind	7,8	0,01	grind	4,1	0,02	grind	5,7	0,12	steen	4,9	0,00
grind	7,7	0,01	grind	3,9	0,02	grind	5,5	0,14	steen	4,7	0,00
grind	7,6	0,01	grind	3,7	0,05	grind	5,4	0,11	steen	4,8	0,00
grind	7,4	0,02	steen	3,2	0,03	grind	5,2	0,15	steen	4,8	0,00
grind	7,3	0,01	steen	2,7	0,02	grind	4,9	0,13	steen	4,9	0,00
grind	7,0	0,02	steen	2,2	0,00	grind	4,8	0,12	steen	5,0	0,00
grind	7,0	0,01	steen	2,7	0,02	grind	4,6	0,09	steen	4,9	0,00
grind	6,9	0,03	steen	2,3	0,01	grind	4,5	0,06			
grind	6,9	0,03	steen	2,0	0,01	grind	4,3	0,08			
grind	6,8	0,01				grind	4,1	0,18			
grind	6,7	0,02				grind	4,0	0,13			
grind	6,6	0,01				grind	3,7	0,05			
grind	6,5	0,01				steen	3,6	0,09			
grind	6,2	0,01				steen	3,2	0,04			
grind	6,1	0,01				steen	3,2	0,03			
grind	6,0	0,01									
grind	5,9	0,00									
grind	5,7	0,01									
grind	5,6	0,01									
grind	5,6	0,01									
grind	5,5	0,01									
grind	5,4	0,01									
grind	5,4	0,01									
grind	5,2	0,01									
grind	5,0	0,02									
grind	5,1	0,03									
grind	4,9	0,02									
grind	4,7	0,01									
grind	4,5	0,01									
grind	4,3	0,00									
grind	4,3	0,01									
grind	4,2	0,02									
grind	4,0	0,02									
grind	3,9	0,02									
grind	3,9	0,03									
grind	3,7	0,00									
grind	3,8	0,04									
grind	3,7	0,01									
steen	3,4	0,00									
steen	3,2	0,00									
steen	2,9	0,00									
steen	2,6	0,00									
steen	2,5	0,00									
steen	2,5	0,00									
steen	2,4	0,00									
steen	2,2	0,00									

Bijlage 7. Ruwe data zware metalen

Gehalten aan de zware metalen (mg/kg droge stof) aluminium (Al), arseen (As), barium (Ba), cadmium (Cd), kobalt (Co), chroom (Cr), koper (Cu), ijzer (Fe), kwik (Hg), mangaan (Mn) molybdeen (Mo), nikkel (Ni), lood (Pb), antimoon (Sb), seleen (Se), vanadium (V), zink (Zn) in mg/kg droge stof en pollution load index (PLI) voor mosselen bemonsterd op locaties in de Oosterschelde in 2015. Type= type dijkversteviging waarbij REF = referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = nabij staalslak en breuksteen bestortingen op pijler van de Zeelandbrug.

ID	Loc	Type	Al	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	V	Zn	PLI	Drc
9	Zld pijler	SSBS	20	13	2.13	0.6	1.01	1.91	9.4	136	0.181	26	2.56	2.29	1.26	<0.066	3.43	<0.133	1.29	88	4.25	
0	Zld pijler	SSBS	18	12	0.392	0.594	0.992	0.994	7.1	133	0.183	16	2.7	1.92	1.42	<0.087	3.65	<0.174	0.894	86	3.38	
1	Zld pijler	SSBS	24	14	0.611	0.807	1.46	1.65	8.8	187	0.209	22	4.17	2.72	2.29	<0.086	4.1	<0.172	2.28	113	4.81	
2	Zld pijler	SSBS	23	13	0.751	0.619	0.932	1.01	8.5	154	0.179	18	2.05	1.72	1.38	<0.069	3.35	<0.137	1.26	97	3.67	
3	Zld pijler	SSBS	17	11	0.343	0.657	0.911	1.09	8.3	142	0.177	14	1.86	1.84	1.39	<0.09	3.4	<0.181	0.941	100	3.27	
4	Zld pijler	SSBS	28	13	0.496	0.625	1.06	1.25	11	160	0.195	15	2.98	2.08	1.37	<0.088	4.04	<0.177	1.6	92	3.99	

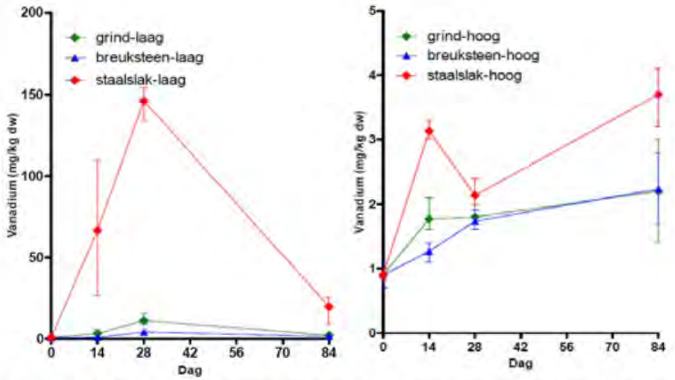
(Vervolg)

Gehalten aan de zware metalen (mg/kg droge stof) aluminium (Al), arseen (As), barium (Ba), cadmium (Cd), kobalt (Co), chroom (Cr), koper (Cu), ijzer (Fe), kwik (Hg), mangaan (Mn) molybdeen (Mo), nikkel (Ni), lood (Pb), antimoon (Sb), seleen (Se), vanadium (V), zink (Zn) in mg/kg droge stof, pollution load index (PLI) en droge stof (%) voor oesters bemonsterd op locaties in de Oosterschelde in 2015. Type= type dijkversteviging waarbij REF = referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = nabij staalslak en breuksteen bestortingen op pijler van de Zeelandbrug.

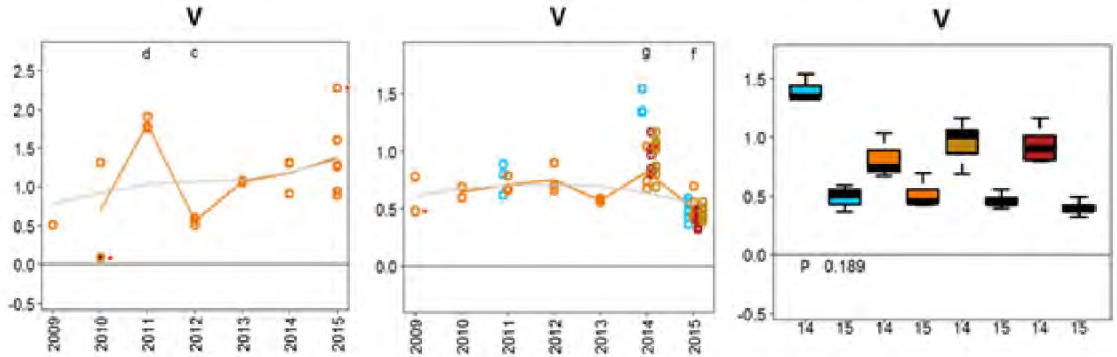
MonsterID	Loc	Type	Al	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	V	Zn	PLI	Droge stof
2015_001	Zldwest	BS	5.4	17	0.293	0.769	0.269	0.12	63	137	0.125	62	0.906	0.319	0.513	<0.088	4.04	<0.175	0.325	1113	2.73	11
2015_002	Zldwest	BS	6.6	15	0.33	0.85	0.223	0.155	88	154	0.129	46	0.993	0.343	0.497	<0.094	3.38	<0.188	0.379	1173	2.86	11
2015_003	Zldwest	BS	5.6	15	0.32	0.871	0.221	0.135	79	138	0.121	52	0.978	0.384	0.447	<0.101	3.58	<0.201	0.341	1226	2.77	9.9
2015_004	Zldwest	SS	5.2	16	0.305	0.835	0.266	0.161	86	147	0.148	58	1.18	0.41	0.505	<0.097	4.34	<0.194	0.446	1379	3.08	10
2015_005	Zldwest	SS	10	17	0.361	0.813	0.233	0.132	59	162	0.124	49	1.09	0.437	0.527	<0.101	3.94	<0.201	0.517	1007	3.01	9.9
2015_006	Zldwest	SS	14	13	0.34	0.803	0.248	0.138	68	155	0.118	61	1.19	0.37	0.515	<0.105	3.66	<0.21	0.489	1224	3.06	9.5
2015_007	Zldmidden	BS	14	15	0.287	0.913	0.243	0.193	64	157	0.134	56	1.09	0.422	0.52	<0.097	3.75	<0.194	0.49	1208	3.16	10
2015_008	Zldmidden	BS	16	13	0.295	0.973	0.224	0.167	89	174	0.118	40	1.02	0.377	0.52	<0.1	3.65	<0.201	0.424	1436	3.1	10
2015_009	Zldmidden	BS	9.6	14	0.618	0.861	0.243	0.142	77	157	0.113	45	1.15	0.373	0.538	<0.097	3.76	<0.194	0.475	1307	3.13	10
2015_010	Zldmidden	SS	11	15	0.323	0.989	0.246	0.147	76	144	0.136	41	1.05	0.364	0.514	<0.096	3.81	<0.193	0.425	1350	3.02	10
2015_011	Zldmidden	SS	8	15	0.256	0.747	0.244	0.136	82	131	0.135	47	1.01	0.33	0.438	<0.088	3.9	<0.176	0.432	1225	2.81	11
2015_012	Zldmidden	SS	8.7	14	0.385	0.966	0.235	0.158	86	153	0.151	55	1.23	0.366	0.529	<0.094	3.69	<0.189	0.435	1501	3.18	11
2015_013	Zldoost	BS	9.6	22	0.317	0.867	0.22	0.127	77	143	0.124	40	0.918	0.394	0.465	<0.093	3.54	<0.187	0.388	1195	2.89	11
2015_014	Zldoost	BS	6.3	13	0.289	0.785	0.222	0.135	64	141	0.107	38	0.853	0.328	0.461	<0.096	3.43	<0.192	0.373	1040	2.57	10
2015_015	Zldoost	BS	10	12	0.329	0.826	0.223	0.124	67	146	0.115	47	0.963	0.489	0.496	<0.101	3.64	<0.203	0.399	1038	2.83	9.9
2015_016	Zldoost	SS	14	14	0.35	0.861	0.246	0.263	53	199	0.126	43	1.3	0.433	0.61	<0.086	4.38	<0.171	0.553	921	3.27	12
2015_017	Zldoost	SS	7.5	12	0.294	0.765	0.213	0.117	51	147	0.121	41	0.967	0.368	0.492	<0.104	3.58	<0.209	0.396	886	2.6	9.6
2015_018	Zldoost	SS	5.1	14	0.479	0.923	0.241	0.136	71	142	0.14	48	1.23	0.458	0.495	<0.103	4.07	<0.207	0.446	1204	3	9.7
2015_025	Zuidbout	Ref	5.7	15	0.238	1.13	0.288	0.164	193	156	0.199	46	0.724	0.349	0.553	<0.09	3.59	<0.181	0.47	2323	3.25	11
2015_026	Zuidbout	Ref	15	14	0.281	1.04	0.326	0.384	276	181	0.215	34	0.621	0.808	0.595	<0.095	3.25	<0.189	0.591	2764	4.02	11
2015_027	Zuidbout	Ref	12	13	0.404	1.01	0.272	0.215	208	161	0.174	39	0.753	0.415	0.576	<0.101	3.56	<0.203	0.557	2914	3.63	9.9
2015_028	Zuidbout	Ref	8.6	13	0.315	0.941	0.239	0.174	154	132	0.163	30	0.571	0.339	0.599	<0.093	3.24	<0.186	0.429	1930	3.01	11
2015_029	Zuidbout	Ref	7.1	13	0.249	0.831	0.23	0.15	90	145	0.153	35	0.635	0.322	0.5	<0.086	3.02	<0.171	0.369	1363	2.68	12
2015_030	Zuidbout	Ref	8.9	14	0.264	0.909	0.274	0.201	154	150	0.2	39	0.723	0.388	0.466	<0.097	3.3	<0.195	0.551	2096	3.24	10
2015_031	Zldpijler	SSBS	13	18	0.913	0.961	0.293	0.21	147	170	0.201	31	1.14	0.442	0.473	<0.1	4.05	<0.201	0.555	1888	3.81	10
2015_032	Zldpijler	SSBS	10	15	0.361	1	0.241	0.143	154	152	0.155	25	1.27	0.445	0.375	<0.094	4.23	<0.189	0.447	1895	3.22	11
2015_033	Zldpijler	SSBS	11	14	0.352	0.812	0.239	0.145	96	141	0.136	29	1.03	0.436	0.478	<0.101	3.86	<0.201	0.42	1494	2.98	9.9
2015_034	Zldpijler	SSBS	79	14	0.589	0.831	0.249	0.328	83	245	0.134	31	1	0.442	0.581	<0.089	3.67	<0.178	0.694	1155	3.9	11
2015_035	Zldpijler	SSBS	5.9	14	0.342	0.986	0.242	0.125	99	151	0.162	39	1.22	0.416	0.48	<0.098	3.95	<0.196	0.443	1317	3.01	10
2015_036	Zldpijler	SSBS	7	18	0.55	0.993	0.263	0.144	99	137	0.166	27	1.21	0.501	0.49	<0.112	3.67	<0.224	0.457	1723	3.22	8.9

Bijlage 8. Relevante figuren mesocosm experiment 2015

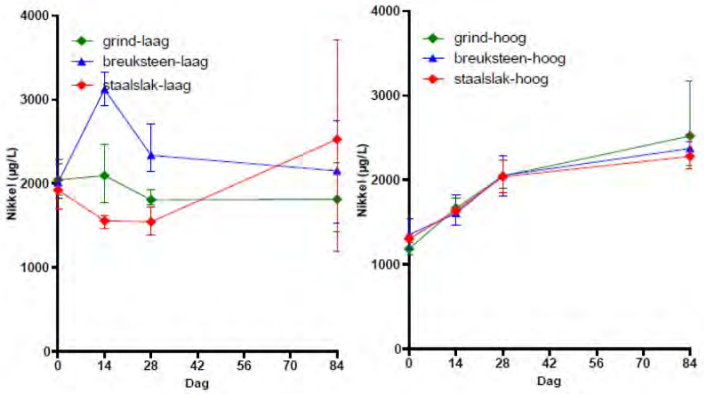
(zie Foekema e.a., 2016)



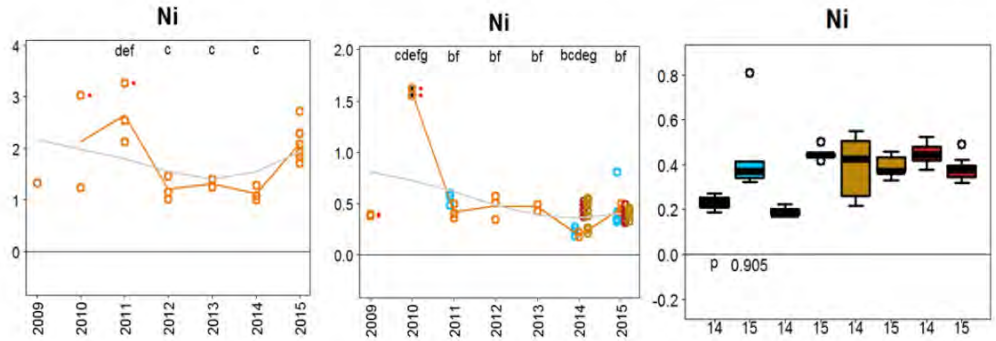
Figuur 1 Vanadium concentraties in mosselen tijdens het mesocosm experiment (Foekema e.a., 2016). Links: vanadium concentraties in mosselen bij een lage water verversing; rechts: vanadium concentraties in mosselen bij een voor de Oosterschelde representatieve water verversing.



Figuur 2 .Vanadium concentraties in schelpdieren tijdens de veldmonitoring. Links: vanadium concentraties in mosselen bij de Zeelandbrug in de periode 2009-2015; midden: vanadium concentraties in oesters bij de Zeelandbrug in de periode 2009-2015; rechts: spreiding in vanadium gehalte (mg/kg droge stof) in oesterweefsel in 2014 en 2015 bemonsterd op de referentielocatie Zuidbout (blauw), op de pijler van de Zeelandbrug (nabij staalslak en breuksteen bestortingen)(oranje), op een ondergrond van staalslakken (geel) en op een ondergrond van breukstenen (rood).



Figuur 3. Nikkel concentraties in mosselen tijdens het mesocosm experiment (Foekema e.a., 2016). Links: nikkel concentraties in water bij een lage water verversing; rechts: nikkel concentraties in water bij een voor de Oosterschelde representatieve water verversing.



Figuur 4 Nikkel concentraties in schelpdieren tijdens de veldmonitoring. Links: nikkel concentraties in mosselen bij de Zeelandbrug in de periode 2009-2015; midden: nikkel concentraties in oesters bij de Zeelandbrug in de periode 2009-2015; rechts: spreiding in nikkel gehalte (mg/kg droge stof) in oesterweefsel in 2014 en 2015 bemonsterd op de referentielocatie Zuidbout (blauw), op de pijler van de Zeelandbrug (nabij staalslak en breuksteen bestortingen)(oranje), op een ondergrond van staalslakken (geel) en op een ondergrond van breukstenen (rood).

Tabel 1. Gemeten minimum en maximum concentraties van enkele relevante metalen in mosselen tijdens de mesocosm studie met respectievelijk grind, breuksteen en staalslakken (en hoge en lage waterverversing), en de veldmonitoring 2009-2014 (Foekema e.a., 2016).

Mossel *M. edulis*		Grind Hoog	Grind laag	Breuksteen hoog	Breuksteen laag	Staalslak hoog	Staalslak laag	Veld
Cadmium (μg/kg ds)	Min	432	493	418	471	405	463	415
	Max	441	682	455	637	445	658	556
Mangaan (mg/kg ds)	Min	6.2	8.0	6.7	7.4	7.0	7.7	8.0
	Max	21	23	23	23	19	16	47
Molybdeen (μg/kg ds)	Min	443	402	471	425	447	360	1695
	Max	588	491	525	472	536	475	2966
Nikkel (μg/kg ds)	Min	1353	2012	1186	1807	1305	1547	1002
	Max	2373	3119	2522	2095	2281	2526	19473
Vanadium (mg/kg ds)	Min	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9
	Max	2	4	2	11	4	146	10

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

Gehaltes aan zware metalen in biota op stort- en referentielocaties in de Oosterschelde & Westerschelde. Data rapport 2014

[redacted], [redacted], [redacted] & [redacted]

Technisch rapport C079/15




IMARES Wageningen UR

(IMARES - Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies)

Opdrachtgever: RWS Zeeland / Waterdienst
Poelendaelesingel 18
4335 JA Middelburg

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van Rijkswaterstaat

Publicatiedatum: 20 mei 2015

IMARES WAGENINGEN UR

IMARES is:

- een onafhankelijk, objectief en gezaghebbend instituut dat kennis levert die noodzakelijk is voor integrale duurzame bescherming, exploitatie en ruimtelijk gebruik van de zee en kustzones;
- een instituut dat de benodigde kennis levert voor een geïntegreerde duurzame bescherming, exploitatie en ruimtelijk gebruik van zee en kustzones;
- een belangrijke, proactieve speler in nationale en internationale mariene onderzoeksnetwerken (zoals ICES en EFARO).

P.O. Box 68	P.O. Box 77	P.O. Box 57	P.O. Box 167
1970 AB IJmuiden	4400 AB Yerseke	1780 AB Den Helder	1790 AD Den Burg Texel
Phone: +31 (0)317 48 09 00	Phone: +31 (0)317 48 09 00	Phone: +31 (0)317 48 09 00	Phone: +31 (0)317 48 09 00
Fax: +31 (0)317 48 73 26	Fax: +31 (0)317 48 73 59	Fax: +31 (0)223 63 06 87	Fax: +31 (0)317 48 73 62
E-Mail: imares@wur.nl	E-Mail: imares@wur.nl	E-Mail: imares@wur.nl	E-Mail: imares@wur.nl
www.imares.wur.nl	www.imares.wur.nl	www.imares.wur.nl	www.imares.wur.nl

© 2014 IMARES Wageningen UR

IMARES, onderdeel van Stichting DLO.
KvK nr. 09098104,
IMARES BTW nr. NL 8113.83.696.B16.
Code BIC/SWIFT address: RABONL2U
IBAN code: NL 73 RABO 0373599285

De Directie van IMARES is niet aansprakelijk voor gevolgschade, noch voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van IMARES; opdrachtgever vrijwaart IMARES van aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van de opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag weergegeven en/of gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier gebruikt worden zonder schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

Inhoudsopgave

Samenvatting 5

1 Inleiding 7

2 Methoden 9

2.1 Bemonstering biota 9

2.2 Analysemethode & detectielimiet 9

2.3 Berekening Pollution Load Index 10

2.4 Data analyse 10

2.4.1 Trends in de tijd voor mossel, oester en zakpijp op de Zeelandbrug Pijler 10

2.4.2 Vergelijking tussen soorten, locaties en type stort 11

3 Resultaten 13

3.1 Trend in de tijd voor locatie Zeelandbrugpijler (2009-2014) 13

3.1.1 Mosselen (Mytilus edulis) 13

3.1.2 Japanse oester (Crassostrea gigas) 13

3.1.3 Zakpijp (Ciona intestinalis) 14

3.2 Vergelijking tussen soorten, locaties en type stort materiaal 14

3.2.1 Verschillen tussen soorten 15

3.2.2 Verschillen tussen bemonsteringslocaties 17

3.2.3 Effecten van het type stort materiaal 19

4 Discussie 22

4.1 Trend in metaalgehalten in schelpdieren en zakpijpen 22

4.2 Verschillen in metaalaccumulatie tussen soorten 24

4.3 Verschillen tussen locaties en bekken 25

4.4 Effecten van type stort materiaal 25

5 Conclusie en aanbevelingen 26

5.1 Conclusie 26

5.2 Aanbevelingen 26

Kwaliteitsborging 28

Referenties 29

Verantwoording 31

Bijlage A. Overzicht van biota bemonsteringen 32

Bijlage B. Trend in concentratie metalen, droge stof en PLI 33

Bijlage C. Verschillen in metaalaccumulatie tussen soorten 36

Bijlage D: Verschillen in metaalaccumulatie tussen locaties 38

Bijlage E. Effect type ondergrond in metaalaccumulatie 40

Bijlage F. OSPAR normoverschrijdingen 63

Bijlage G. Overzicht bemonsteringen - Oosterschelde 64

Bijlage H. Overzicht bemonsteringen - Westerschelde 70

Bijlage I. Ruwe data zware metalen 73

Samenvatting

Om erosie van de oevers en geulwanden tegen te gaan, is er in 2008 (pilot) en 2009 (structureel) begonnen om 'bestortingen' uit te voeren om de oevers te beschermen. Deze bestortingen zijn uitgevoerd met staalslakken (SS) en breukstenen (BS). Om met zekerheid vast te kunnen stellen dat als gevolg van deze bestortingen geen negatieve effecten optreden op het mariene milieu is een monitoringsprogramma ingevoerd om inzicht te krijgen in gehalten aan zware metalen in aanwezige biota meerdere jaren na het aanbrengen van vooroeververdediging.

Dit rapport beschrijft de resultaten van de metaalanalyses in biota bemonsterd op verschillende locaties in de Oosterschelde en Westerschelde. Hierbij wordt onderscheid gemaakt naar (1) de langlopende reeks voor drie soorten op de Zeelandbrug waarbij ingegaan wordt op de jaarlijkse variatie in metaalconcentratie en een mogelijke trend in de tijd (2009-2014), en (2) de verschillen tussen locaties, type stort en referentielocaties, en verschillen tussen verschillende biota soorten gericht op de uitgebreide bemonstering zoals uitgevoerd in 2014.

Trend in de tijd (2009-2014)

Trendanalyse (2009-2014) van de metaalgehalten in mosselen *Mytilus edulis*, Japanse oesters *Crassostrea gigas* en zakpijpen *Ciona intestinalis* op de Zeelandbrugpijler voorafgaand (T0) en vijf jaar na het storten (T1-T5) van breukstenen en staalslakken laat geen duidelijke verschillen in gehalte voor en na bestorting zien. Daarnaast impliceren de overeenkomsten tussen stort- en referentielocatie, dat in het geval dat er een trend optreedt, deze eerder verklaard kan worden door autonome ontwikkelingen en niet door het storten van de oeververdediging. De variatie in metaalconcentraties tussen jaren komt overeen met overige studies (Mubiana e.a. 2005, 2006), waar soms nog hogere variatie gemeten is wanneer ook seizoen effecten meegenomen werden.

Verschillen tussen soorten, locaties en type stort materiaal (2014 bemonstering)

Uit deze studie blijkt dat de metaalaccumulatie tussen soorten sterk verschillend is en afhankelijk van het soort metaal. Gemiddeld gezien (PLI) liggen metaalgehalten hoger in zakpijpen in vergelijking tot schelpdieren (mosselen en oesters) en kreeften. Dit is echter niet voor alle metalen zo; uitzonderingen waren de hoge gehalten aan kwik en arseen voor kreeften (bruinvlees) en hoge zink gehaltes in oesters.
Enkel voor oesters en blaaswieren zijn verschillen gevonden tussen de bekkens, met gemiddeld hogere waardes (PLI) in de Westerschelde ten opzichte van de Oosterschelde. Het is met de huidige bemonsteringsopzet niet mogelijk te bepalen of dit daadwerkelijk een bekken-effect is of dat dit komt door het geringe aantal monsterpunten in de Westerschelde (n=2) waarvan er tevens één de relatief vervuilde locatie Hoedekenskerke betreft.

Er zijn verschillen gemeten tussen de biota bemonsterd op de stortlocaties ten opzichte van de referentielocaties, de verschillen geven echter geen eenduidig beeld. Er zijn geen soorten of locaties geïdentificeerd die consequent hogere metaalgehalten laten zien voor stortlocaties (BS of SS) wanneer deze vergeleken worden met de bijbehorende referentielocaties, maar de resultaten tonen soms hogere, soms lagere en soms vergelijkbare gehalten.

Conclusies

Op basis van de historische data (trend 2009-2014) en de uitgebreide bemonstering zoals uitgevoerd in 2014 is er geen eenduidig effect gevonden in de metaalgehalten in biota als gevolg van het storten van de oeververdediging met staalslakken en breukstenen. Dit geldt zowel voor de temporele trend als ruimtelijke analyse. Desondanks kunnen we (korte termijn) effecten van type bestorting niet geheel uitsluiten.

Doordat er sprake is van grote jaarlijkse- en ruimtelijke variatie in metaalgehalten is het voor de monitoring in de bekkens belangrijk lange tijdreeksen op te bouwen en voldoende referentieplekken te bemonsteren. Op dit moment is er voor alleen de Zeelandbrug een meerjarige reeks beschikbaar en ligt, over het algemeen, het aantal bemonsteringen op referentielocaties lager dan het aantal bemonsteringen op een ondergrond van staalslakken dan wel breukstenen. Hierdoor is de invloed van wat gemeten wordt op de referentielocaties en wat er gebeurd bij de Zeelandbrug groot voor conclusies die getrokken worden en bestaat er het risico dat conclusies het gevolg zijn van lokale variaties in metaalgehalten die niet veroorzaakt worden door de ondergrond. Het is daarom aan te bevelen om het aantal referentielocatie te vergroten en op meerdere locaties een tijdsserie op te bouwen. De situatie zoals gemeten in dit programma is absoluut relevant omdat het de actuele situatie in de bekkens vertegenwoordigd, maar in de mesocosmstudie, zoals ingezet in 2015 ingezet, kunnen effecten van staalslakken en breukstenen beter geïsoleerd worden van de autonome processen die in de bekkens plaats vinden.

Er zijn voor drie metalen een milieukwaliteitsnorm vastgesteld (OSPAR 2009). In de huidige monitoring wordt kwik niet overschreden terwijl voor lood (vooral in zakpijpen) en cadmium (Japanse oester en in mindere mate voor de mossel en geweispons) wel overschrijdingen waargenomen zijn. Omdat overschrijdingen zowel op de referentie- als op de stortlocaties waargenomen zijn kan dit niet direct toegeschreven worden aan het storten van de staalslakken en breukstenen.

1 Inleiding

De stromingen in de Ooster- en Westerschelde zorgen lokaal voor erosie van de oevers en geulwanden. Om dat proces tegen te gaan, is er in 2008 (pilot) en 2009 (structureel) begonnen om op die locaties waar deze erosie de stabiliteit van de waterkering in gevaar brengt of de reeds bestaande oeverwerken ondermijnt, 'bestortingen' uit te voeren om de oevers te beschermen. Deze bestortingen zijn uitgevoerd met staalslakken en breukstenen. Beide materialen zijn qua fysische eigenschappen goed geschikt voor dijkverzwaring en voldoen aan de kwaliteitseisen uit het Besluit Bodemkwaliteit. Breuksteen is een natuursteen die uit steengroeven wordt gewonnen, en een staalslak is een steenachtig product dat overblijft bij de productie van staal. Door het gebruik van staalslakken en breukstenen kunnen er mogelijk zware metalen in het water terecht komen wat effecten zou kunnen hebben op aanwezige biota.

Welke metalen uitlogen en in welke mate is afhankelijk van de samenstelling van de breukstenen en staalslakken. Het is bekend dat uit breukstenen de volgende metalen uit kunnen logen: arseen (As), barium (Ba), cadmium (Cd), kobalt (Co), molybdeen (Mo), fluoride (F), kwik (Hg), molybdeen (Mo), sulfaat (S), antimoon (Sb), seleen (Se), tin (Sn), vanadium (V). Het aantal metalen dat bekend is bij uitloging van staalslakken is beperkter: aluminium (Al), barium (Ba), cadmium (Cd), chroom (Cr), ijzer (Fe), fluoride (F), mangaan (Mn), molybdeen (Mo), antimoon (Sb), seleen (Se) en vanadium (V) (zie Heuvel-Greve e.s. 2010 en referenties daarin).

Om met zekerheid vast te kunnen stellen dat er geen negatieve effecten optreden op het mariene milieu n.a.v. de oeververdediging is door Rijkswaterstaat besloten om een monitoringsprogramma uit te voeren. Het doel van dit monitoringsprogramma is om inzicht te krijgen in gehalten aan zware metalen in aanwezige biota meerdere jaren na het aanbrengen van vooroeververdediging.

Tabel 1: Samenvattend overzicht van de monitoring naar accumulatie van zware metalen in biota in de Oosterschelde en Westerschelde in chronologische volgorde inclusief referentie naar rapportages. Een overzicht gespecificeerd per cluster wordt weergeven in Tabel 5 van Bijlage A.

Jaar	Trans-formatie	Doel	Rapport
2009	T0	• Bepaling van gehalten van zware metalen in verschillende dominant aanwezige epifaunasoorten op de locatie vóór het storten van de staalslakken en breukstenen	Van den Heuvel-Greve e.a. (2009)
2010	T1	• Accumulatie van zware metalen analyse	Van den Heuvel-Greve e.a. (2011)
2011	T2	• Accumulatie van zware metalen in een 6-tal biota : – Blaaswier *Fucus vesiculosus*, – Mossel *Mytilus edulis*, – Japanse oester *Crassostrea gigas*, – Zakpijpsoorten *Ciona intestinalis* en *Styela clava* – Geweispons *Haliclona oculata*	Van den Heuvel-Greve e.a. (2012)
2012	T3	• Accumulatie van zware metalen in twee biotasoorten op Zeelandbrug-pijler: – Mossel *Mytilus edulis* – Japanse oester *Crassostrea gigas* • Toxiciteitstesten met Molybdeen	Van den Heuvel-Greve e.a. (2013) Glorius e.a. (2013)
2013	T4	• Accumulatie van zware metalen in twee biotasoorten op Zeelandbrug-pijler: – Mossel *Mytilus edulis* – Japanse oester *Crassostrea gigas*	Tangelder e.a. (2014a), Schellekens e.a. (2014)

Jaar	Trans-formatie	Doel	Rapport
2014	T5(/T0)	• Accumulatie van zware metalen in een 7-tal biotasoorten op verschillende locaties (zie Tabel 2) in Oosterschelde en Westerschelde: – Mossel *Mytilus edulis*, – Japanse oester *Crassostrea gigas*, – Platte oester *Ostrea edulis*, – Zakpijpsoorten *Ciona intestinalis, Styela clava* en *Ascidiella aspersa*, – Kreeft *Homarus gammarus* • Accumulatie van zware metalen in Kreeften *Homarus gammarus* bij de Zeelandbrug, Wemeldinge (T0) en 2 referentie locaties	Dit rapport, Tangelder e.a. (2015b in voorbereiding) Tangelder e.a. (2015a)

In tabel 1 is een samenvattend overzicht opgenomen van de monitoring die tot dusverre heeft plaatsgevonden en is gerapporteerd. In 2009 is begonnen met de bepaling van gehalten van zware metalen in dominant aanwezige epifaunasoorten op stortlocaties vóór het storten van de staalslakken en breukstenen (Cluster I locaties). De meeste van deze locaties zijn vervolgens ook in 2010 (T1) en 2011(T2) bemonsterd om uitloging van metalen uit staalslakken en breukstenen en accumulatie daarvan op de aanwezige biota te bepalen. Vanwege kostenoverwegingen zijn monitoringsactiviteiten sinds 2012 ingeperkt. Dientengevolge zijn voor de T3 (2012) en T4 (2013) monitoring alleen op de Zeelandbrug (Oosterschelde) de mossel en Japanse oester bemonsterd. In 2014 is besloten wederom een uitgebreidere bemonstering uit te voeren waarbij meerdere biota en locaties bemonsterd zijn. De T0-T2 bemonsteringen zijn leidend geweest voor de opzet van de bemonstering in 2014. Naast de T5 metingen voor de Cluster I locaties zijn er nieuwe locaties toegevoegd. De nieuwe locaties betreffen Cluster III locaties waarbij geplande stortactiviteiten in 2015 plaats zullen vinden. De metingen op deze cluster III locaties (uitgevoerd in 2014) gelden daarom als T0 bepalingen (situatie vóór het aanbrengen van stortmateriaal).

Dit rapport beschrijft de resultaten van de metaalanalyses in biota bemonsterd op verschillende locaties in de Oosterschelde en Westerschelde. Hierbij wordt onderscheid gemaakt naar (1) de langlopende reeks in mossel *Mytilus edulis*, Japanse oester *Crassostrea gigas* en de doorzichtige zakpijp *Ciona intestinalis* op de Zeelandbrug waarbij ingegaan wordt op de jaarlijkse variatie in metaalconcentratie en een mogelijke trend in de tijd (2009-2014), en (2) de verschillen tussen locaties, type stort en referentie locaties, en verschillen tussen biota soorten gericht op de bemonstering uitgevoerd in 2014. Resultaten van deze studie dienen als input voor een samenvattende rapportage, Tangelder e.a. (2015b, in voorbereiding), waarin de verschillende onderdelen in onderling perspectief geplaatst worden evenals implicaties voor toekomstige monitoractiviteiten. Dit omvat naast analyse van zware metalen een samenvatting van epi- en infauna bestandsopname van zowel hard als zacht substraat (uitgebreid beschreven in De Kluijver e.a. (2015, in voorbereiding) en in Tangelder e.a. (2015c, in voorbereiding).

2 Methoden

2.1 Bemonstering biota

Tussen eind juli en begin september zijn in 2014 verschillende dominante epifauna soorten bemonsterd door Stichting Zeeschelp om gehalten aan metalen te bepalen om zodoende mogelijke effecten van vooroeververdediging te bepalen (zie voor details Kluijver e.a. 2015). In 2014 zijn er meerdere locaties bemonsterd om een bekkenwijde respons voor meerdere stortlocaties te bepalen. Dit betrof aan de ene kant locaties die reeds bemonsterd zijn tussen 2009-2011 waarbij de 2014 bemonstering de T5 meting weergeeft, anderzijds betrof dit locaties die gelden als nieuwe stortlocaties en waar in 2014 de T0 bemonstering voor uitgevoerd is, zie voor een overzicht Tabel 5 in Bijlage A. Op iedere locatie zijn de dominant aanwezige soorten verzameld voor analyse, echter niet op iedere locatie konden alle soorten verzameld worden. Bijlage E & F geven gedetailleerd weer welke soorten op welke locaties in welke jaren zijn bemonsterd. Voor een kaart met de verschillende bestorting en bemonsteringslocaties wordt verwezen naar het samenvattend eindrapport, Tangelder e.a. (2015a, in voorbereiding).

Van iedere soort zijn per monster meerdere individuen samengenomen en gehomogeniseerd tot een mengmonster. Op iedere locatie is op drie posities een monster verzameld die onafhankelijk van elkaar geanalyseerd zijn (triplo) (zie voor details De Kluijver e.a. 2015, in voorbereiding). Voor de analyse van schelpdieren is uitsluitend schelpdiervlees gebruikt voor analyse, voor de overige biota is het hele organisme meegenomen voor analyse. Soms is het echter niet gelukt om op elke locatie 3 monsters te verzamelen (gebrek aan materiaal), en zijn er derhalve maar 1 of 2 waarnemingen beschikbaar. Vooral in de eerste jaren van het monitoringsprogramma zijn er veelal slechts 1 of 2 monsters verzameld. Bijlage G & H geven aan hoeveel monsters er per soort, per locatie voor een specifiek jaar geanalyseerd zijn.

Na bemonstering zijn de monsters gekoeld getransporteerd en opgeslagen in kunststofmaterialen (PP, PE en PVC). De pincetten die gebruikt zijn tijdens deze handeling zijn eveneens van kunststof. De monsters zijn opgeslagen bij -26 ^{0}C, in gewassen, zuur- en demi-gespoelde glazen flessen, afgedicht met Idpe-inlegstop en PP-schroefdeksel. De schelpdieren zijn voor de duur van een nacht verwaterd voordat ze in de vriezer zijn opgeslagen. Verwatering vond plaats in een continue doorstroomd kunststofaquarium van ongeveer 500 liter, met gefilterd zeewater afkomstig uit de Oosterschelde (Jacobahaven).

2.2 Analysemethode & detectielimiet

De keuze van de te analyseren metalen in 2014 is gebaseerd op de lijst van zware metalen die in het Besluit Bodemkwaliteit staan. Het betreft de volgende stoffen: As (arseen), Ba (barium), Cd (cadmium), Co (kobalt), Cr (chroom), Cu (koper), Hg (kwik), Mo (molybdeen), Ni (nikkel), Pb (lood), Sb (antimoon), Se (seleen), Sn (tin), V (vanadium) en Zn (zink). Additioneel op deze stoffenlijst zijn ook Al (aluminium), Fe (ijzer) en Mn (mangaan) geanalyseerd, omdat deze metalen niet op de lijst van zware metalen van het Besluit Bodemkwaliteit staan, maar ook uit staalslakken kunnen logen (Jonkers 1987). Dezelfde set is in voorgaande jaren geanalyseerd.

De metaalanalyses zijn uitgevoerd door TNO Triskelion te Zeist. Na homogenisatie is een deel van het monster in duplo ontsloten met salpeterzuur en waterstofperoxide, volgens TNO voorschrift LSP/072. In de verkregen oplossing is het gehalte bepaald m.b.v. ICP-MS, volgens TNO voorschrift LSP/055. De kwantificering vindt plaats aan de hand van externe kalibratiestandaarden en om te corrigeren voor fluctuaties in de apparatuur is gebruik gemaakt van een interne standaard (rhodium). Concentraties zijn teruggerekend naar eenheden per droogstofgewicht. Voor het bepalen van het droge stofgehalte is het gewogen monster gedroogd in een stoof (103 ± 3°C) tot constant gewicht en na afkoelen in een exsiccator terug gewogen.

De detectielimiet of aantoonbaarheidsgrens van een analyse is de laagste waarde die gerapporteerd kan worden. Beneden deze grens vallen de waarden binnen de ruis van de bepaling en kan geen betrouwbaar gehalte worden opgegeven. De detectielimiet kan op verschillende manieren worden vastgesteld. In de analyse uitgevoerd door TNO is de detectielimiet de laagste standaard uit de kalibratie curve aangehouden als onderste te bepalen waarde. Het ene metaal is door de gebruikte apparatuur in lagere concentraties te meten dan andere, dus er bestaan verschillen in detectielimieten tussen verschillende metalen. De detectielimiet van een metaal in een monster is echter ook afhankelijk van de hoeveelheid (massa) monster die is ingewogen voor de bepaling en is daarmee dus voor elk monster verschillend. Wordt 2x meer ingewogen van eenzelfde monster dan zal de detectielimiet 2x lager zijn. Er kunnen dus verschillen in detectielimieten zijn van een metaal binnen 1 gemeten jaar (tot 3 monsters dus 3 detectielimieten per metaal per jaar), maar uiteraard ook tussen jaren.

2.3 Berekening Pollution Load Index

De Pollution Load Index (PLI) is berekend als maat voor de totale metaalvervuiling (Tomlinson et al. (1980)). De formule om de PLI te berekenen wordt hieronder weergegeven. In feite betreft de index het geometrisch gemiddelde van de concentraties van metalen.

$$PLI = \sqrt[n]{CF_1 \times CF_2 \times \ldots CF_n}$$

n = aantal metalen opgenomen in de index
CF_1 = concentratie metaal nr. 1
CF_2 = concentratie metaal nr. 2
CF_n = concentratie metaal nr. n

De metalen Sb (antimoon) en Sn (tin) zijn in de PLI-berekening buitenbeschouwing gelaten omdat gehalten in verreweg de meeste gevallen onder de detectielimiet lagen (>65%). Voor de overige metalen zijn alle meetwaarden meegenomen, ook die onder de detectielimiet liggen, zodat de PLI-waarde altijd op eenzelfde aantal metalen is gebaseerd.

2.4 Data analyse

2.4.1 Trends in de tijd voor mossel, oester en zakpijp op de Zeelandbrug Pijler

Omdat er op voorhand geen voorspelling is gedaan hoe trends in de tijd zouden moeten verlopen is er op een exploratieve manier gekeken waarbij verschillende verbanden onderzocht zijn. Voor al de geanalyseerde metalen, droge stof en PLI-waarde is bekeken:

1. een lineair toe- dan wel afname in metaalgehalten over de tijd (jaren),
2. een plotselinge verhoging dan wel verlaging in metaalgehalte
3. een verhoging dan wel verlaging in individuele jaren

1. Een gestaagde toe- dan wel afname in metaalgehalten over de tijd is onderzocht aan de hand van lineaire (least squares) regressielijnen. Hiervoor is het volgende model gedefinieerd:

$$y_i = \text{intercept} + \beta_1 \cdot \text{jaar}_\text{i} + \varepsilon_\text{i}$$

y	metaalgehalte
jaar	verklarende factor
$\varepsilon_i = N(0,\sigma^2)$	de door het model niet verklaarde variatie waarvan verondersteld is dat deze normaal verdeelt is rondom de waarde 0.
$i = 1,2,\ldots$	de observaties (genomen monsters)

Om te onderzoeken of er sprake is van een significante trend wordt getoetst of de null hypothese (de geschatte parameterwaarde $\beta = 0$) al dan niet verworpen moet worden (F-test met 0.05 significantie niveau). Berekeningen zijn uitgevoerd in R (R Development Core Team (2014)).

2. Om vast te stellen of er plotselinge veranderingen opgetreden zijn in metaalgehalten is een 'changepoint' analyse uitgevoerd. In deze analyse wordt bekeken of en op welk moment in de tijd de statistische eigenschappen van een getallenreeks significant veranderd (nul hypothese = geen plotselinge verandering). In de analyses die hier uitgevoerd zijn is bekeken of en waar er een (enkele) sprong aanwezig is in gemiddelde metaalgehalten. Berekeningen zijn uitgevoerd in R (R Development Core Team (2014)) met functies beschikbaar binnen het pakket 'changepoint' (Killick e.a., 2014).

3. Als laatste zijn verschillen in metaalgehalten tussen de jaren getoetst met ANOVA in combinatie met een Tukey posthoc test.

Metaalgehalten zijn weergegeven in grafieken waaraan de uitkomsten van de bovenstaande analyses toegevoegd zijn. Metaalgehalten die onder de detectielimiet liggen zijn voorzien van een zwarte stip. Lineaire verbanden zijn, wanneer significant bevonden ($p<0.05$), met grijze stippellijnen weergegeven. De richtingscoëfficiënt, correlatiecoëfficiënt en p-waarde is in dat geval in de grafiek weergegeven. Als modelvalidatie zijn de residuals (de afwijkingen van de datapunten t.o.v. de door het model voorspelde waarden) bekeken om te zien of deze normaal verdeeld zijn en om vast te stellen of de variatie hetzelfde is voor de verschillende jaren. Plotselinge veranderingen in gemiddelde waarden zijn weergegeven met horizontale lijnen, en verschillen tussen jaren zijn weergeven met letters. Op basis van de grafieken is vastgesteld of aan de voorwaarden voor de statistische analyses (normale verdeling, gelijke variatie, invloed uitschieters etc) voldaan wordt en dus of voorspelde verbanden betrouwbaar zijn.

2.4.2 Vergelijking tussen soorten, locaties en type stort

Om het verschil tussen soorten, locaties en type stort te onderzoeken zijn verschillende dataselecties gemaakt om op die manier onderscheidt te maken in verklarende variabelen. Het verschil in metaalaccumulatie tussen soorten is onderzocht door te kijken naar het verschil in metaalgehalten in soorten bemonsterd in 2014 op de Zeelandbrug waarbij ook referentielocatie Zuidbout meegenomen is. In dat jaar zijn op die locaties drie zakpijpsoorten bemonsterd (*Styela clava, Ciona intestinalis en Ascidiella aspersa*), de Japanse oester (*Crassostrea gigas*) en platte oester (*Ostrea edulis*), de mossel (*Mytilus edulis*) en de kreeft (*Homarus gammarus*).

Om potentiele locatieverschillen te onderzoeken zijn de metaalgehalten in weefsel van blaaswier (*Fucus vesiculosus*) en Japanse oesters (*Crassostrea gigas*) bemonsterd op verschillende locaties in 2014 vergeleken. Het betreft de Oosterscheldelocaties Gorishoek, Wemeldinge, Zeelandbrug en Schelphoek en de Westerscheldelocaties Hoedekenskerke en Ritthem.

De invloed van een nieuwe ondergrond van staalslakken dan wel breukstenen is onderzocht door de metaalaccumulatie in weefsel van de zakpijpsoorten *Styela clava* en *Ciona intestinalis* bemonsterd op de Zeelandbrug in 2011 en 2014, de zakpijpsoort *Ascidiella aspersa* en de kreeft *Homarus gammarus* bemonsterd op de Zeelandbrug in 2014 en de Japanse oester *Crassostrea gigas* bemonsterd op de Zeelandbrug, Schelphoek en Hoedekenskerke in 2014 op de verschillende ondergronden te vergelijken.

Verschillen in metaalaccumulatie (tussen soorten en ondergronden) zijn univariaat onderzocht door PLI-waarden te vergelijken. Daarnaast zijn metaalgehalten multivariaat onderzocht met 'Principale-Componenten Analysis' (PCA) oriëntaties. In een PCA wordt de variatie in metaalgehalten tussen de monsters gereduceerd door de variatie tussen monsters weer te geven in een beperkter aantal hoofdcomponenten (assen).

Het resultaat is een ordinogram waarbij de, in metaalaccumulatie, op elkaar gelijkende monsters dicht bij elkaar komen te liggen en de onderling sterk verschillende monsters ver van elkaar af liggen. Door de vergelijking van groepen van monsters te vergemakkelijken zijn de centrumpunten van de groepen berekend en opgenomen in de oriëntatie-grafiek. Ook zijn de afstanden van deze centrumpunten tot de verschillende metalen berekend en tussen groepen vergeleken om vast te stellen welke metalen gehalten relatief hoog zijn.

Metaalgehalten zijn z-getransformeerd om te corrigeren voor verschillen in range. Hieruit is een gelijkheidsmatrix berekend op basis van Euclidean afstanden (lineaire relaties) waarop de eigenanalyse plaatsvind die als basis dient voor de oriëntatie. Metalen die in meer dan 75% van de gevallen onder de detectielimiet liggen zijn verwijderd voor analyse.

Naast de PCA-oriëntaties zijn de onbewerkte metaalgehalten grafische weergegeven in grafieken om een juiste interpretatie te faciliteren.

3 Resultaten

3.1 Trend in de tijd voor locatie Zeelandbrugpijler (2009-2014)

Japanse oesters en mosselen zijn jaarlijks bemonsterd op de Zeelandbrugpijler en deze dataset is daarom zeer geschikt om jaarlijkse ontwikkelingen in metaalgehalten te volgen (zie ook tabel 2). Zakpijpen *Ciona intestinalis* zijn op deze locatie in 2009, 2010, 2011 en 2014 bemonsterd. Biota aanwezig op de pijler staan onder invloed staan van zowel staalslakken als breukstenen (SSBS). De organismen zijn niet direct verzameld op de oeververdediging maar op een hoogte boven de verdediging waarbij aan de ene kant breuksteen en aan de andere kant staalslakken gebruikt zijn om de oevers te verstevigen. In Figuur 1 wordt de trend van alle metalen gezamenlijk beschouwd (PLI) en daarmee wordt een algemeen overzicht gegeven van de verschillen in metaalgehalten vóór en meerdere jaren na het aanbrengen van de vooroeververdediging voor mossels, oesters en zakpijpen afzonderlijk. Bijlage B geeft een overzicht van alle afzonderlijke geanalyseerde metalen inclusief de resultaten van de statistische analyses.

3.1.1 Mosselen (Mytilus edulis)

Uitgedrukt in PLI liggen metaalgehalten in mosselweefsel twee jaar na het aanbrengen van vooroeververdediging (T2=2011) hoger in vergelijking tot de jaren 2010, 2012 en 2014 (Figuur 1). De metalen aluminium (Al), en ijzer (Fe) dragen het sterkst bij aan de hoge PLI-waarde in 2011 en laten statistisch significante verschillen in gemiddelde waarden zien tussen de jaren 2011 en 2012 wat een indicatie kan zijn voor een sterke verandering tussen deze jaren (Bijlage B). Ook voor chroom (Cr), kwik (Hg), mangaan (Mn), nikkel (Ni), lood (Pb), antimoon (Sb) en vanadium (V) liggen de gehalten in 2011 statistisch significant hoger, waarbij aangemerkt moet worden dat het niet bekend is of lood en nikkel kunnen uitlogen uit breukstenen of staalslakken (zie ook pagina 7). Daarnaast is van belang dat antimoongehaltes vrijwel alle jaren onder de detectielimiet lagen en de gerapporteerde waardes met voorzichtigheid moeten worden gelezen.

Molybdeen (Mo) gehalten zijn in 2011 en 2012 hoger ten opzichte van 2009-2010 en in 2013 en 2014 statistisch significante lager dan in 2011 - 2012. In 2014 zijn de waardes vergelijkbaar met 2010. Voor de overige metalen (As, Ba, Co, Cu, Se, Sn, Zn) kan geen duidelijke toe- of afname geconstateerd worden behalve voor cadmium (Cd). Cd lijkt onverminderd toe te nemen met 0.07 $mgkg^{-1}$ droge stof per jaar. Hierbij dient opgemerkt te worden dat de trendlijn sterk bepaald wordt door één waarneming in 2010 met gehalten die onder de detectielimiet ligt.

Omdat er voor mosselen geen metingen beschikbaar zijn op referentielocaties kan er geen onderscheid gemaakt worden tussen autonome ontwikkelingen in het gebied en invloed van bestorting. Het is daarom niet bekend of de jaarlijkse variatie natuurlijke variatie betreft of een effect is van uitloging van metalen uit oeververdediging of een natuurlijke variatie betreft. Omdat er in 2009 (T0) slechts één monster geanalyseerd is kan deze niet meegenomen worden in statistische analyse, en de verschillen tussen duplo's/triplo's in opvolgende jaren laat zien dat een behoorlijke variatie verwacht mag worden tussen monsters verzameld op dezelfde locatie. Wel is het opvallend de (ene) T0 meting voor veel metalen lager ligt in vergelijking tot gehalten in 2011.

3.1.2 Japanse oester (Crassostrea gigas)

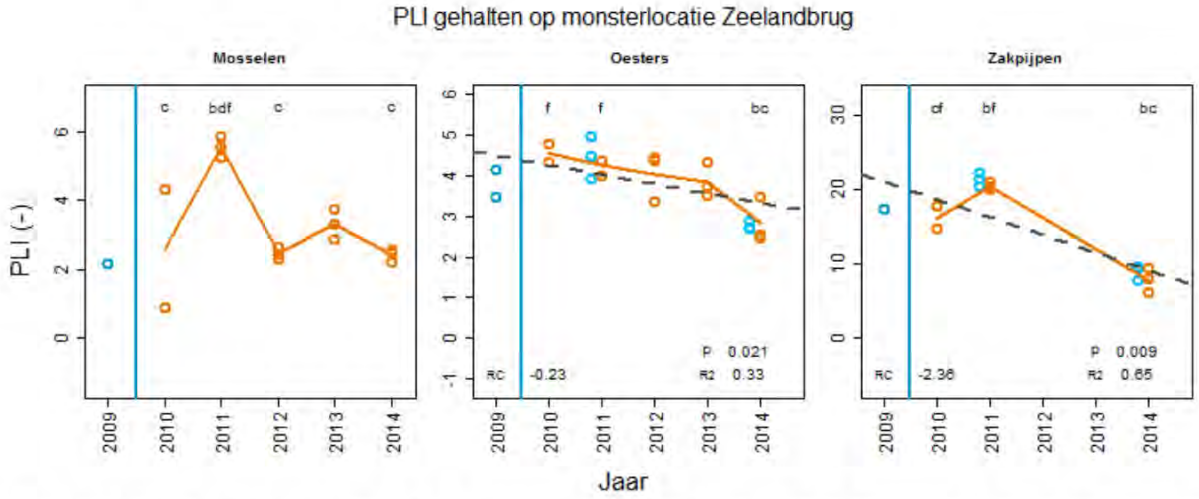
Uit de analyses voor Japanse oester op de Zeelandbrugpijler lijkt, wanneer alle metalen gezamenlijk beschouwd worden (PLI), PLI waarden 1 jaar na bestorting niet significant hoger te liggen en daarnaast het metaalgehalte in oesterweefsel gestaag af te nemen (significante lineaire regressie, RC=-0.23, $p<0.021$, Figuur 1). De metalen aluminium (Al), kobalt (Co), chroom (Cr), kwik (Hg) en lood (Pb) dragen voor een belangrijk deel bij aan deze afname en laten allen een significant dalende trend zien.

Molybdeen (Mo) laat ook een continue afname zien, waarbij er een sterke afname wordt waargenomen tussen de jaren 2010 en 2011. De verandering in nikkelgehalte (Ni) is vergelijkbaar met molybdeen, maar ondanks hoge waardes in 2010 liggen deze onder de detectielimiet waardoor gemeten waarden onzeker zijn. De verschillen in detectielimiet tussen jaren is afhankelijk van de hoeveelheid materiaal dat gebruikt is voor analyse, en omdat er in 2010 minder materiaal is ingewogen ligt de detectielimiet in dat jaar hoger (zie ook sectie 2.2).

In tegenstelling tot mossel zijn voor Japanse oester in 2011 en 2014 wel monsters geanalyseerd afkomstig van de referentielocatie Zuidbout. De metaalconcentratie in oesterweefsels van oesters bemonsterd op de referentielocatie laten eenzelfde afnemende trend zien. De gehalten zijn vergelijkbaar met die van oesters bemonsterd op de Zeelandbrugpijler onder invloed van de vooroeververdediging met staalslakken en breukstenen. Er kan daarom niet zondermeer geconcludeerd worden dat de initiële toename één jaar na storten en de daaropvolgende afname een effect is van het aanbrengen van de vooroeververdediging, maar dat de verschillen tussen jaren eerder verklaard kunnen worden door autonome ontwikkelingen in dit gebied.

3.1.3 Zakpijp (Ciona intestinalis)

Vanwege kostenoverwegingen zijn in 2012 en 2013 geen *Ciona intestinalis* bemonsteringen uitgevoerd op de Zeelandbrug waardoor de trend in de tijd voor deze soort minder betrouwbaar bepaald kan worden. Metaalgehalten in 2011 zijn over het algemeen hoger dan in 2014, zowel op de referentielocatie als de locatie die onder invloed staan van oeververdediging. Ondanks dat niet statistisch onderbouwd is het opvallend dat ook de PLI waarden in 2014 lager liggen dan de enkele T0-waarde. De metalen lood (Pb), nikkel (Ni) en zink (Zn) laten geen jaarverschillen zien.



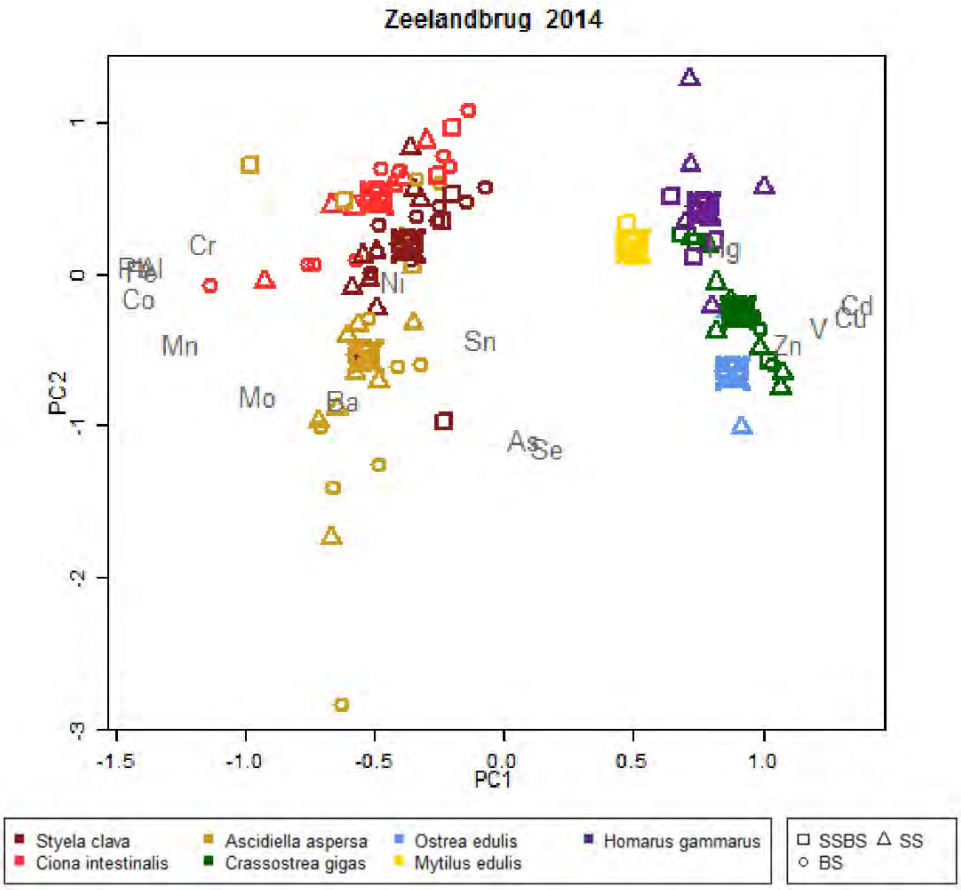
Figuur 1: Trend in metaalgehaltes (PLI) in mosselen (Mytilus edulis), oesters (Crassostrea gigas) en zakpijpen (Ciona intestinalis) op de Zeelandbrugpijler van 2009 tot en met 2014. Donker blauwe datapunten geven T0 bemonstering weer, verticale lijn scheidt jaren voor en na stort van oeververdediging. Licht blauwe punten betreffen metingen op de referentielocatie Zuidbout.

3.2 Vergelijking tussen soorten, locaties en type stort materiaal

In 2014 is er een groot aantal soorten en locaties bemonsterd, waarbij organismen zowel op breukstenen (BS), staalslakken (SS), een combinatie van beiden (SSBS) en op referentielocaties (REF) verzameld zijn.

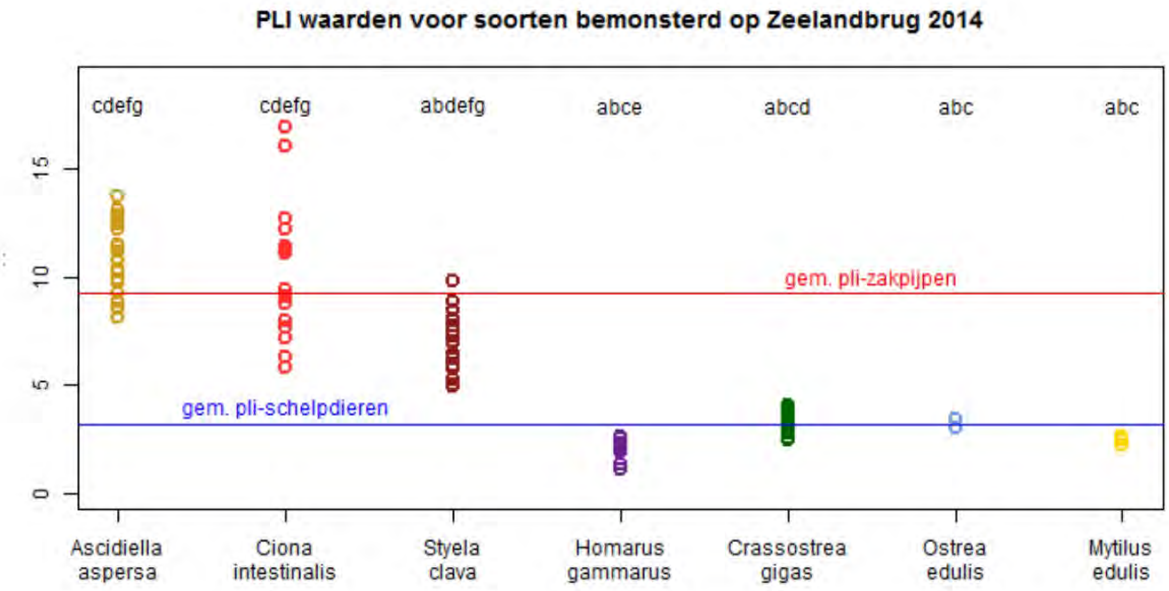
3.2.1 Verschillen tussen soorten

De opname en ophoping van zware metalen door planten en dieren varieert sterk, zowel tussen soorten als tussen metalen. Grote verschillen in metaalaccumulatie worden ook hier gevonden waarbij de invloed van het type ondergrond vele male kleiner is dan het verschil tussen soorten en tussen metaal, zie Figuur 2 en Bijlage C.



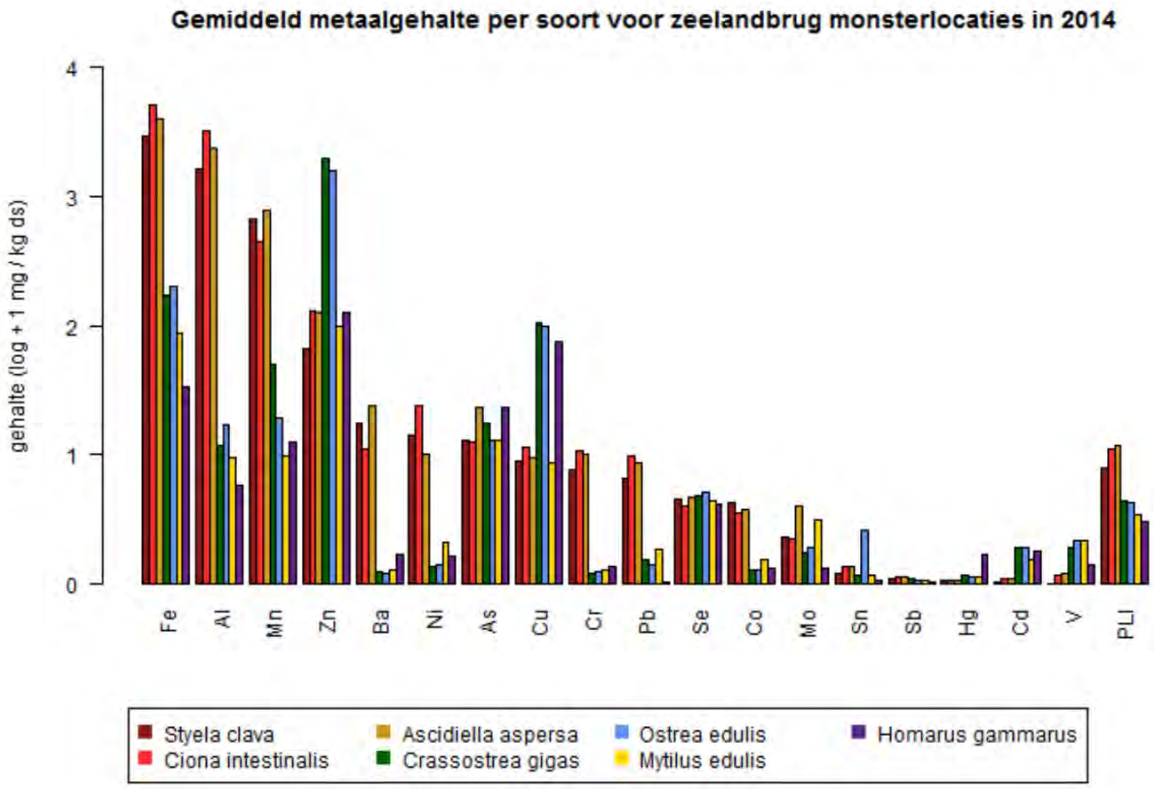
Figuur 2: Principal component (PCA) oriëntatie op z-gestransformeerde metaalgehalte in de zakpijpsoorten Styela clava, Ciona intestinalis en Ascidiella aspersa, de oesters Crassostrea gigas en Ostrea edulis, de mossel Mytilus edulis en de kreeft Homarus gammarus bemonsterd op de Zeelandbrug in 2014. Scaling factor 2 (nadruk op metaalverschillen). Metalen met meer dan 75% meetwaarden onder de detectielimiet zijn buitenbeschouwing gelaten.

Wanneer alle metalen gezamenlijk beschouwd worden (PLI) dan blijkt de metaalaccumulatie in de zakpijpsoorten *Styela clava*, *Ciona intestinalis* en *Ascidiella aspersa* een factor 2.8 hoger te liggen vergeleken met de schelpdieren *Crassostrea gigas, Ostrea edulis, Mytilus edulis* (Figuur 3 en Bijlage C). De hoogste metaalgehalten (uitgedrukt in PLI-waarden) worden gemeten in de zakpijp *Ascidiella aspersa.* De hoge ijzer (Fe), aluminium (Al) en mangaan (Mn) gehalten in zakpijpen verklaren in grote mate de verschillen in PLI waardes tussen soorten, zie Bijlage C.



Figuur 3: PLI-waarden voor 3 zakpijpsoorten, kreeft, 2 oestersoorten en mossel bemonsterd op de Zeelandbrug in 2014. Significante verschillen worden aangegeven met lettercode.

Maar ook de relatieve gehalten van afzonderlijke metalen verschillen sterk tussen soorten (Figuur 4 en Bijlage C). Opvallend zijn de hoge waardes kwik (Hg) gemeten in het bruinvlees van de kreeften en de hoge zink (Zn) gehalte in oesters en koper (Cu) in oesters en kreeften waarbij gehalten hoger zijn dan gemeten in zakpijpen. Daarnaast liggen ook cadmium (Cd) en vanadium (V) gehalten in mosselen, oesters en kreeften hoger dan in zakpijpen.



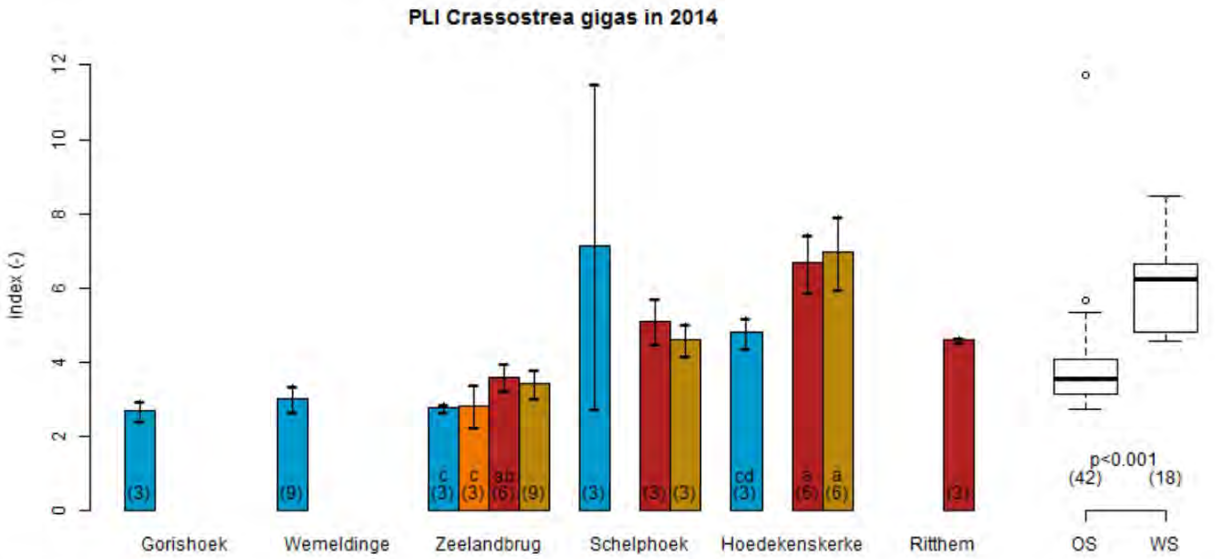
Figuur 4: Gemiddelde metaalgehalte per soort zoals gemeten op de bemonsteringslocaties rond de Zeelandbrug (stort locaties) en bij de Zuidbout (referentielocatie) in 2014.

3.2.2 Verschillen tussen bemonsteringslocaties

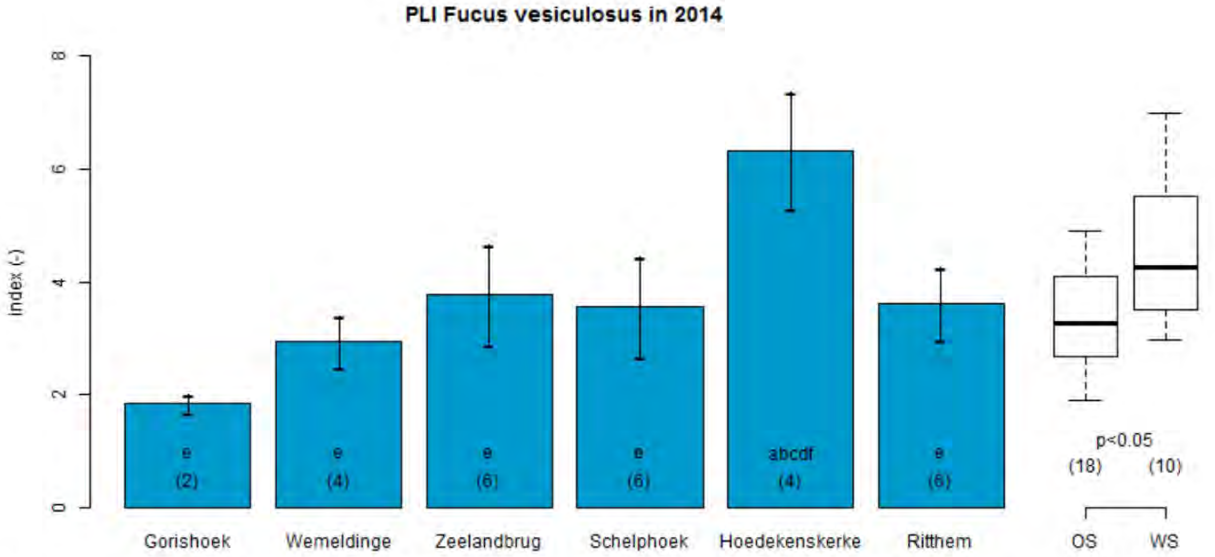
In Figuur 5 en 6 worden de PLI-waarden in oesterweefsel en blaaswier bemonsterd in 2014 weergegeven voor de monsterlocaties Gorishoek, Wemeldinge, Zeelandbrug en Schelphoek gelegen in de Oosterschelde en Hoedekenskerke en Ritthem gelegen in de Westerschelde.

Wanneer alle metalen gezamenlijk beschouwd worden (PLI), blijkt metaalgehalte in zowel oesterweefsel als blaaswier in de Westerschelde hoger ligt dan in de Oosterschelde met vooral hoge metaalgehalten bij Hoedekenskerke. De metalen koper (Cu) en zink (Zn) zijn opvallend hoger in de Westerschelde en voor specifiek Hoedekenskerke ook cadmium (Cd), aluminium (Al) en seleen (Se), zie Bijlage D.

In de Oosterschelde zijn voor blaaswier geen en voor oesters wel verschillen tussen locaties gevonden in PLI-waarden. In oesterweefsel van oesters bemonsterd in de Schelphoek (stroomafwaarts) liggen metaalgehalten hoger dan bemonsterd op de Zeelandbrug, Wemeldinge en Gorishoek (stroomopwaarts), zie Bijlage D. Hiervoor zijn aluminium (Al), kwik (Hg), molybdeen (Mo) en lood (Pb) vooral verantwoordelijk, zie Bijlage D. Er zijn geen verschillen gevonden tussen Gorishoek, Wemeldinge en Zeelandbrug in PLI-waarden. In de Westerschelde treden in uitsluitend blaaswier verschillen op tussen locaties. Metaalgehalten bij Ritthem (stroomafwaarts) zijn lager vergeleken met Hoedekenskerke. Barium (Ba), cadmium (Cd), kobal (Co), chroom (Cr), koper (Cu), nikkel (Ni) en seleen (Se) zijn hiervoor vooral verantwoordelijk.



Figuur 5: Links gemiddelde (±SD) Pollution Load Index (PLI) voor Japanse oesters verzameld op verschillende ondergronden en locaties in 2014. Blauwe bars zijn referente/T0 metingen, orange staalslakken + breukstenen, rood breukstenen en geel staalslakken. Bemonsteringslocaties in de Oosterschelde: Gorishoek, Wemeldinge, Zeelandbrug, Schelphoek, en in de Westerschelde: Hoedekenskerke en Ritthem. Rechts gehalten uitgedrukt per bekken. Significant verschillende PLI waardes tussen ondergrondtype worden aangegeven met letters binnen locaties (ANOVA, p<0.05; Tukey Post hoc). Hierbij zijn de volgende referentie en stortlocaties gekoppeld: Zuidbout aan Zeelandbrug, Schelphoek-west II aan Schelphoek, Kappellebank aan Hoedenskerke, en voor Ritthem was geen referentielocatie beschikbaar in 2014. De PLI uitschieter bij Schelphoek wordt veroorzaakt door hoge kobalt (Co), chroom (Cr), molybdeen (Mo) en nikkel (Ni) gehalten, zie Bijlage D.



Figuur 6: Links gemiddelde (±SD) Pollution Load Index (PLI) voor blaaswier Fucus vesiculosus verzameld op verschillende locaties in 2014. Bemonsteringslocaties in de Oosterschelde: Gorishoek, Wemeldinge, Zeelandbrug, Schelphoek, en in de Westerschelde: Hoedekenskerke en Ritthem. Rechts gehalten uitgedrukt per bekken. Rechts gehalten uitgedrukt per bekken. Significant verschillende PLI waardes tussen locaties worden aangegeven met letters binnen locaties (ANOVA, p<0.05; Tukey Post hoc). Hierbij zijn de volgende referentie en stortlocaties gekoppeld: Zuidbout aan Zeelandbrug, Schelphoek-west II aan Schelphoek, Kappellebank aan Hoedenskerke, en voor Ritthem was geen referentielocatie beschikbaar in 2014. De PLI uitschieter bij Schelphoek wordt veroorzaakt door hoge kobalt (Co), chroom (Cr), molybdeen (Mo) en nikkel (Ni) gehalten, zie Bijlage D.

3.2.3 Effecten van het type stort materiaal

Het is bekend dat de metalen die mogelijk uitlogen kunnen verschillen tussen breukstenen en staalslakken en afhankelijk is van de samenstelling van het gebruikte materiaal (zie pagina 7; Heuvel-Greve e.a. 2010 en referenties daarin). Daarom is er een analyse uitgevoerd die gericht is op analyse van de afzonderlijke metalen (zie Bijlage E). Hiervoor is een selectie gemaakt van de data waarbij een groot aantal monsters en aanwezigheid van referentielocaties doorslaggevend was. In Tabel 2 worden de locaties, soorten en jaren weergegeven die in deze analyse opgenomen zijn.

Tabel 2: Aantal monsters per soort, jaar en ondergrond welke onderzocht zijn voor mogelijke effecten van het typen ondergrond op metaalgehalten.

		2011				2014			
Soort	**Locatie**	**Referentie**	**Breukstenen**	**Staalslakken**	**Staalslakken & Breukstenen**	**Referentie**	**Breukstenen**	**Staalslakken**	**Staalslakken & Breukstenen**
Ciona intestinalis	Zeelandbrug	3	9	9	3	3	9	6	3
Styela clava	Zeelandbrug	3	7	7	3	3	9	9	3
Ascidiella aspersa	Zeelandbrug					3	9	9	3
Crassostrea gigas	Zeelandbrug					3	6	9	3
	Schelphoek					3	3	3	
	Hoedekenskerke					3	6	6	
Homarus gammarus	Zeelandbrug					5		5	5

De multivariate analyses (PCA) laten een significant effect zien van ondergrondtype op metaalgehalten voor de zakpijpen *Styela clava* en *Ciona intestinalis* en voor Japanse oesters (locaties Zeelandbrug en Hoedekenskerke). Er worden in deze soorten relatief hoge metaalgehalten op een ondergrond van staalslakken en breukstenen in vergelijking tot referentielocaties, zie Tabel 6 & 7 in Bijlage E. Voor de zakpijpsoort *Ascidiella aspersa* worden geen verschillen met de referentielocatie gevonden tussen een ondergrond van breukstenen dan wel staalslakken. Voor Japanse Oesters bemonsterd bij Schelphoek en voor kreeften bemonsterd bij Zeelandbrug zijn metaalgehalten op ondergrond van staalslakken juist relatief laag in vergelijking tot de referentie.

Uit de PCA analyses valt verder op dat, in vergelijking tot referentielocaties, kwik (Hg) relatief vaak in hoge concentraties op zowel breukstenen en staalslakken gemeten wordt, seleen relatief vaak hoog is op een ondergrond van breukstenen en molybdeen (Mo) en cadmium (Cd) op een ondergrond van staalslakken, zie Figuur 16 in Bijlage E. Barium (Ba), kobalt (Co) en mangaan (Mn) gehalten zijn relatief vaak hoog op de referentielocaties.

Wanneer metaalgehalten in biota bemonsterd op de nieuw aangebrachte ondergrond van staalslakken en breukstenen worden vergeleken met gehalten op de referentielocatie dan valt op dat (1) verschillen erg afhankelijk zijn van de soort, het bemonsteringsjaar (voor zakpijpen) en de locatie (voor Japanse oesters) en (2) dat er geen specifieke metalen uitspringen maar verschillen optreden over de hele linie van metalen, zie Tabel 3 en Bijlage E.

In zakpijpen bemonsterd in 2011 zijn gehalten van veel metalen lager op de nieuwe ondergrond (6/18 metalen), in oesters (locaties Zeelandbrug en Hoedekenskerke) liggen gehalten voor veel metalen juist hoger op de nieuwe ondergrond (11/18 metalen) en voor kreeften zijn er weinig verschillen gevonden tussen de nieuwe ondergrond en referentielocaties. Metaalgehalten in zakpijpen bemonsterd in 2014

(Zeelandbrug) laten op de nieuwe ondergrond juist weer weinig verschillen met referentielocaties zien evenals Japanse oesters bemonsterd bij Schelphoek (2014).

Tabel 3: Overzicht van aantal significante verschillen tussen de nieuwe ondergrond en het referentiegebied. Verhoogde metaalgehalten links, verlaagde metaalgehalten rechts. Omdat het aantal gegevens voor oesters vele male groter was dan dat voor de overige soorten zijn oesters apart weergegeven. Zakpijpen (zwart) en kreeft (rood) zijn alleen op de Zeelandbrug bemonsterd, de cijfers geven aan welk jaar het betreft, 2011 (11) of 2014 (14). Oesters zijn alleen in 2014 bemonsterd maar wel op drie locaties, Zeelandbrug (Z), Schelphoek (S) en Hoedekenskerke (H).

verhoogd							verlaagd						
	Zakpijpen + kreeft Zeelandbrug			Oesters 2014				Zakpijpen + kreeft Zeelandbrug			Oesters 2014		
	BS	SS	SSBS	BS	SS	SSBS		BS	SS	SSBS	BS	SS	SSBS
Al							Al						
As						Z	As	11	11				
Ba							Ba	11	11		Z	Z	
Cd	11			Z			Cd						
Co				H	H		Co	11	11 (2)				
Cr					Z		Cr						
Cu				H	H		Cu	11	11				
Fe				Z	Z		Fe						
Hg				HZ	H		Hg			14			
Mn							Mn	11	11	11			
Mo				HZ	HZ		Mo		**14**				
Ni				H	H		Ni						
Pb			14	Z	Z		Pb						
Sb*							Sb*	14	14 (2)		S	S	
Se	11	11		HZ	HZ		Se						
Sn							Sn				S	S	
V					H		V				Z	Z	Z
Zn							Zn		11				
PLI				HZ	H		PLI						

*Alle gehalten onder de detectielimiet behalve voor kreeft.

4 Discussie

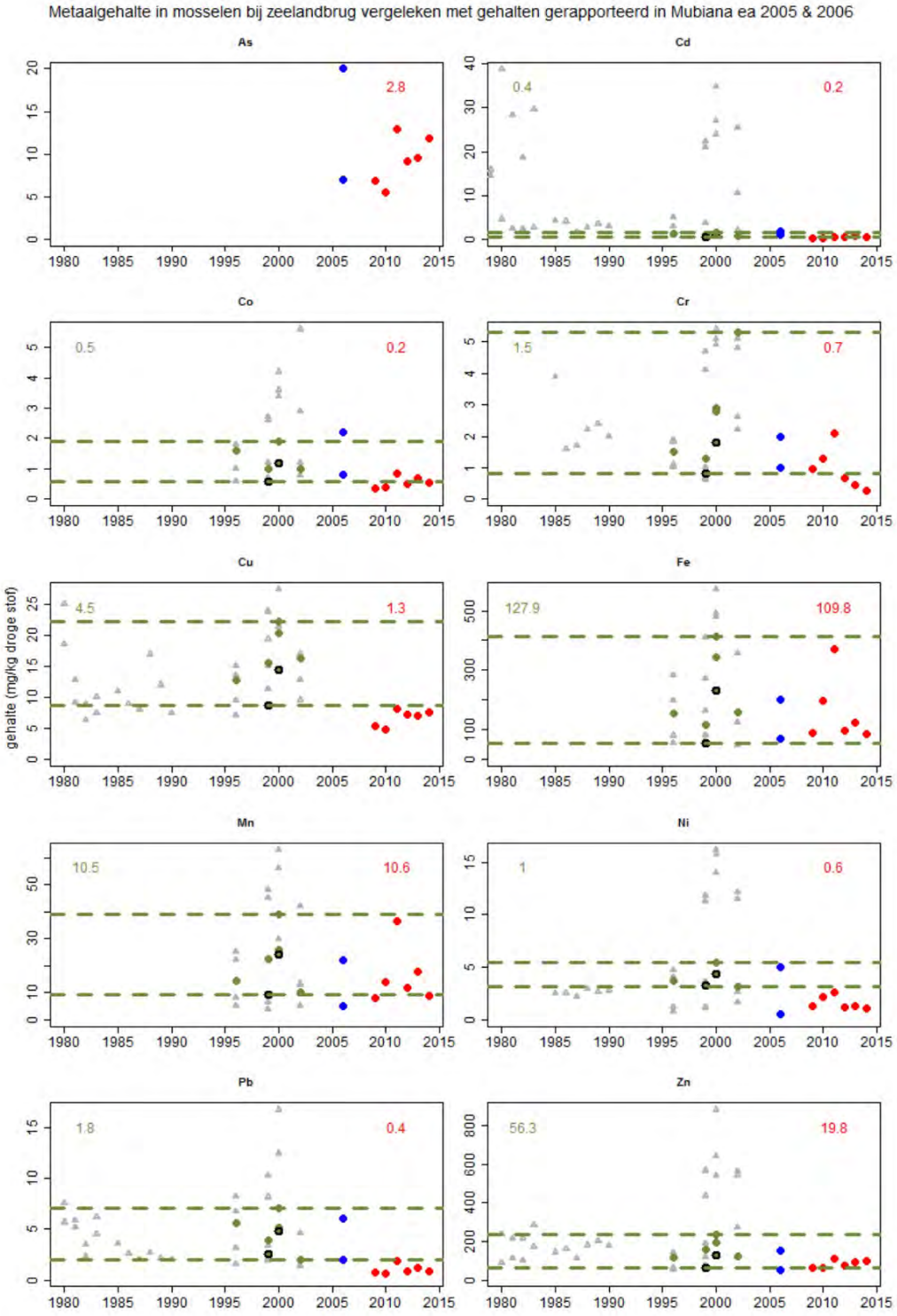
4.1 Trend in metaalgehalten in schelpdieren en zakpijpen

Trendanalyse (2009-2014) van de metaalgehalten in mosselen *Mytilus edulis*, Japanse oesters *Crassostrea gigas* en zakpijpen *Ciona intestinalis* op de Zeelandbrugpijler voorafgaand (T0) en vijf jaar na het storten (T1-T5) van breukstenen en staalslakken impliceert dat jaarlijkse variatie eerder verklaard kan worden door autonome ontwikkelingen dan door het storten van de oeververdediging. Ondanks de geleidelijke afname van metaalgehalten in Japanse oesters en zakpijpen na het aanbrengen van de vooroeververdediging op de Zeelandbrugpijler, blijkt dat de metaalgehalten in Japanse oesters en zakpijpen op de referentielocatie Zuidbout eenzelfde trend laten zien en vergelijkbare concentraties gemeten worden. Ook de afwezigheid van duidelijke verschillen in metaalgehalten voor (T0) en na (T1) bestorting wijzen op een geringe invloed van het storten van staalslakken en breukstenen op de gehalten aan zware metalen in lokaal levende epifauna.

Voor mosselen zijn geen gegevens beschikbaar van referentielocaties in de buurt van de Zeelandbrug. Opvallend was een toename van metalen in 2011, twee jaar na het aanbrengen van de oeververdediging. Echter, ook de metaalgehaltes in zakpijpen zijn veelal hoger in 2011 ten opzichte van 2010, maar voor deze soort zijn vergelijkbare gehalten waargenomen voor de Zeelandbrug en referentielocatie in 2011. Dit duidt erop dat ook voor mosselen niet uitgesloten kan worden dat de hogere concentraties in 2011 eveneens het gevolg zijn van autonome jaarlijkse variatie.

Gehalten aan zware metalen in biota verschillen zowel binnen als tussen jaren als gevolg van zowel biologische en fysisch-/chemische processen die de biologische beschikbaarheid van metalen bepalen. Op basis van eerder uitgevoerde studies door derden hebben we informatie toegevoegd aan onze bevindingen. In verschillende studies uitgevoerd door Mubiana en andere worden metaalgehalten in mosselen verzameld in zowel de Ooster- als Westerschelde gerapporteerd (Mubiana e.a., 2005 & Mubiana e.a., 2006). Ondanks methodologische verschillen kunnen deze gegevens gebruikt worden om een beter idee te krijgen over de natuurlijke variatie. Een significant seizoeneffect is aangetoond in mosselen bemonsterd in de Ooster- en Westerschelde met piekconcentraties tussen maart en april (tijdens de voortplanting) en lage concentraties in de wintermaanden (Mubiana e.a., 2005).

Mubiana en andere hebben ook gekeken naar trends in metaalgehalten in mosselweefsel over een wat langere periode. In beide studies van Mubiana is zowel naar de Oosterschelde als Westerschelde gekeken. Hieruit blijkt dat de verschillen tussen de Ooster- en Westerschelde gering zijn en dat voor beide bekkens een ruimtelijke trend waargenomen kan worden met hogere metaalgehalten landinwaarts. Wanneer de metaalgehalten in mosselen verzameld bij de Zeelandbrug in deze studie vergeleken worden met gerapporteerde gehalten bij Wemeldinge (de locatie uit studie van Mubiana die het dichts bij de Zeelandbrug ligt) waar mosselen verzameld zijn in 1996, 1999, 2000 en 2002 blijkt dat metaalgehalten in of onder de concentratierange vallen zoals door Mubiana e.a. gemeten, zie Figuur 7. De variatie in metaalgehalte (standaard deviatie) in mosselen gevonden in deze studie ligt voor de meeste metalen lager in vergelijking tot metaalgehalte gemeten in mosselen bij Wemeldinge omdat in de studie Mubiana en andere ook seizoen variatie meegenomen is; naast metingen in de zomer zijn er ook metingen uitgevoerd in de winter- en lentemaanden. Dit verklaart de hogere standaard deviatie in de studies van Mubiana.



Figuur 7: Historische metaalgehalten in mossel Mytulis edulis bemonsterd in de Ooster- en Westerschelde gerapporteerd in Mubiana e.a. 2005 & 2006 en in dit rapport. Rode stippen; metaalgehalten in mosselen verzameld bij de Zeelandbrug (deze studie). Blauwe stippen; minimale en maximale waarden in mosselen bemonsterd op 7 locaties in de Westerschelde en 6 locaties in de Oosterschelde (Mubiana e.a. 2006). Groene stippen; mosselen verzameld in de Oosterschelde bij Wemeldinge waarbij metingen in augustus en oktober zwart omlijnt zijn (Mubiana e.a. 2005), en grijze driehoeken: mosselen verzamelt in de Westerschelde op Westkapelle, Vlissingen, Ellewoutsdijk en Hansweert (Mubiana e.a. 2005). Linksboven standaarddeviatie van metaalgehalten in mosselen verzameld bij Wemeldinge, rechtsboven standaarddeviatie in mosselen verzameld bij de Zeelandbrug.

4.2 Verschillen in metaalaccumulatie tussen soorten

Uit deze studie blijkt dat de metaalaccumulatie tussen soorten sterk verschillend is en afhankelijk van het metaal. Gemiddeld gezien (PLI) liggen metaalgehalten hoger in zakpijpen in vergelijking tot schelpdieren (mosselen en oesters) en kreeften. Dit is echter niet voor alle metalen zo, uitzonderingen in de huidige database zijn kwik en arseen voor kreeften en zink voor oesters.

De sterke variatie in ophoping van metalen tussen soorten komt o.a. door (geo)chemische factoren (o.a. organisch gehalte, zuurgraad van het water) en soort-specifieke kenmerken zoals de voedselstrategie (hoe neemt een organisme zijn voedsel op), filtratiecapaciteit, en met name de manier waarop organismen fysiologisch omgaan met metalen. Sommige metalen zijn essentiële elementen voor een goed functionerend metabolisme en worden gereguleerd terwijl dit voor andere metalen niet zo is. Soorten kunnen metalen opnemen door uitloging van deze metalen in het water, maar ook door direct contact met de ondergrond. De mate van ophoping van metalen- en eventuele effecten van (verhoogde) gehalten varieert daarom zowel tussen soorten als voor metalen. De ene soort is gevoeliger voor effecten van het ene metaal, terwijl de andere soort gevoeliger is voor effecten van een ander metaal. Een uitvoerige beschrijving van toxiciteit van metalen die uit kunnen logen uit breukstenen en staalslakken is weergegeven in de literatuurstudie in Glorius & Van den Heuvel-Greve (2011).

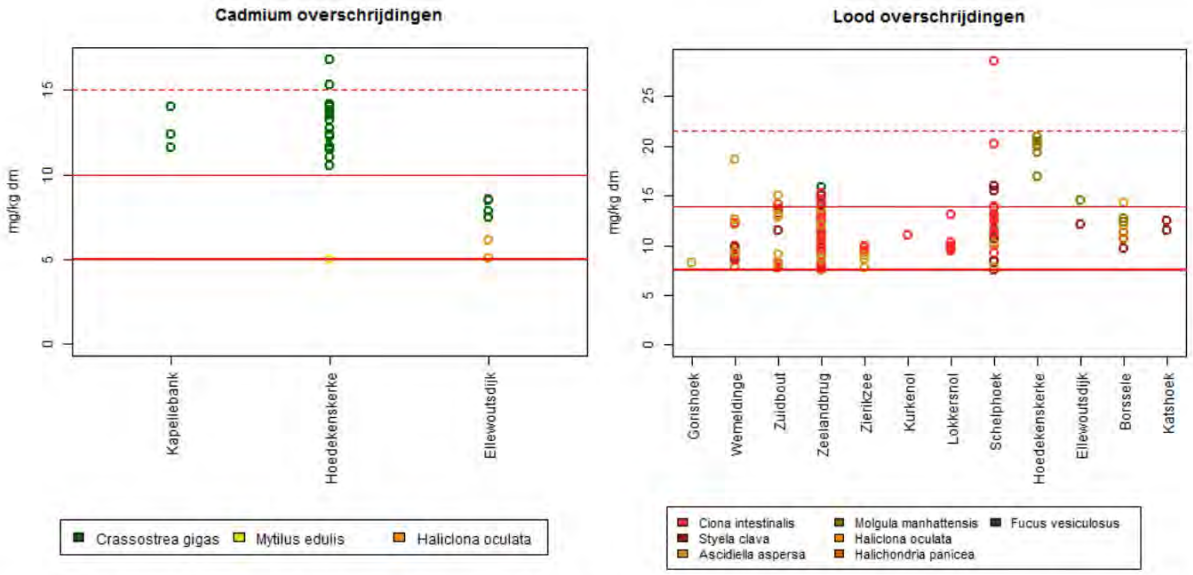
Door het vergelijken van gehalten aan zware metalen in organismen met bestaande normen voor biota kan ingeschat worden of een metaal effect kan geven. Normen voor metalen in biota zijn echter vrijwel niet beschikbaar. De KRW heeft voor drie prioritaire stoffen een MilieuKwaliteitsNorm (MKN) voor biota afgeleid: (methyl)kwik, hexachloorbenzeen en hexachloorbutadieen. De MKN voor (methyl)kwik is vastgesteld op 0,02 mg/kg natgewicht. In ongewervelde dieren is grofweg 50% van het gemeten kwik aanwezig in de vorm van (methyl)kwik. Het natgewicht gehalte aan kwik in organismen is om te rekenen aan de hand van het drooggewicht gehalte en het droge stof percentage. Als het berekende natgewicht gehalte vervolgens wordt gehalveerd kan toetsing aan de MKN-norm plaatsvinden.

Tabel 4 Normen voor metaalgehalten in biota, die toegepast worden binnen de KRW en OSPAR.

Metaal	Norm	Specificatie	Referentie
(Methyl)Kwik	0,02 mg/kg natgewicht	Voor biota	EC, 2008
Kwik	2,5 mg/kg drooggewicht	Voor mosselen en oesters	OSPAR, 2009
Lood	7,5 mg/kg drooggewicht	Voor mosselen en oesters	OSPAR, 2009
Cadmium	5,0 mg/kg drooggewicht	Voor mosselen en oesters	OSPAR, 2009

Voor kwik zijn geen en voor cadmium en lood zijn wel normoverschrijdingen (OSPAR) geconstateerd, zie Bijlage F en Figuur 8. Van de 28 overschrijdingen van de cadmiumnorm liggen er 21 boven 2x de normwaarde. Naast enkele beperkte overschrijdingen in mossel *Mytilus edulis* en geweispons *Haliclona oculata* zijn vooral voor oester C*rassotroseas gigas* veel en grote normoverschrijdingen geconstateerd. Oesters bemonsterd bij Hoedekenskerke en Kapellebank springen eruit met gehalten boven 2x de normwaarde, zie Figuur 8.

Van de 163 normoverschrijdingen voor lood liggen 21 overschrijdingen boven 2x de normwaarde waarbij zakpijpsoorten sterk vertegenwoordigd zijn. Op de locaties Schelphoek en Hoedekenskerke zijn de hoogste normoverschrijdingen geconstateerd, zie Figuur 8. Opgemerkt dient te worden dat het niet bekend is dat lood uit staalslakken en breukstenen kan uitlogen.



Figuur 8: Geconstateerde overschrijdingen van de OSPAR norm voor cadmium (links) en lood (rechts). De OSPAR norm wordt weergegeven met de horizontale dikke rode lijnen, de rode lijnen geven 2x de norm weer en de rode stippel lijnen 3x de norm.

4.3 Verschillen tussen locaties en bekken

Mubiana e.a. hebben gekeken naar verschillen in metaalaccumulatie in mosselen tussen de Oosterschelde en Westerschelde (Mubiana e.a., 2006). Uit deze studie blijkt dat metaalgehalten stroomopwaarts hoger zijn en er geen verschillen zijn tussen beide bekkens. Een hogere biologische beschikbaarheid in de (minder vervuilde) Oosterschelde als gevolg van groter aandeel van kleine zwevende deeltjes (<20 um) met een hoger koolstofpercentage wordt als voornaamste verklaring gezien voor het feit dat er geen verschillen gevonden zijn in metaalaccumulatie tussen beide bekkens.

In deze studie zijn verschillen in metaalaccumulatie gevonden tussen de bekkens met hogere PLI-waarden voor oester en blaaswier bemonsterd in de Westerschelde vergeleken met Oosterschelde. Hierbij dient opgemerkt te worden dat het aantal monsterlocatie in de Westerschelde (n=2) lager lag dan in de Oosterschelde (n=4) waardoor de Westerschelde minder representatief bemonsterd is. In de Oosterschelde is geen trend gevonden met hogere metaalgehalten landinwaarts. Een mogelijke verklaring kan zijn dat er geen locaties bemonsterd zijn aan de uiterst oostelijke kant.

4.4 Effecten van type stort materiaal

Wanneer metaalgehalten in weefsel van biota op de ondergrond van staalslakken en breukstenen vergeleken worden met gehalten in biota op referentielocaties dan worden er verschillen in metaalgehalten aangetoond. Verschillen wijzen echter niet consequent in dezelfde richting; metaalgehalten liggen soms hoger op de nieuwe ondergrond van staalslakken dan wel breuksteunen, soms lager en soms zijn er geen verschillen gevonden met referentielocaties. Er zijn geen soorten, jaren of locaties geïdentificeerd die consequent hoge of lage gehalten laten zien op de nieuwe ondergrond van staalslakken dan wel breukstenen wanneer deze vergeleken worden met de referentielocaties. Er zijn over het algemeen meer bemonsteringen uitgevoerd op een ondergrond van breukstenen en staalslakken dan op referentieplekken. Dit is van invloed op de statistische analyse. De invloed van wat gemeten wordt op de referentieplek is groter voor het resultaat van de analyse dan de invloed van de metingen van de stortsteenlocaties.

5 Conclusie en aanbevelingen

5.1 Conclusie

Er is geen eenduidig effect van aanbrengen oeververdediging (zowel in temporele trend als ruimtelijke analyse) op basis van de gemeten metaalgehalten in diverse biota.

Mosselen verzameld bij de Zeelandbrug wijken niet af van historische metingen vermeld in de literatuur. Echter, in sommige soorten op sommige locaties in enkele jaren worden hogere waardes gemeten vergeleken met T0, maar er is geen consistente trend waargenomen.

Door het ontbreken van metingen enkele jaren voor het aanbrengen van de nieuwe dijkversteviging is onbekend wat gehalten en variatie in metaalgehalten waren voor bestorting. Door ontbreken van continue metingen op (meerdere) referentielocaties is het lastig autonome variatie in de tijd te bepalen, waardoor het ook statistisch moeilijker is eventuele verschillen tussen bemonsteringsplekken en het type stort materiaal te onderscheiden. Dit kan deels opgevangen worden door gebruik te maken van gerapporteerde historische gegevens over metaalaccumulatie. Deze zijn echter niet voor alle relevante soorten beschikbaar en gerapporteerde gehalten kunnen door methodologische verschillen afwijkend zijn. Desondanks kunnen we (korte termijn) effecten van type bestorting niet uitsluiten. In 2014 (T5) worden immers hogere waardes gevonden voor organismen direct verzameld op staalslakken en breukstenen (Zeelandbrug, Japanse oester) in vergelijking tot de referentielocatie.

Metaalgehalten bij Wemeldinge (T0) en Gorishoek (referentielocatie) komen overeen met gehalten gemeten bij Zuidbout (referentielocatie van Zeelandbrug).

5.2 Aanbevelingen

Uitloging van metalen vanuit de nieuwe ondergrond van staalslakken en breukstenen is een van de routes waarmee metalen beschikbaar komen voor opname, metalen kunnen ook uitlogen uit oude (vervuilde) sedimentlagen en via afstroom uit land vanuit het achterliggende stroomgebied aangevoerd worden. Daarnaast is niet altijd bekend wat de leeftijd is van de bemonsterde organismen en invloed daarvan in de metaalaccumulatie. De situatie zoals gemeten in dit programma is dus wel het meest relevant omdat het de actuele situatie in de bekkens vertegenwoordigd, maar kan niet voorkomen dat factoren die mogelijk van invloed zijn op de metaalaccumulatie anders dan de ondergrond van staalslakken en breukstenen een rol spelen en waar dus ook de referentiegebieden onderhevig aan zijn. Bovengenoemde factoren resulteren in de (grote)variaties in metaalgehalten zoals in deze studie gemeten. Door het uitvoeren van mesocosm studie, zoals in 2015 ingezet is, kunnen dergelijke factoren uitgesloten worden waardoor het effect van een ondergrond van staalslakken en breukstenen in metaalaccumulatie geïsoleerd wordt en variaties in metaalaccumulatie verkleind worden.

Doordat er sprake is van grote jaarlijkse- en ruimtelijke variatie in metaalgehalten is het voor de monitoring in de bekkens belangrijk lange tijdreeksen op te bouwen en voldoende referentieplekken te bemonsteren. Op dit moment is er voor alleen de Zeelandbrug een meerjarige reeks beschikbaar en ligt, over het algemeen, het aantal bemonsteringen op referentielocaties (n=3) lager dan het aantal bemonsteringen op een ondergrond van staalslakken dan wel breukstenen (n=6 of 9). Hierdoor is de invloed van wat gemeten wordt op de referentielocaties en wat er gebeurd bij de Zeelandbrug groot voor conclusies die getrokken worden en bestaat er het risico dat conclusies het gevolg zijn van lokale variaties in metaalgehalten die niet veroorzaakt worden door de ondergrond.

Het is verstandig om de bemonsteringen bij de Zeelandbrug te continueren omdat daar de meeste bemonsteringen uitgevoerd zijn.

Tijdreeksen zouden uitgebreid kunnen worden door plekken te bemonsteren waar al relatief veel gegevens verzameld zijn. Schelphoek in de Oosterschelde en Ritthem en Hoedekenskerke in de Westerschelde zijn dergelijke locaties. Analyses zullen krachtiger worden als er nog een derde plek gevonden wordt in beide bekkens waar een tijdreeks opgebouwd kan worden. Dit is ook van belang omdat de ervaring leert dat niet altijd de gewenste soorten bemonsterd kunnen worden.

Het is erg belangrijk om referentieplekken mee te nemen in de monitoring en het aantal monsters per referentieplek (op dit moment 3) minimaal te verdubbelen. Het is hierbij van belang om referentiemonsters op voldoende onderlinge afstand van elkaar te nemen en het liefst vergelijkbaar met de afstand tussen individuele staalslak- en breuksteenbemonsteringen. De referentielocaties Zuidbout (referentie voor Zeelandbrug), Schelphoek west (voor Schelphoek), Kapellebank (voor Hoedekenskerke) kunnen bemonsterd worden. Ten westen van bemonsteringslocatie Ritthem zal nog een referentielocatie gevonden moeten worden.

Het is aan te bevelen te concentreren op soorten die niet mobiel zijn en waarvan reeds veel gegevens verzameld zijn; zoals zakpijpen, mosselen en oesters. Kreeften kunnen meegenomen omdat ze een hogere positie in de voedselketen vertegenwoordigen, territoriaal en dus plaatsgebonden zijn en het bovendien een commerciële soort is. De ervaring dat soorten niet altijd op alle plekken aanwezig zijn pleit voor een simultane bemonstering van verschillende soorten.

Kwaliteitsborging

IMARES beschikt over een ISO 9001:2008 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem (certificaatnummer: 124296-2012-AQ-NLD-RvA). Dit certificaat is geldig tot 15 december 2015. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV Certification B.V. Daarnaast beschikt het chemisch laboratorium van de afdeling Vis over een NEN-EN-ISO/IEC 17025:2005 accreditatie voor testlaboratoria met nummer L097. Deze accreditatie is geldig tot 27 maart 2013 en is voor het eerst verleend op 27 maart 1997; deze accreditatie is verleend door de Raad voor Accreditatie.

Referenties

Glorius, S.T., Heuvel-Greve, M.J. van den, Foekema, E.M., (2013), "Variatie gehalte zware metalen op locatie Zeelandbrug en toxiciteit molybdeen – data rapport", IMARES Wageningen UR, rapport C105/13.

Heuvel-Greve, M.J. van den, (2009), "T0 monitoring vooroeververdediging Oosterschelde; cluster 1 – 2009", IMARES Wageningen UR, rapport C137/09.

Heuvel-Greve, M. van den, A. van den Brink, S. Glorius, C. Schipper, M. de Kluijver, M. Dubbeldam, (2011), "Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde 2010: T1 Cluster 1/T0 Cluster 2", IMARES Wageningen UR, rapport C029/11.

Heuvel-Greve, M. van den, A. van den Brink, S. Glorius, C. Schipper, A. Gittenberger, M.J. de Kluijver, M. Dubbeldam, (2012), "Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde en Westerschelde 2011: T2 Cluster 1", IMARES Wageningen UR, rapport C081/12.

Killick, R., Idris A. Eckley, (2014), "Changepoint: An R Package for Changepoint Analysis", *Journal of Statistical Software*, 58(3), 1-19.

Kluijver, M.J. de, M.C. Dubbeldam, B.J.L. van Broekhoven, (2015, in voorbereiding), "Levensgemeenschappen op de harde substraten bij Zuidhoek/de Val (Schouwen-Duiveland); T5-inventarisatie eulittoraal en vooroever 2014", Stichting Zeeschelp.

Kluijver, M.J. de, Dubbeldam, M.C., Van Broekhoeven, B.J.L. (2015, in prep), "Levensgemeenschappen op de harde substratenin het eulittoraal en op de vooroever. T6 inventarisatie Oosterschelde en T4 inventarisatie Westerschelde, 2014", Stichting Zeeschelp, Jacobahaven.

Mubiana V.K., Qadah, D., Meys, J., Blust, R., (2005), "Temporal and spatial trends in heavy metal concentrations in marine mussel *Mytilus edulis* from the Western Scheldt estuary (The Netherlands)", *Hydrobiologica,* (540), 169 – 180.

Mubiana, V.K., Blust, R. (2006), "Metal content of marine mussels from Western Scheldt Estuary and nearby protected Marine Bay, the Netherlands: impact of past and present contamination", *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 77(2): 203-210.

Oksanen,J., F. Guillaume Blanchet, Roeland Kindt, Pierre Legendre, Peter R. Minchin, R. B. O'Hara, Gavin L. Simpson, Peter Solymos, M. Henry H. Stevens and Helene Wagner (2013), "Vegan: Community Ecology Package", R package version 2.0-10. http://CRAN.R-project.org/package=vegan

Tangelder, M., Brummelhuis, E.B.M., Kluijver, M. de, Heuvel-Greve, M.J. van den, (2014), "Data rapport: Het effect van vooroeververdediging op bodemorganismen in de Oosterschelde in 2013", IMARES Wageningen UR, rapport C119.14.

Schellekens, T., Glorius, S.T., Heuvel-Greve, M.J. van den, (2014), "Variatie en trend van de gehaltes zware metalen op locatie Zeelandbrug – Data rapport 2013". Imares Wageningen UR rapport C055.14.

Tangelder, M., Goudswaard, K. en Es, Y. (2015a). "Bepaling zware metalen in kreeften op nieuwe vooroevers in de Oosterschelde", IMARES Wageningen UR rapport C039/15.

Tangelder, M., Van den Heuvel-Greve, M.J., De Kluiver, Glorius, S.T., Jansen, H., (2015b, in prep.), ”Data rapport: Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde en Westerschelde 2015”, IMARES rapport, Yerseke.

Tangelder, M., De Kluiver, M., Brummelhuis, E.B.M., Van den Heuvel-Greve, M.J. (2015c, in prep.) Data rapport: Effect van vooroeververdediging op bodemorganismen in Oosterschelde en Westerschelde in 2014. IMARES rapport, Yerseke.

Tomlinson, D. L., Wilson, J. G., Harris, C. R., en Jeffrey, D. W. (1980), ”Problems in the assessment of heavy-metal levels in estuaries and the formation of a pollution index”, *Helgoland Marine Research*, (33), pp 566 – 575.

Jonkers, D. (1987). Opname van zware metalen uit en kolonisatie van ovenslakken en beton door benthische mariene organismen. Mariene Zoölogie, Rijksuniversiteit Groningen, Groningen, p.p. 86.

Kovach, W.L., 1999. MVSP - A Multi Variate Statistical Package for Windows, version 3.1. Kovach Computing Services, Pentraeth, Wales, UK.

OSPAR (2009). Background document on CEMP Assessment Criteria for QSR 2010.

R Development Core Team (2012). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL. http://www.R-project.org/.

Verantwoording

Rapport : C079/15
Projectnummer : 4303107301

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en het betreffende afdelingshoofd van IMARES.

Akkoord: [redacted]
Onderzoeker

Handtekening: 

Datum:

Akkoord: [redacted]

Handtekening: 

Datum:

Bijlage A. Overzicht van biota bemonsteringen

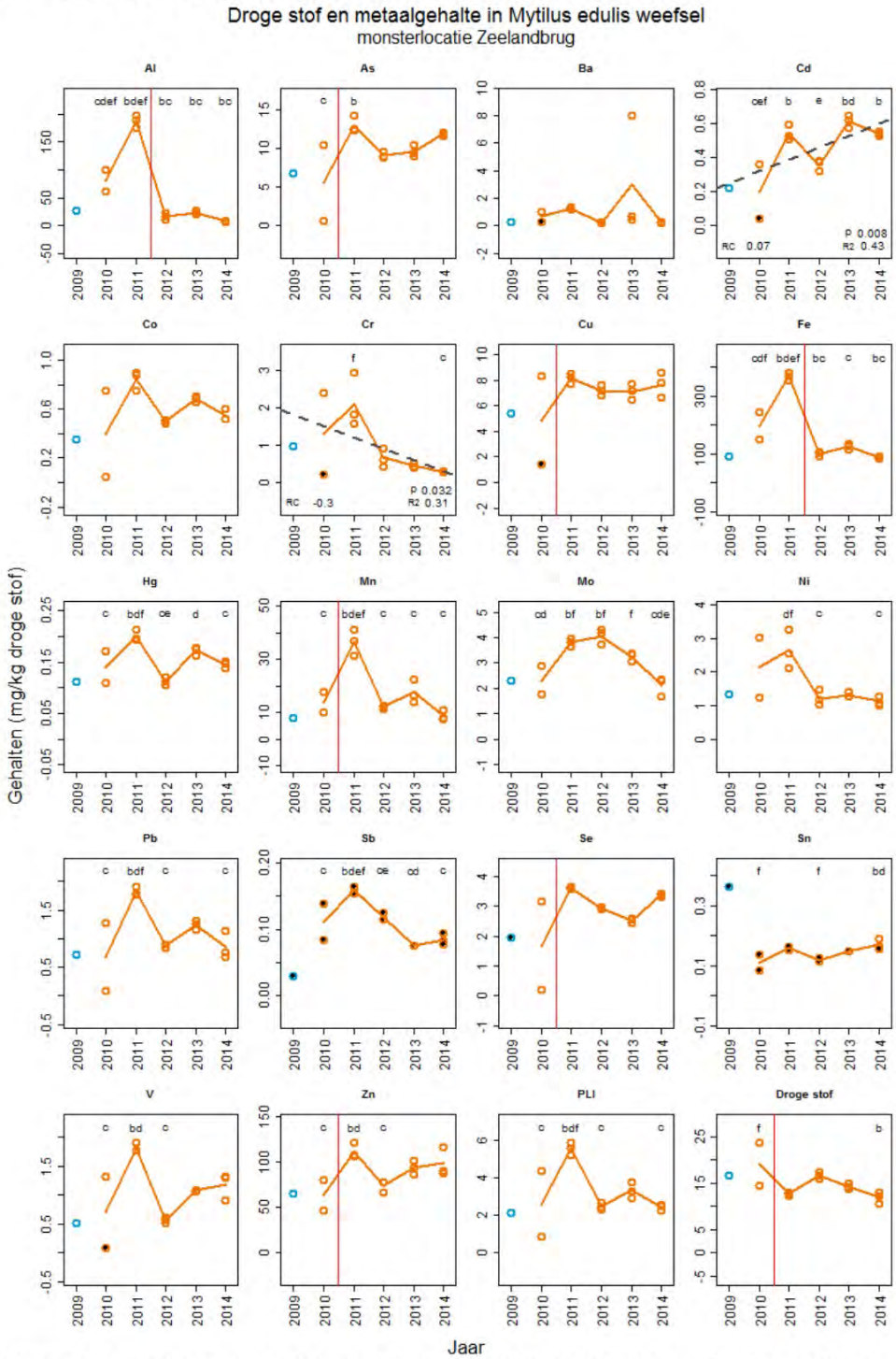
Tabel 5: Bemonstering van locaties uitgesplitst per jaar. Gearceerde cellen geven aan dat er epifauna verzameld is en er wordt daarbij per locatie aangegeven of het een T0-T5 bemonstering betreft. Wanneer organismen verzameld zijn op de nieuwe ondergrond dan wordt het ondergrondtype gespecificeerd met BS voor Breuksteen, SS voor Staalslakken en NB voor niet bekend; op sommige locaties zijn meerdere typen aanwezig, dit wordt aangegeven met bijv 'BS & SS', wanneer de organismen verzameld zijn op een locatie onder invloed staan van beide typen (maar zich dus niet op de nieuwe ondergrond bevinden) wordt dat aangegeven als SSBS (bijv Zeelandbrug pijler, waarbij organismen verzameld worden op een hoogte boven de verdediging waarbij aan de ene kant Breuksteen en aan de andere kant Staalslakken gebruikt zijn).

	Locatie*	Type Stort	Jaar stort	Cluster	Ref locatie	Bemonstering						Opmerkingen 2014 Bemonstering
						2009	2010	2011	2012	2013	2014	
Oosterschelde	Burghsluis-west	ZG	2014	2			T0					
	Schelphoek-west	SS	2009	1	KN	T0	T1	T2			T5	Slib laag op stort
	Schelphoek-west II	ZG**	2014	2	KN						T0	
	Schelphoek-midden	BS	2009	1	KN	T0	T1	T2			T5	
	Schelphoek-oost	SS	2009	1	KN	T0	T1	T2			T5	
	Lokkersnol-oost	BS & SS	2009	1	KN	T0	T1					
	Zeelandbrug-west	BS & SS	2009	1	ZB	T0	T1	T2			T5	
	Zeelandbrug-midden	BS & SS	2009	1	ZB		T1	T2			T5	
	Zeelandbrug-oost	BS & SS	2009	1	ZB	T0	T1	T2			T5	
	Zeelandbrug pijler	SSBS	2009	1	ZB	T0	T1	T2	T3	T4	T5	
	Zierikzee	NB	2014	2.2	KN					T0		
	Wemeldinge-west	NB	2016	3	GH						T0	oesterrif
	Wemeldinge-west 30m	NB	2016	3	GH						T0	oesterrif
	Wemeldinge-oost	NB	2016	3	GH						T0	oesterrif
	Buitenhaven NJ	*Ref*	-	-	-							touw
	Kurkenol (KN)	*Ref*	-	-	-							
	Zuidbout (ZB)	*Ref*	-	-	-							oesterrif
	Gorishoek (GH)	*Ref*	-	-	-							oesterrif
Westerschelde	Ritthem-west	SS	2009	1	PP	T0	T1	T2			T5	
	Ritthem-midden	SS	2009	1	PP	T0	T1	T2			T5	
	Ritthem-oost	SS	2009	1	PP	T0	T1	T2			T5	
	Borssele	SS	2010	1	PP		T0					
	Ellewoutsdijk-west	SS	2010	2.2	PP		T0					
	Ellewoutsdijk-midden	SS	2010	2.2	PP		T0					
	Ellewoutsdijk-haven	SS	2010	2.2	PP		T0					
	Hoedekenskerke-zuid	SS	2011	2.1	KB		T0				T3	
	Hoedekenskerke-haven	BS & SS	2011	2.1	KB		T0				T3	
	Hoedekenskerke-noord	BS & SS	2011	2.1	KB		T0				T3	
	Paulinapolder (PP)	*Ref*	-	-	-							
	Kapellebank (KB)	*Ref*	-	-	-							oesterrif

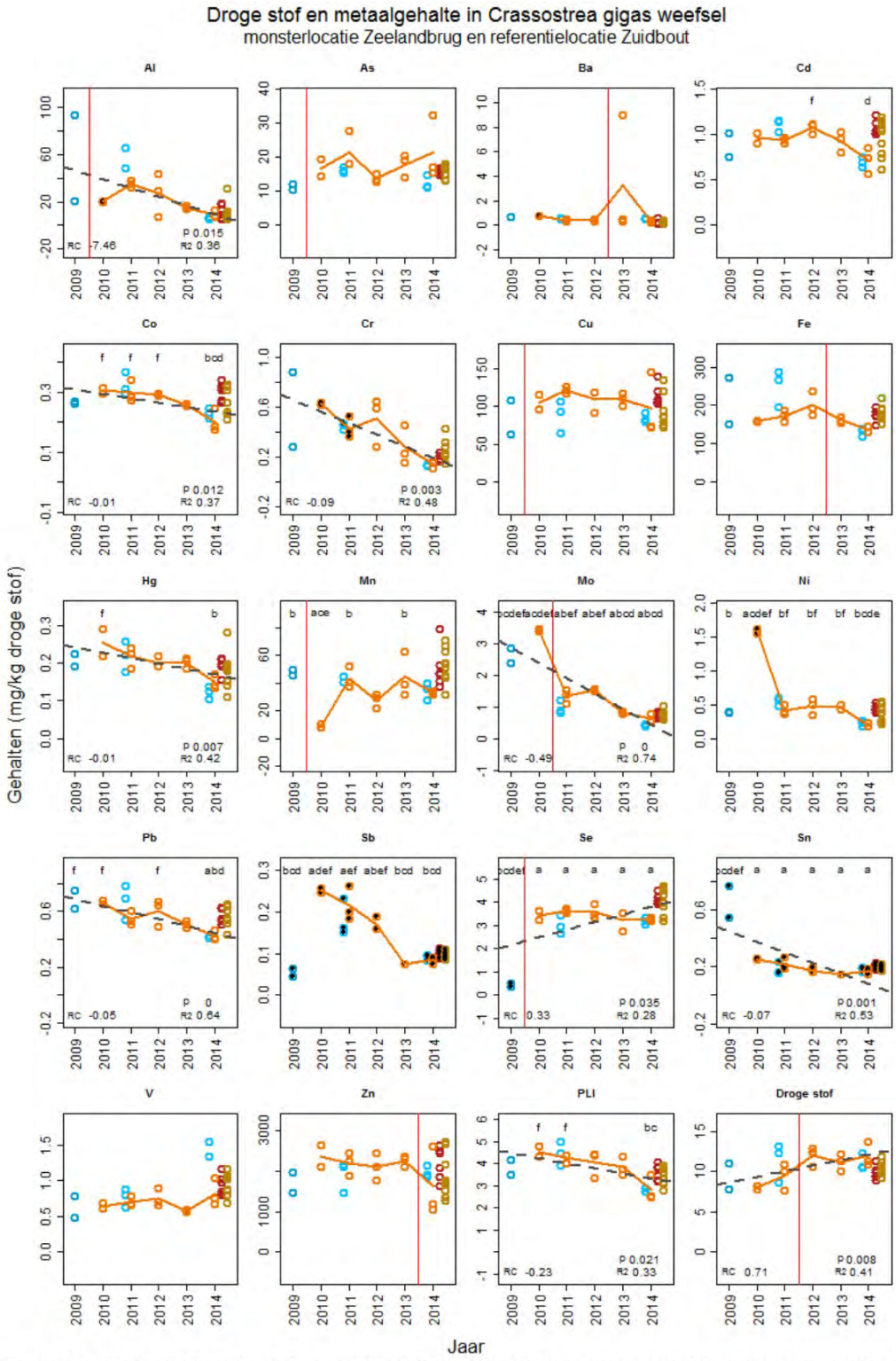
** Dit overzicht bevat geen informatie over de extra fucus bemonsteringslocaties zoals uitgevoerd in 2011 (zie hiervoor Van den Heuvel-Greve e.a. 2012)*

*** Bij locatie Schelphoek-west II wordt geëxperimenteerd met een nieuw ontwerp oever. Op de nieuwe bestorting van zeegrind zijn kleine hopen bestort met zowel breuksteen als zandsteen.*

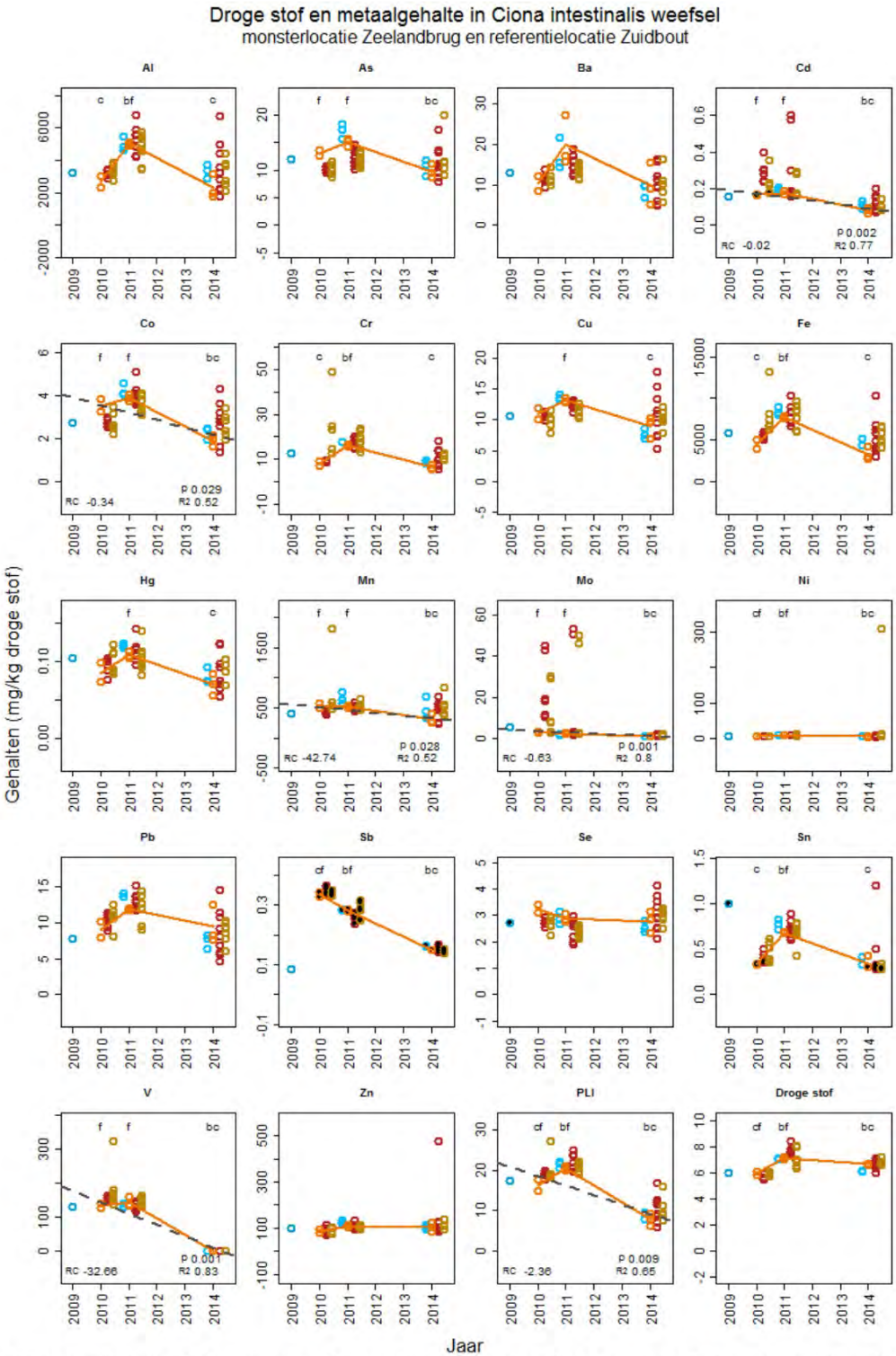
Bijlage B. Trend in concentratie metalen, droge stof en PLI



Figuur 9: Metaalgehalten, PLI en droge stof voor de mossel Mytilus edulis bemonsterd op de Zeelandbrug en Zuidbout in de periode 2009 (T0) en 2014. Blauwe stippen zijn bemonsteringen op de referentielocatie, oranje stippen zijn bemonsteringen onder invloed van staalslakken & breukstenen, rode stippen zijn bemonsteringen op breukstenen en gele stippen zijn bemonsteringen op staalslakken. Metaalgehalten die onder de detectielimiet liggen worden weergeven met zwarte stippen. Gemiddelde waarden op een ondergrond van staalslakken & breukstenen worden door oranje lijnen weergegeven. De volgende statistische resultaten hebben alleen betrekking op ondergronden onder invloed van staalslakken & breukstenen (oranje stippen): (1) significante lineaire verbanden worden door grijze stippellijnen weergeven. De richtingscoëfficiënt, p-waarde en correlatiewaarde worden onder in de grafiek weergegeven. (2) Wanneer er sprake is van een significante sprong in (jaargemiddelde)gehalten dan wordt deze weergegeven door een verticale rode lijn. (3) De lettercode geeft significante verschillen tussen de jaren weer (ANOVA, Tukey Posthoc).

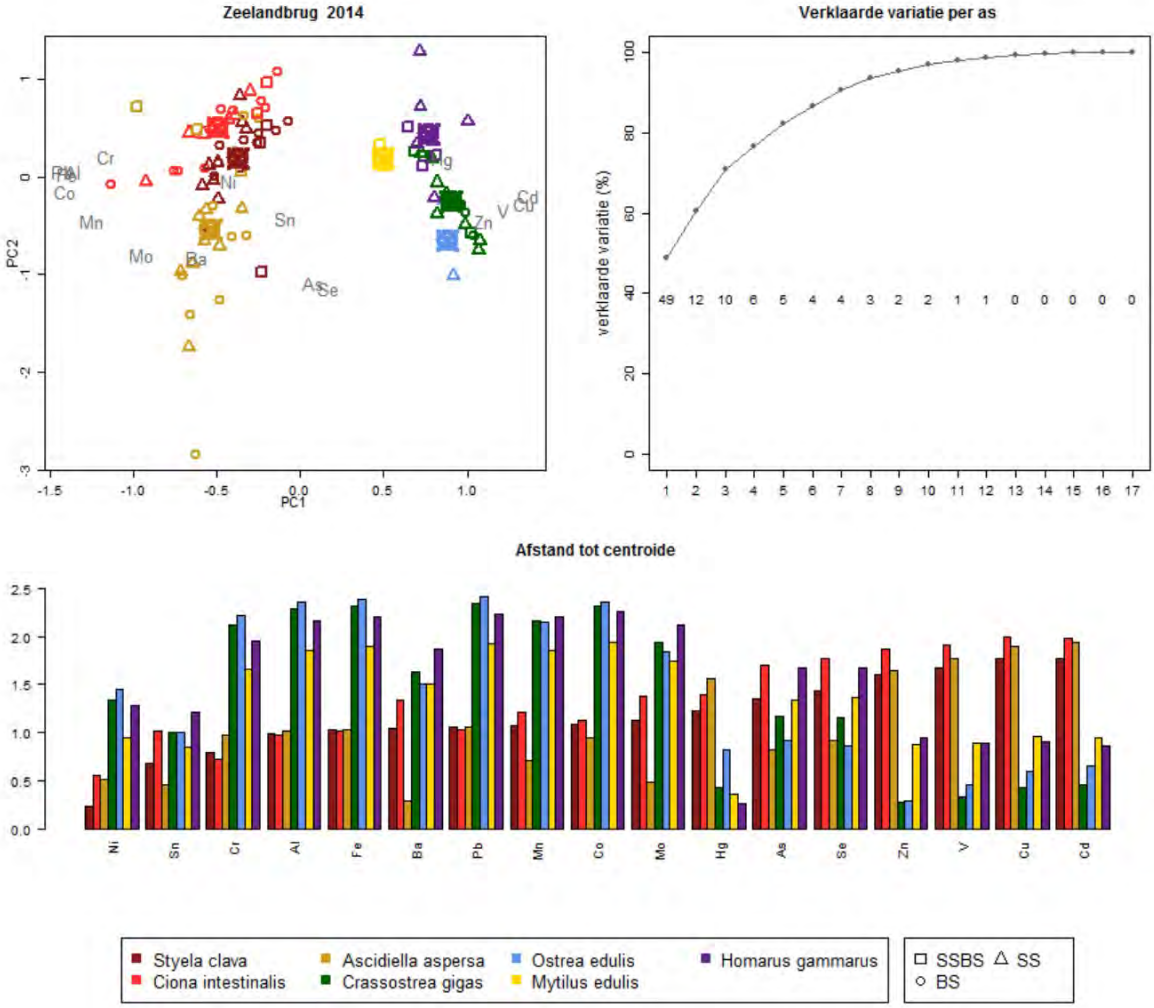


Figuur 10: Metaalgehalten, PLI en drogestof voor de oester Crassostrea gigas bemonsterd op de Zeelandbrug en Zuidbout in de periode 2009 (T0) en 2014. Blauwe stippen zijn bemonsteringen op de referentielocatie, oranje stippen zijn bemonsteringen onder invloed van staalslakken & breukstenen, rode stippen zijn bemonsteringen op breukstenen en gele stippen zijn bemonsteringen op staalslakken. Metaalgehalten die onder de detectielimiet liggen worden weergeven met zwarte stippen. Gemiddelde waarden op een ondergrond van staalslakken & breukstenen worden door oranje lijnen weergegeven. De volgende statistische resultaten hebben alleen betrekking op ondergronden onder invloed van staalslakken & breukstenen (oranje stippen): (1) significante lineaire verbanden worden door grijze stippellijnen weergeven. De richtingscoëfficiënt, p-waarde en correlatiewaarde worden onder in de grafiek weergegeven. (2) Wanneer er sprake is van een significante sprong in (jaargemiddelde)gehalten dan wordt deze weergegeven door een verticale rode lijn. (3) De lettercode geeft significante verschillen tussen de jaren weer (ANOVA, Tukey Posthoc).

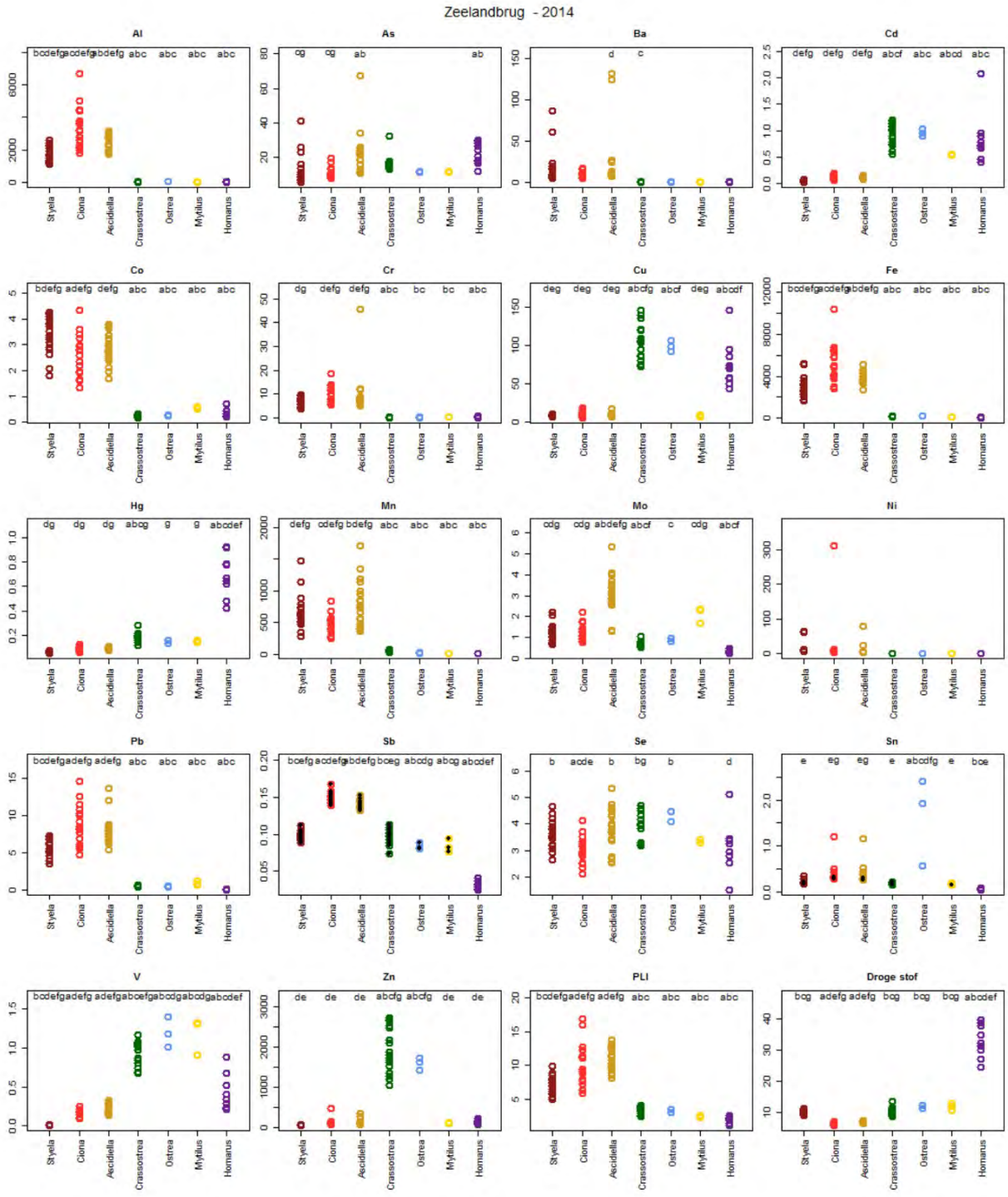


Figuur 11: Metaalgehalten, PLI en drogestof voor de zakpijpsoort Ciona intestinalis bemonsterd op de Zeelandbrug en Zuidbout in de periode 2009 (T0) en 2014. Blauwe stippen zijn bemonsteringen op de referentielocatie, oranje stippen zijn bemonsteringen onder invloed van staalslakken & breukstenen, rode stippen zijn bemonsteringen op breukstenen en gele stippen zijn bemonsteringen op staalslakken. Metaalgehalten die onder de detectielimiet liggen worden weergeven met zwarte stippen. Gemiddelde waarden op een ondergrond van staalslakken & breukstenen worden door oranje lijnen weergegeven. De volgende statistische resultaten hebben alleen betrekking op ondergronden onder invloed van staalslakken & breukstenen (oranje stippen): (1) significante lineaire verbanden worden door grijze stippellijnen weergeven. De richtingscoëfficiënt, p-waarde en correlatiewaarde worden onder in de grafiek weergegeven. (2) Wanneer er sprake is van een significante sprong in (jaargemiddelde)gehalten dan wordt deze weergegeven door een verticale rode lijn. (3) De lettercode geeft significante verschillen tussen de jaren weer (ANOVA, Tukey Posthoc).

Bijlage C. Verschillen in metaalaccumulatie tussen soorten

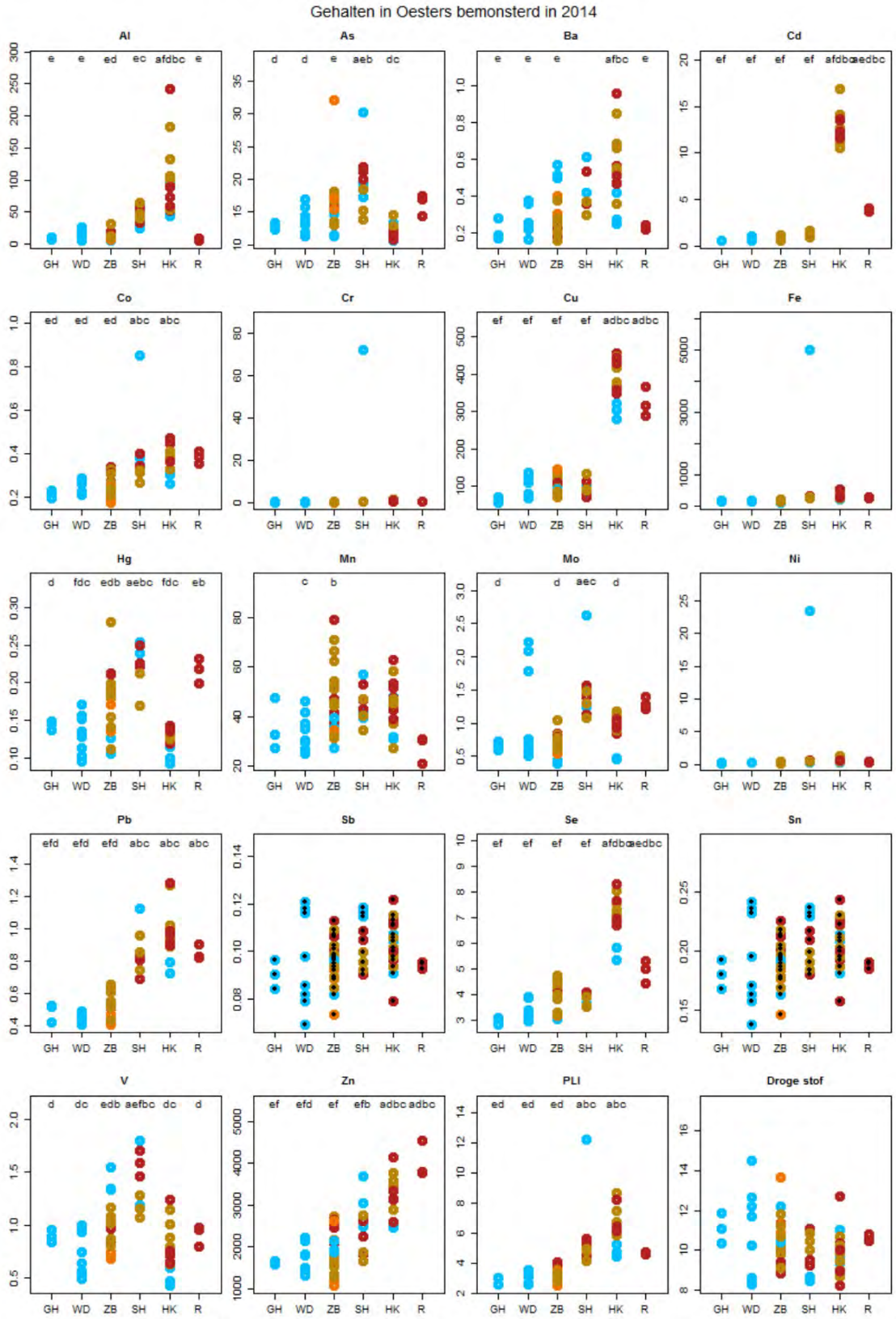


Figuur 12: Linksboven principal component (PCA) oriëntatie op z-gestransformeerde metaalgehalte in de zakpijpsoorten Styela clava, Ciona intestinalis en Ascidiella aspersa, de oesters Crassostrea gigas en Ostrea edulis, de mossel Mytilus edulis en de kreeft Homarus gammarus bemonsterd op de Zeelandbrug in 2014. Scaling factor 2 (nadruk op metaalverschillen). Metalen met meer dan 75% meetwaarden onder de detectielimiet zijn buitenbeschouwing gelaten. Rechtsboven de verklaarde variatie per PCA-as. Onder de afstand van de metalen tot de centroide van de verschillende ondergronden, geordend op Ciona intestinalis.

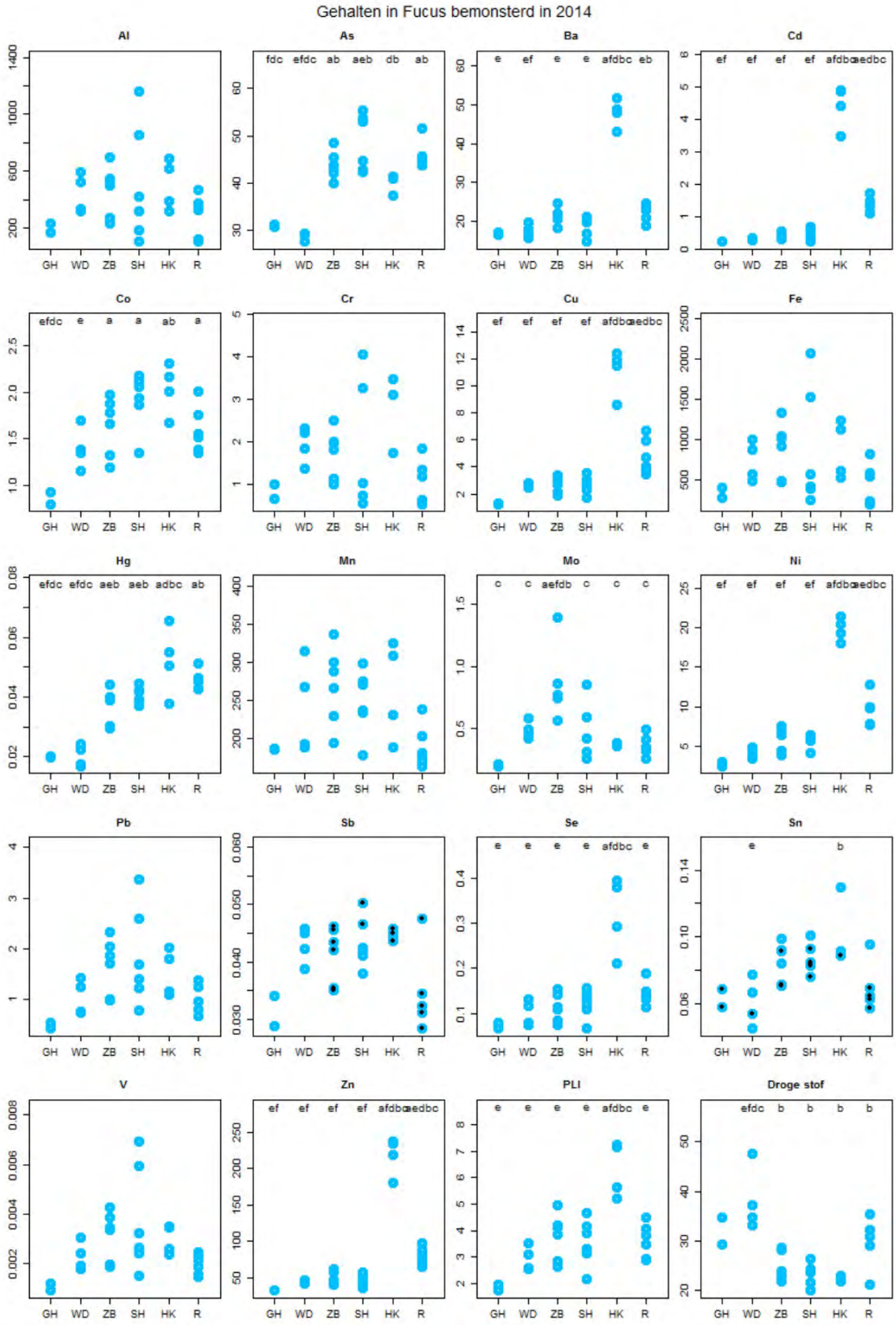


Figuur 13: Metaalgehalten, PLI en droge stof voor de zakpijpsoorten Styela clava (a), Ciona intestinalis (b) en Ascidiella aspersa (c), de oesters Crassostrea gigas (d) en Ostrea edulis (e), de mossel Mytilus edulis (f) en de kreeft Homarus gammarus (g) bemonsterd op de Zeelandbrug in 2014. Metaalgehalten die onder de detectielimiet liggen worden weergeven met zwarte stippen. De lettercode geeft significante verschillen weer (ANOVA, Tukey Post hoc).

Bijlage D: Verschillen in metaalaccumulatie tussen locaties



Figuur 14: Metaalgehalten, PLI en drogestof in Crassostrea gigas bemonsterd op verschillende ondergronden bij Gorishoek, Wemeldinge, Zeelandbrug, Schelphoek, Hoedekenskerke en Ritthem in 2014. Metaalgehalten die onder de detectielimiet liggen worden weergeven met zwarte stippen. De lettercode geeft significante verschillen weer (ANOVA, Tukey Post hoc).



Figuur 15: Metaalgehalten, PLI en drogestof in Fucus vesiculosus bemonsterd op verschillende locaties in 2014. In Oosterschelde bij Gorishoek (GH), Wemeldinge (WD), Zeelandbrug (ZB), Schelphoek (SH) en in Westerschelde bij Hoedekenskerke (HK) en Ritthem (R). Metaalgehalten die onder de detectielimiet liggen worden weergeven met zwarte stippen. De lettercode geeft significante verschillen weer (ANOVA, Tukey Post hoc).

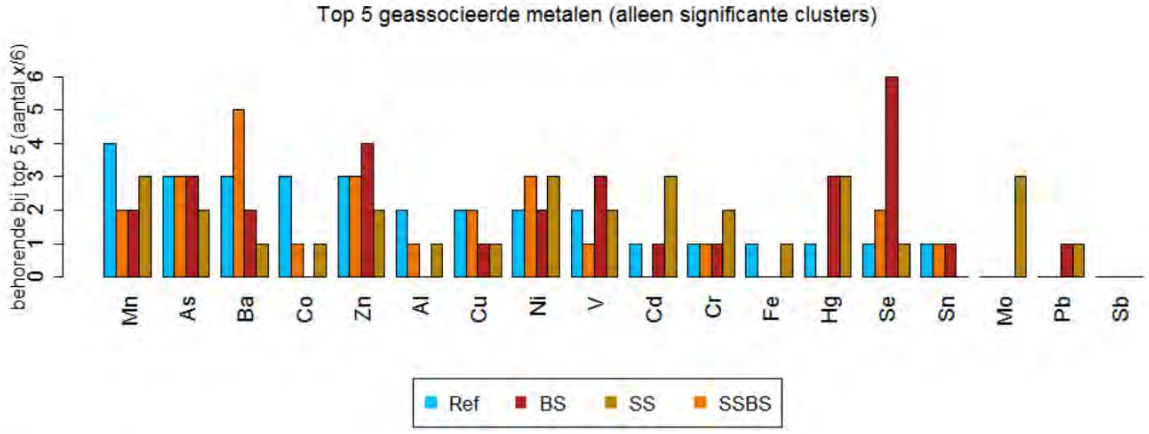
Bijlage E. Effect type ondergrond in metaalaccumulatie

Het effect van de ondergrond (referentie, staalslakken, breukstenen) op de metaalaccumulatie is onderzocht voor de zakpijpen *Styela clava* en *Ciona intestinalis* die bemonsterd werden op de Zeelandbrug in 2011 en 2014, voor de kreeft *Homarus gammarus* en de zakpijp *Ascidiella aspersa* die bemonsterd werden op de Zeelandbrug in 2014 en voor de oester *Crassostrea gigas* die bemonsterd werden op de Zeelandbrug, Schelphoek en Hoedekenskerke in 2014.

Het effect van de ondergrond is onderzocht door alle metalen gezamenlijk te beschouwen waarbij monsters in een tweedimensionaal vlak weergeven op basis van onderlinge (on)gelijkheid (PCA-analyse). Centroïde van clusters van dezelfde ondergronden zijn weergegeven en de afstanden tot de individuele metalen tot de centroïde zijn berekend en opgeslagen in een database. Daarnaast is door een permutatietest bekeken of clusters significant verschillend zijn van elkaar en is door middel van een lineair model getoetst of afstanden tot de centroïde significant verschillend is voor de verschillende soorten en ondergronden. In de tabellen die hieronder staan worden samenvattingen gegeven van de multivariate analyses. De PCA-oriëntaties evenals de grafieken waarin de metaalgehalten per ondergrond weergegeven worden waarbij ook de resultaten van de anova toets opgenomen zijn, staan op de volgende pagina's.

Tabel 6: Clusters die significant (p<0.05) verschillend zijn met de referentie op basis van PCA. Significantie op basis van permanova test volgens adonis routine.

Locatie	Soort	Jaar	Ondergrond	p-waarde
Zeelandbrug	*Styela clava*	2011	Staalslakken	0.0498
Zeelandbrug	*Ciona intestinalis*	2011	Breukstenen	0.0318
		2011	Staalslakken	0.0094
Zeelandbrug	*Crassostrea gigas*	2014	Breukstenen	0.0131
		2014	Staalslakken	0.0046
Hoedekenskerke	*Crassostrea gigas*	2014	Staalslakken	0.0142
		2014	Breukstenen	0.0120



Figuur 16: Aantal keer dat een metaal behoord bij de top 5 van de aan ondergrond typen geassocieerde metalen geïdentificeerd op basis van de PCA oriëntaties. In het figuur zijn alleen significante clusters meegenomen (n=7), zie tabel 6. Metalen die relatief vaak verhoogd zijn op de nieuwe ondergrond staan rechts en metalen die relatief vaak hoog zijn op de referentielocatie staan links.

Tabel 7: Modelresultaten van lineair modellen waarin per soort de afstand van metalen tot centroide onderzocht is afhankelijk ondergronden (en jaar wanneer beschikbaar). Resultaten tov referentie – ondergrond. Bij kleinere afstand neemt associatie (gehalte) van metalen toe; negatieve parameterwaarden duidt op hogere metaalconcentraties.

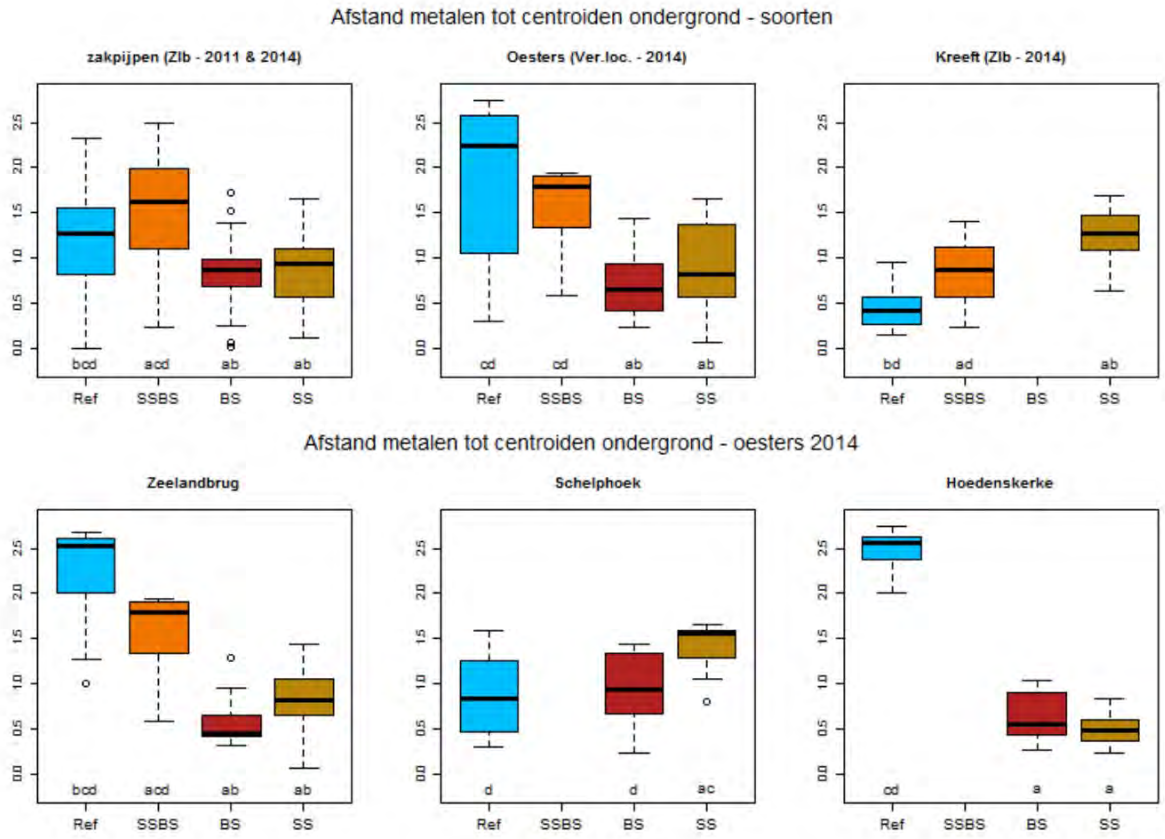
Styela clava	Estimate	Std. Error	t value	Pr(>|t|)	
(Intercept)	103.1345	38.06421	2.709	0.00767	**
Staalslakken & breukstenen	0.28446	0.08021	3.547	0.000548	***
Breukstenen	-0.57818	0.08021	-7.208	4.48E-11	***
Staalslakken	-0.77677	0.08021	-9.684	< 2e-16	***
Jaar	-0.0505	0.01891	-2.67	0.008583	**

Ciona intestinalis	Estimate	Std. Error	t value	Pr(>|t|)	
(Intercept)	-19.8934	39.4646	-0.504	0.6151	
Staalslakken & breukstenen	-0.08653	0.0832	-1.04	0.3002	
Breukstenen	-0.43812	0.0832	-5.266	5.56E-07	***
Staalslakken	-0.15745	0.0832	-1.892	0.0606	.
Jaar	0.01051	0.01961	0.536	0.5929	

Ascidiella aspersa	Estimate	Std. Error	t value	Pr(>|t|)	
(Intercept)	0.59999	0.09656	6.214	4.36E-08	***
Staalslakken & breukstenen	1.12122	0.13656	8.21	1.37E-11	***
Breukstenen	0.20769	0.13656	1.521	0.133	
Staalslakken	0.15778	0.13656	1.155	0.252	

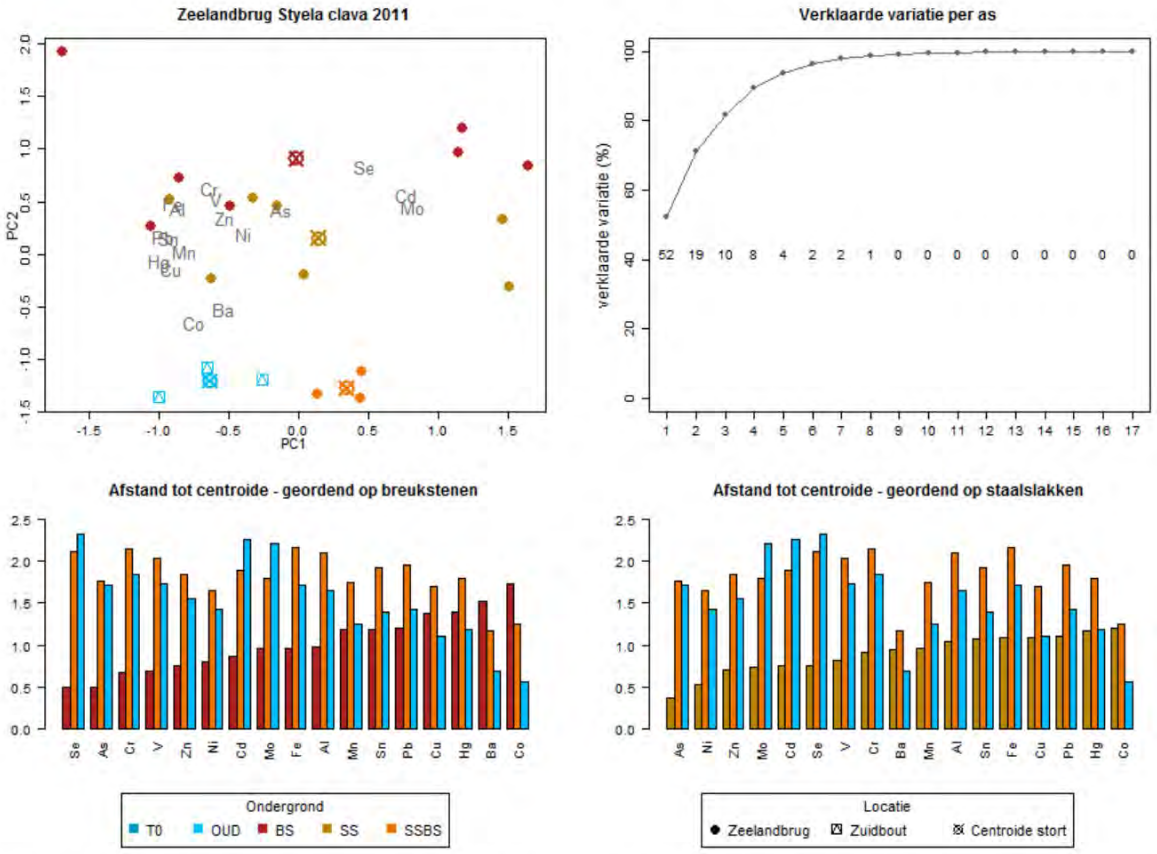
Crassostrea gigas					
Zeelandbrug	Estimate	Std. Error	t value	Pr(>|t|)	
(Intercept)	2.2644	0.09915	22.839	< 2e-16	***
Staalslakken & breukstenen	-0.65548	0.14021	-4.675	1.71E-05	***
Breukstenen	-1.71371	0.14021	-12.222	< 2e-16	***
Staalslakken	-1.43073	0.14021	-10.204	9.90E-15	***
Schelphoek	Estimate	Std. Error	t value	Pr(>|t|)	
(Intercept)	0.84216	0.09329	9.03E+00	1.16E-11	***
Breukstenen	0.1142	0.13194	0.866	0.391	
Staalslakken	0.58265	0.13194	4.42E+00	6.24E-05	***
Hoedekenskerke	Estimate	Std. Error	t value	Pr(>|t|)	
(Intercept)	2.48357	0.05462	45.47	<2e-16	***
Breukstenen	-1.84315	0.07725	-23.86	<2e-16	***
Staalslakken	-1.99226	0.07725	-25.79	<2e-16	***

Homarus gammarus	Estimate	Std. Error	t value	Pr(>|t|)	
(Intercept)	0.43494	0.07047	6.172	1.10E-07	***
Staalslakken & breukstenen	0.38783	0.09966	3.892	0.00029	***
Staalslakken	0.80573	0.09966	8.085	1.07E-10	***

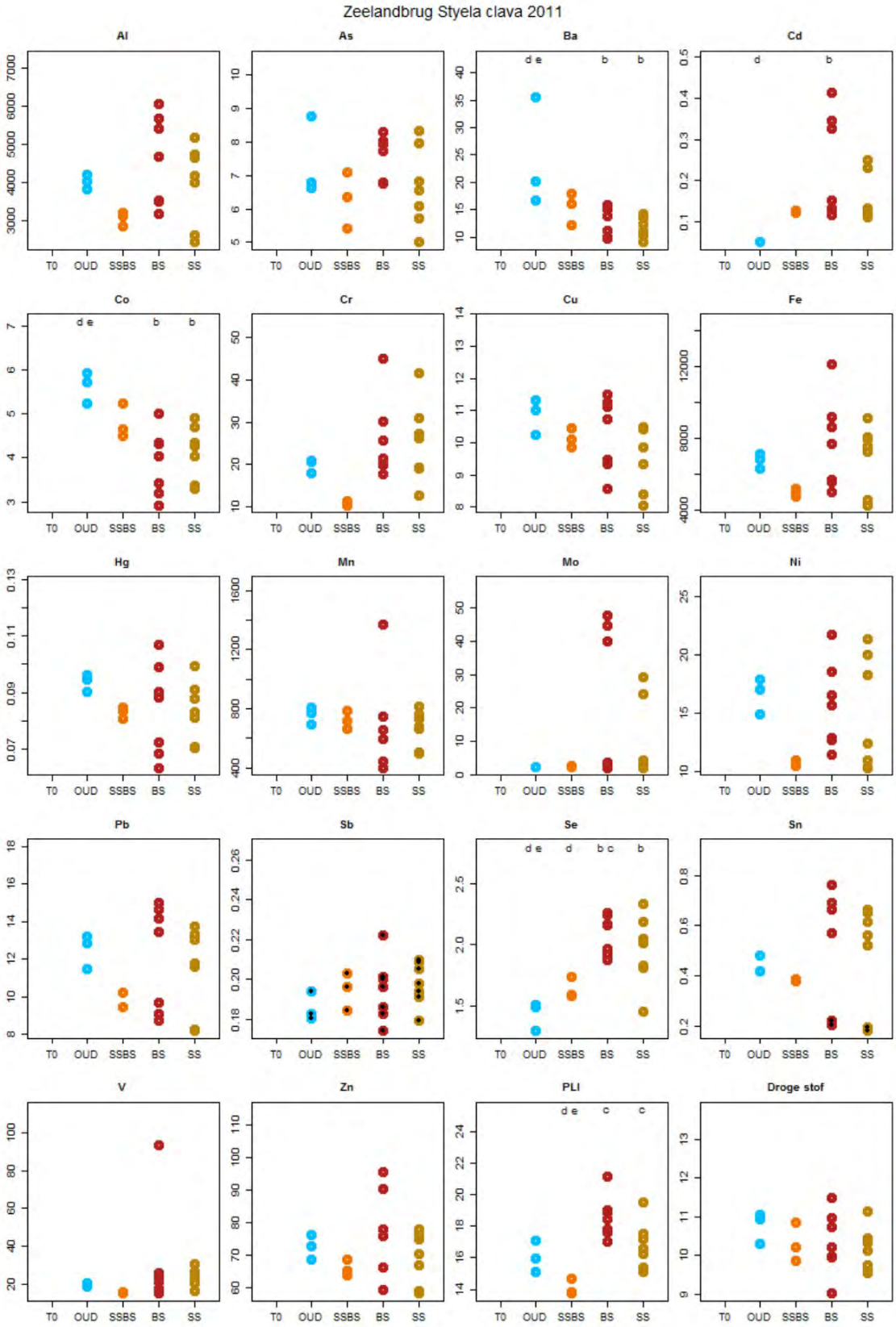


Figuur 17. Afstand van de metalen tot de centroïde van de verschillende ondergrondtypen zoals weergegeven in PCA-oriëntaties. Hoe kleiner de afstand hoe hoger het gehalten aan metalen. Significante verschillen worden weergegeven door lettercodes, Referentie (Ref= a), staalslakken & breukstenen (SSBS = b), breukstenen (BS =c) en staalslakken (SS, e) (ANOVA icm Tukey post hoc, significantieniveau 0.05).

Zakpijp - *Styela clava* bemonsterd nabij de Zeelandbrug in 2011

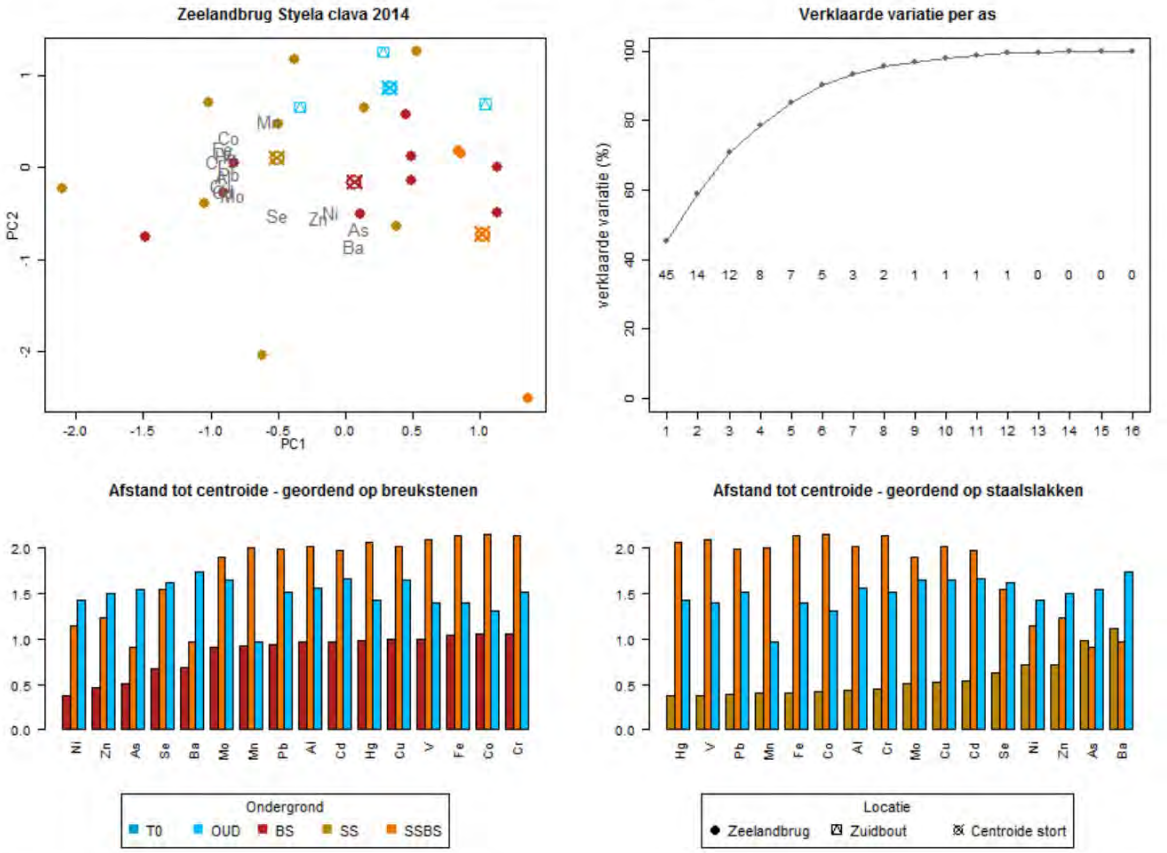


Figuur 18: Linksboven principal component (PCA) oriëntatie op z-gestransformeerde metaalgehalte in Styela clava weefsel bemonsterd in 2011 bij de Zeelandbrug met scaling factor 2 (nadruk op metaalverschillen). De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen.Metalen met meer dan 75% meetwaarden onder de detectielimiet zijn buitenbeschouwing gelaten. Rechtsboven de verklaarde variatie per PCA-as. Linksonder de afstand van de metalen tot de centroide van de verschillende ondergronden, geordend op toenemende afstand centroide breukstenen, rechtsonder geordend op toenemende afstand centroide staalslakken; hoe korter de afstand hoe relatief hoger het metaalgehalte.

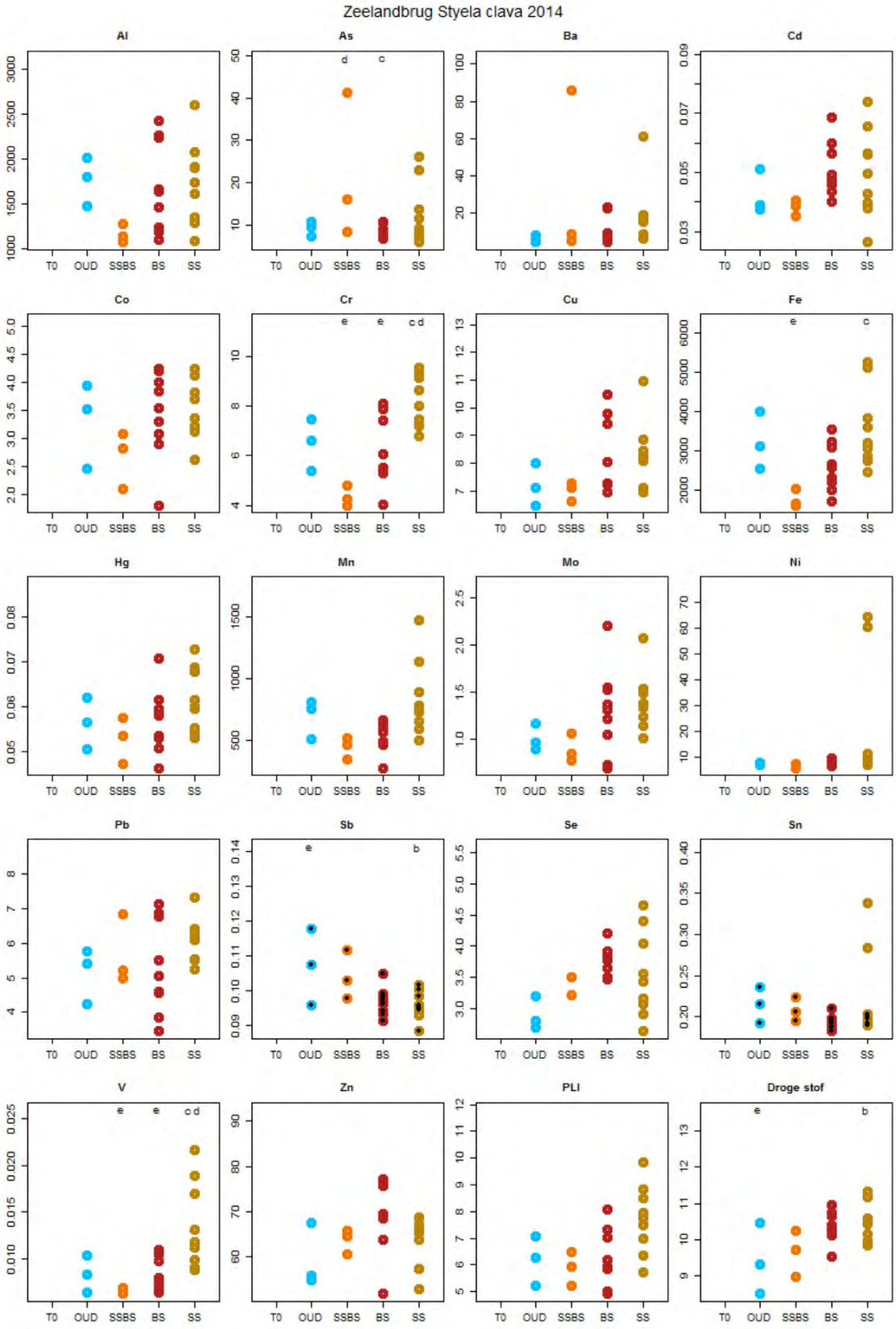


Figuur 19: Metaalgehalten, PLI en droge stof in Styela clava bemonsterd op verschillende ondergronden bij de Zeelandbrug in 2011. De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen. Metaalgehalten die onder de detectielimiet liggen worden weergeven met zwarte stippen. De lettercode geeft significante verschillen weer (ANOVA, Tukey Posthoc).

Zakpijp - *Steyla clava* bemonsterd nabij de Zeelandbrug in 2014

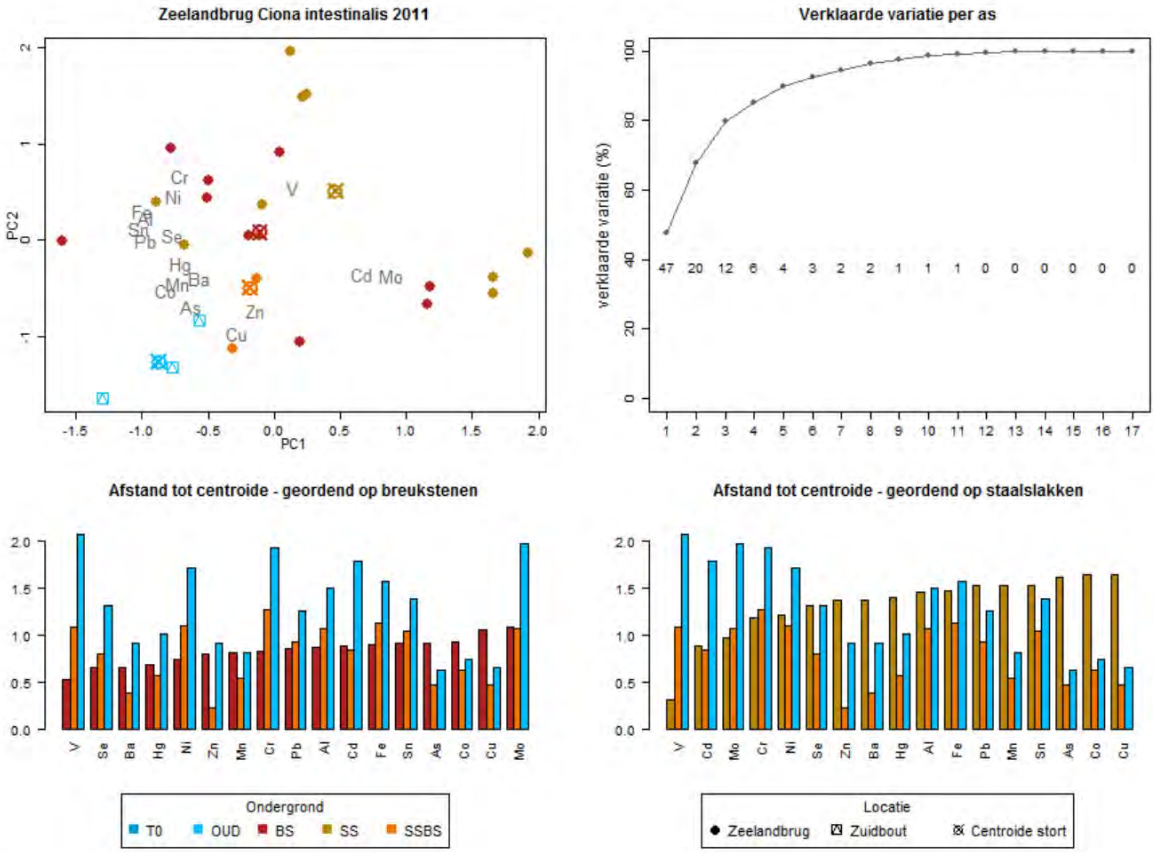


Figuur 20: Linksboven principal component (PCA) oriëntatie op z-gestransformeerde metaalgehalte in Styela clava weefsel bemonsterd in 2014 bij de Zeelandbrug met scaling factor 2 (nadruk op metaalverschillen). De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen. Metalen met meer dan 75% meetwaarden onder de detectielimiet zijn buitenbeschouwing gelaten. Rechtsboven de verklaarde variatie per PCA-as. Linksonder de afstand van de metalen tot de centroide van de verschillende ondergronden, geordend op toenemende afstand centroide breukstenen, rechtsonder geordend op toenemende afstand centroide staalslakken; hoe korter de afstand hoe relatief hoger het metaalgehalte.

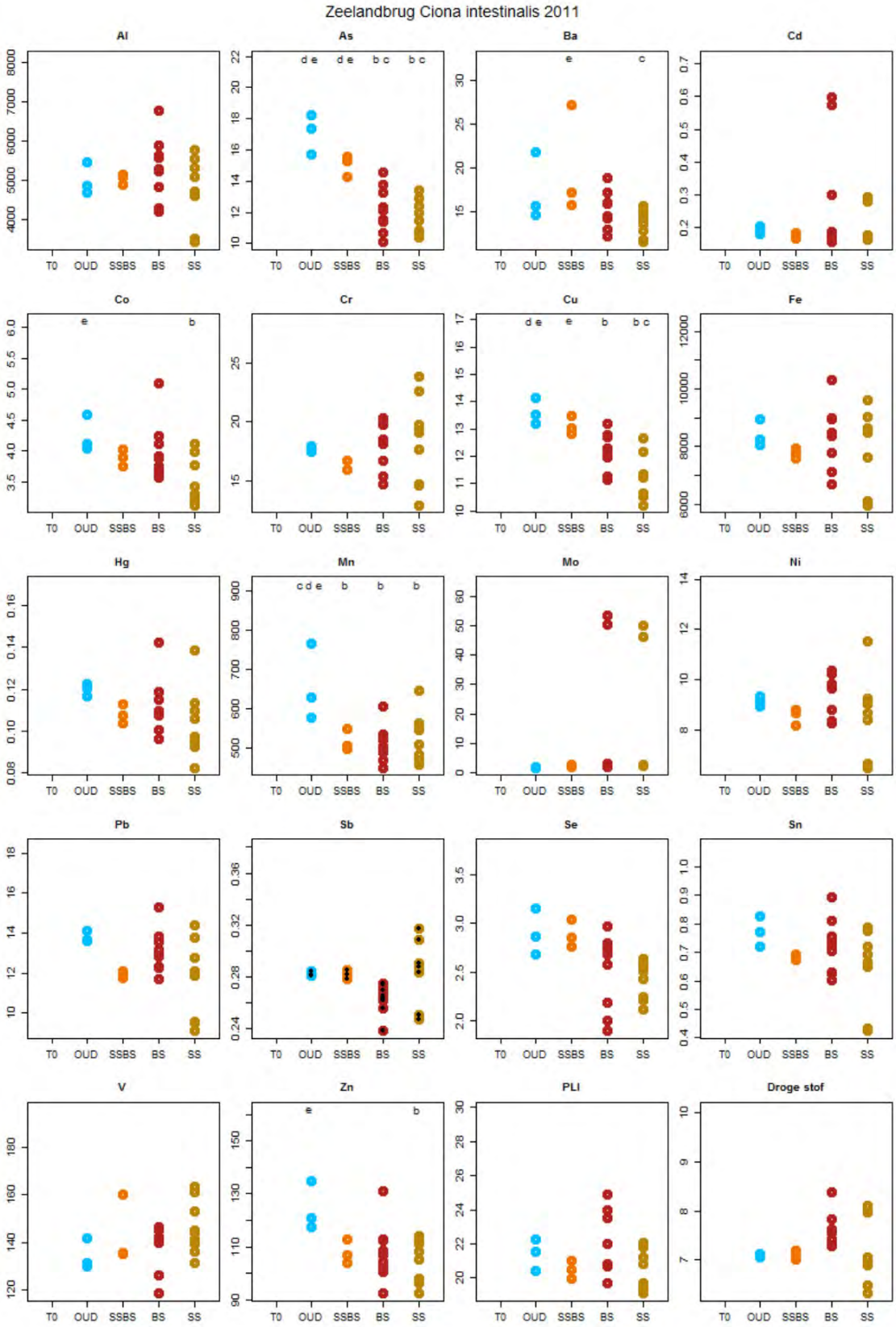


Figuur 21: Metaalgehalten, PLI en drogestof in Styela clava bemonsterd op verschillende ondergronden bij de Zeelandbrug in 2014. De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen. Metaalgehalten die onder de detectielimiet liggen worden weergeven met zwarte stippen. De lettercode geeft significante verschillen weer (ANOVA, Tukey Posthoc).

Zakpijp - *Ciona intestinalis* bemonsterd nabij de Zeelandbrug in 2011

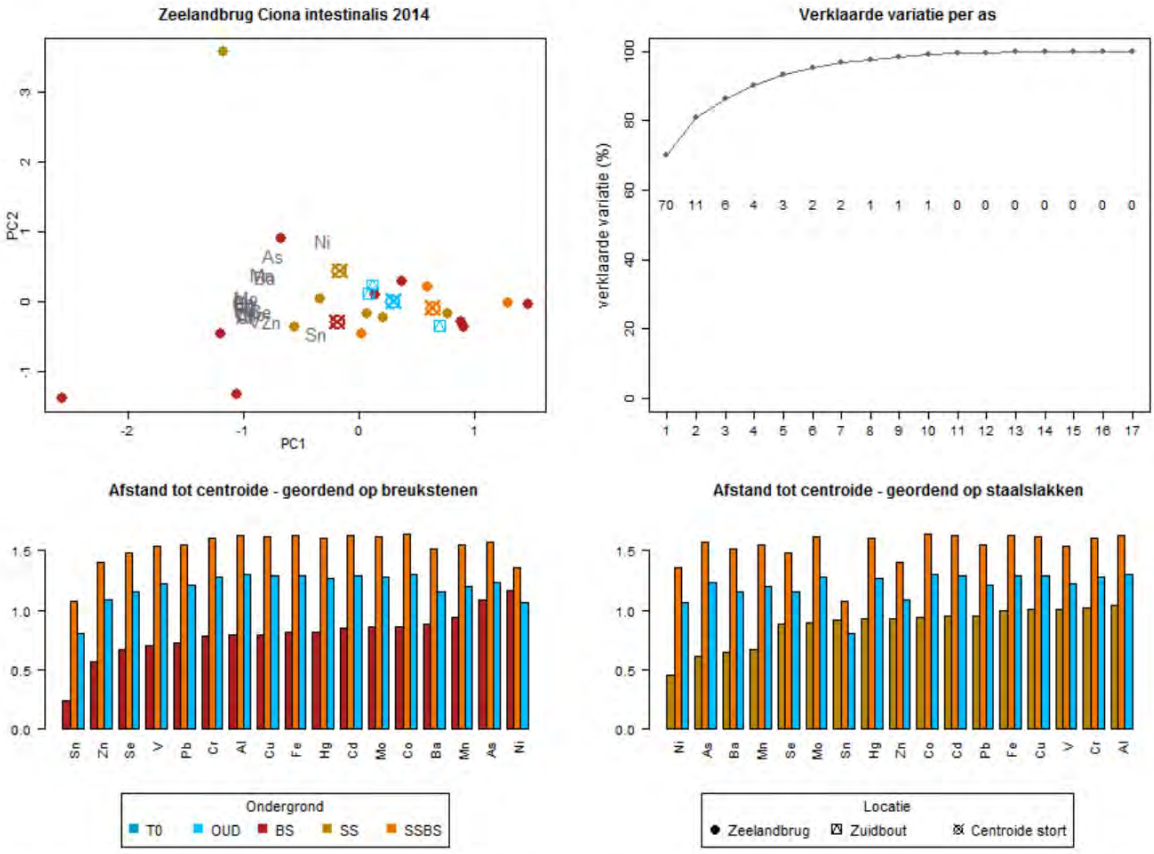


Figuur 22: Linksboven principal component (PCA) oriëntatie op z-gestransformeerde metaalgehalte in Ciona intestinalis weefsel bemonsterd in 2011 bij de Zeelandbrug met scaling factor 2 (nadruk op metaalverschillen). De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen. Metalen met meer dan 75% meetwaarden onder de detectielimiet zijn buitenbeschouwing gelaten. Rechtsboven de verklaarde variatie per PCA-as. Linksonder de afstand van de metalen tot de centroide van de verschillende ondergronden, geordend op toenemende afstand centroide breukstenen, rechtsonder geordend op toenemende afstand centroide staalslakken; hoe korter de afstand hoe relatief hoger het metaalgehalte.

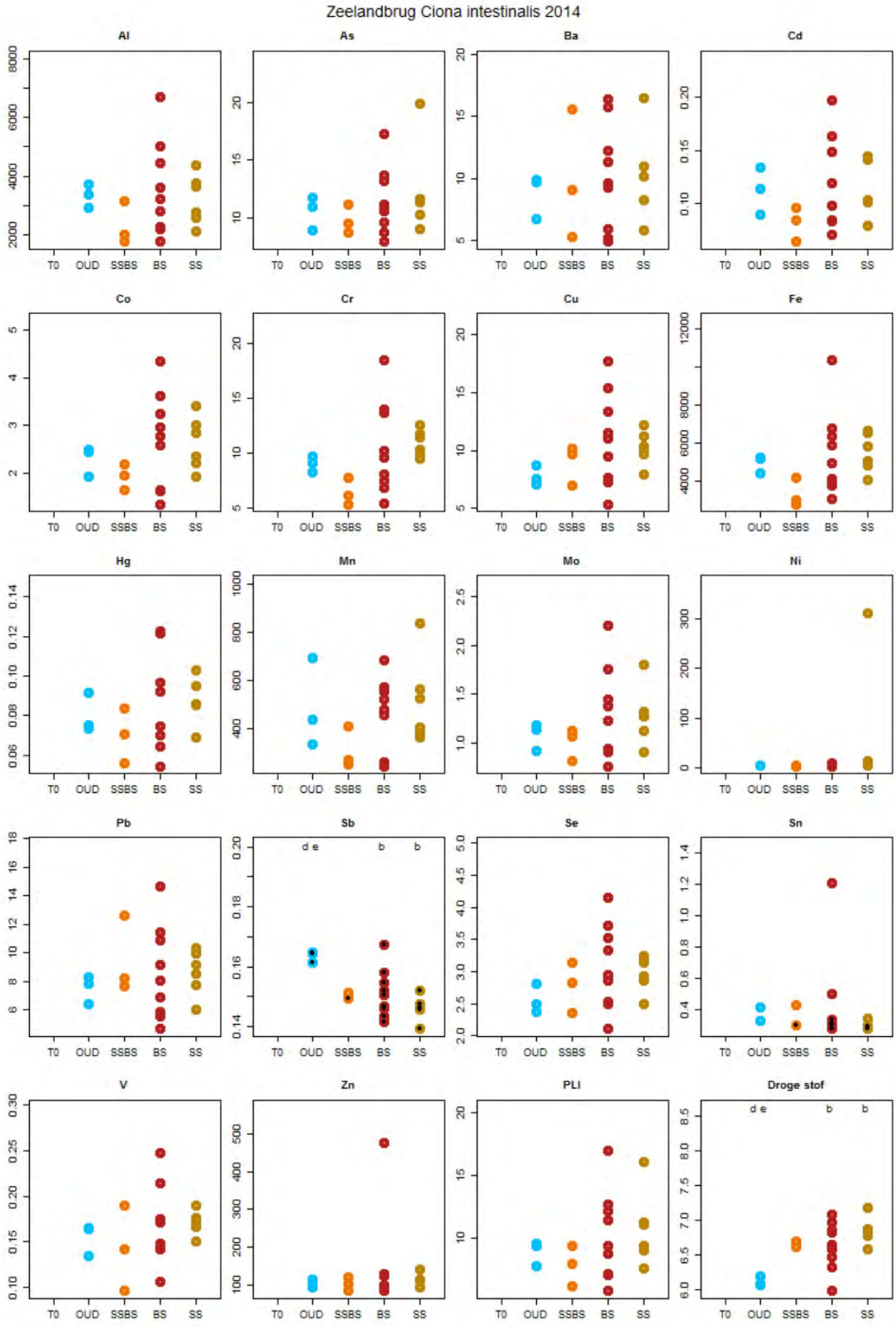


Figuur 23: Metaalgehalten, PLI en drogestof in Ciona intestinalis bemonsterd op verschillende ondergronden bij de Zeelandbrug in 2011. De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen. Metaalgehalten die onder de detectielimiet liggen worden weergeven met zwarte stippen. De lettercode geeft significante verschillen weer (ANOVA, Tukey Posthoc).

Zakpijp - *Ciona intestinalis* bemonsterd nabij de Zeelandbrug in 2014

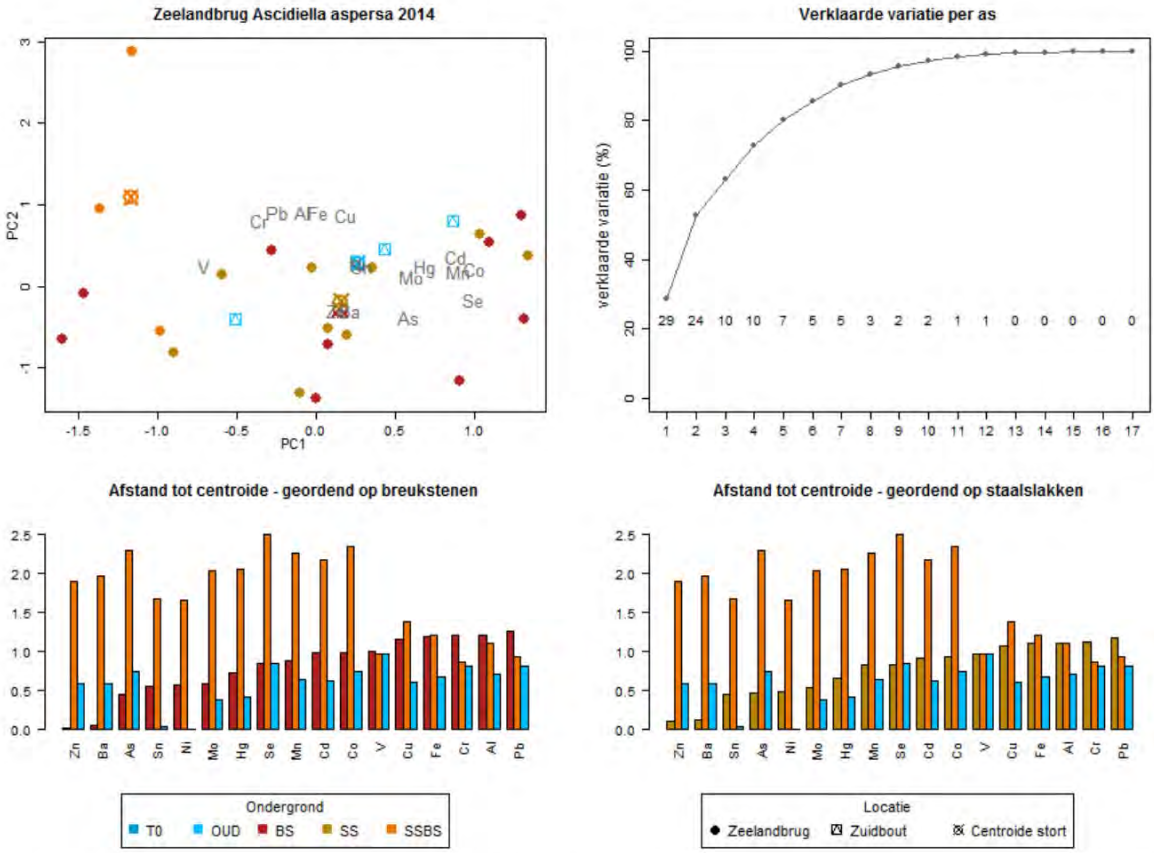


Figuur 24: Linksboven principal component (PCA) oriëntatie op z-gestransformeerde metaalgehalte in Ciona intestinalis weefsel bemonsterd in 2014 bij de Zeelandbrug met scaling factor 2 (nadruk op metaalverschillen). De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen. Metalen met meer dan 75% meetwaarden onder de detectielimiet zijn buitenbeschouwing gelaten. Rechtsboven de verklaarde variatie per PCA-as. Linksonder de afstand van de metalen tot de centroide van de verschillende ondergronden, geordend op toenemende afstand centroide breukstenen, rechtsonder geordend op toenemende afstand centroide staalslakken; hoe korter de afstand hoe relatief hoger het metaalgehalte.

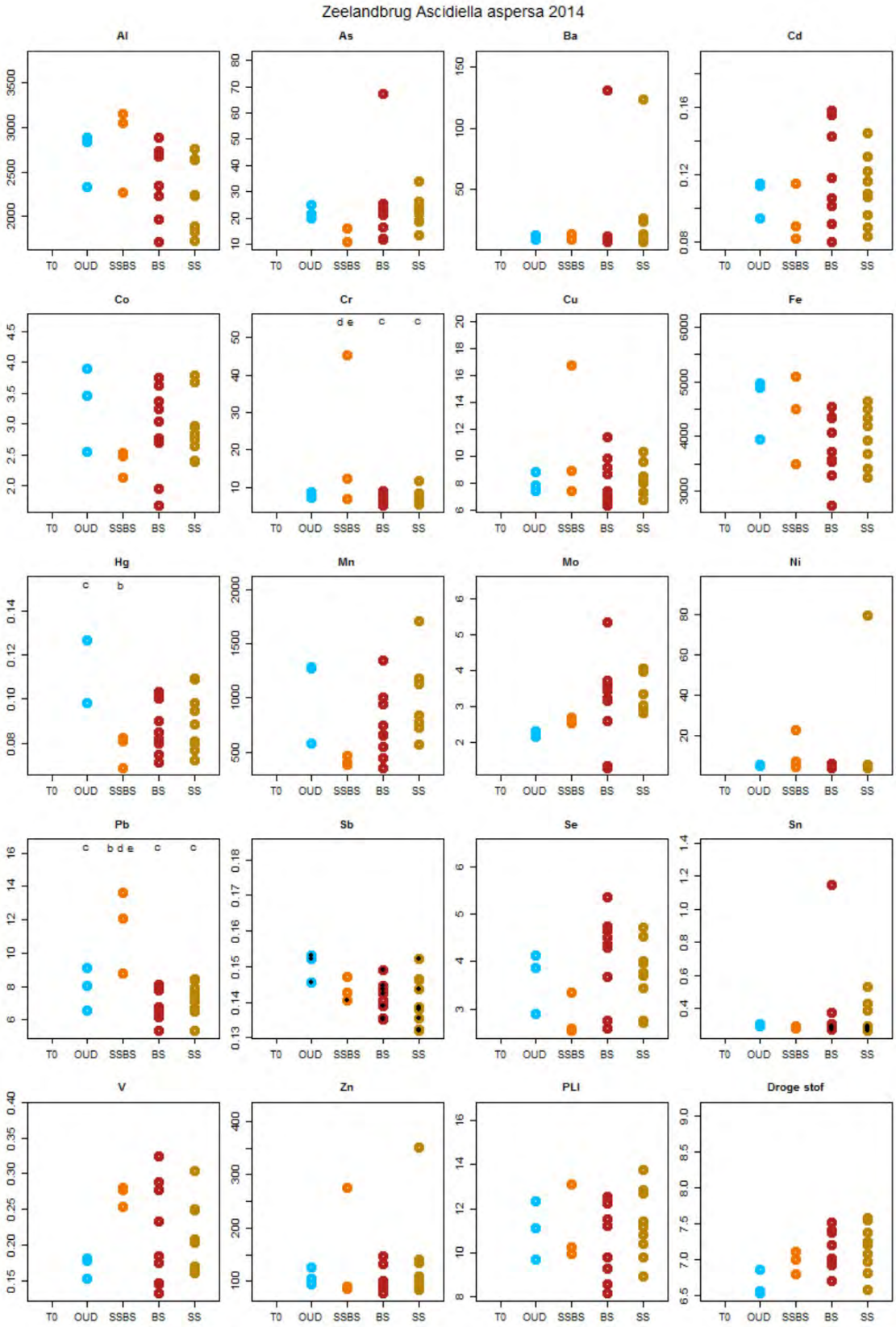


Figuur 25: Metaalgehalten, PLI en drogestof in Ciona intestinalis bemonsterd op verschillende ondergronden bij de Zeelandbrug in 2014. De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen. Metaalgehalten die onder de detectielimiet liggen worden weergeven met zwarte stippen. De lettercode geeft significante verschillen weer (ANOVA, Tukey Posthoc).

Zakpijp - *Ascidiella aspersa* bemonsterd nabij de Zeelandbrug in 2014

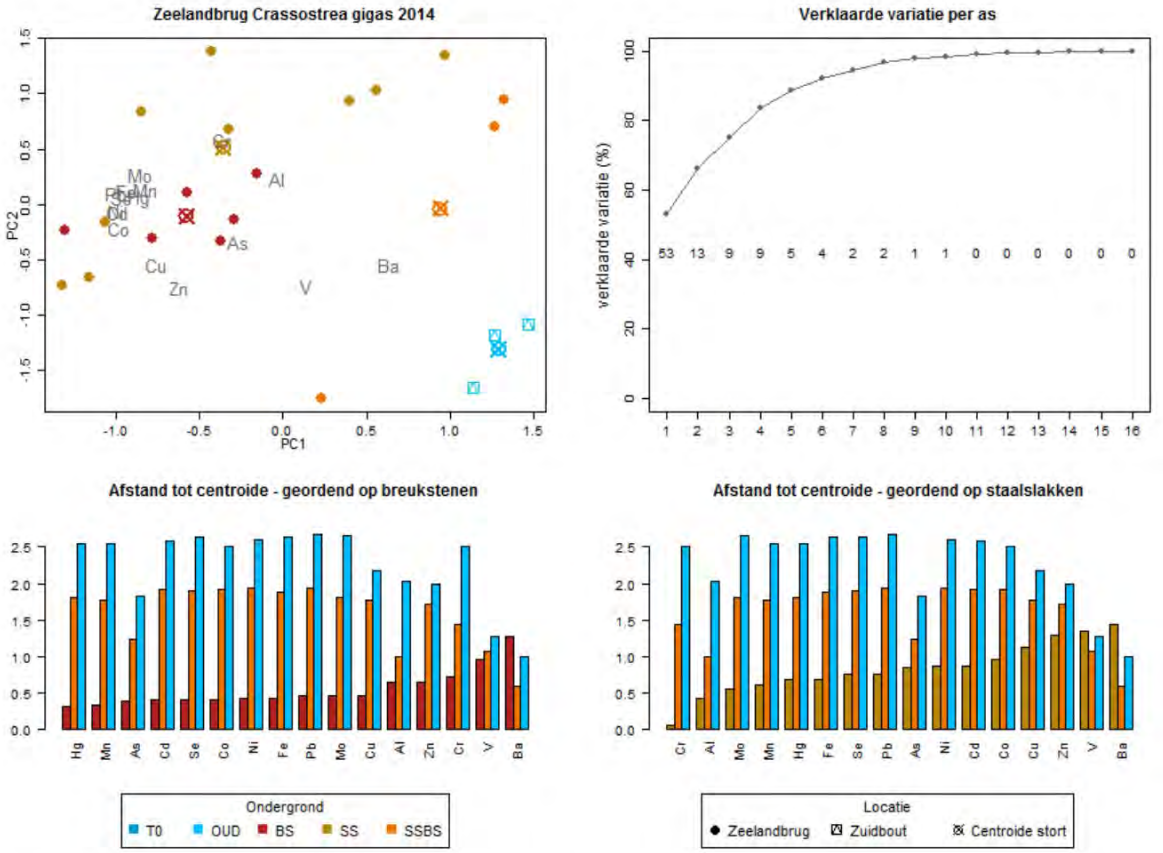


Figuur 26: Linksboven principal component (PCA) oriëntatie op z-gestransformeerde metaalgehalte in Ascidiella aspersa weefsel bemonsterd in 2014 bij de Zeelandbrug met scaling factor 2 (nadruk op metaalverschillen). De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen. Metalen met meer dan 75% meetwaarden onder de detectielimiet zijn buitenbeschouwing gelaten. Rechtsboven de verklaarde variatie per PCA-as. Linksonder de afstand van de metalen tot de centroide van de verschillende ondergronden, geordend op toenemende afstand centroide breukstenen, rechtsonder geordend op toenemende afstand centroide staalslakken; hoe korter de afstand hoe relatief hoger het metaalgehalte.

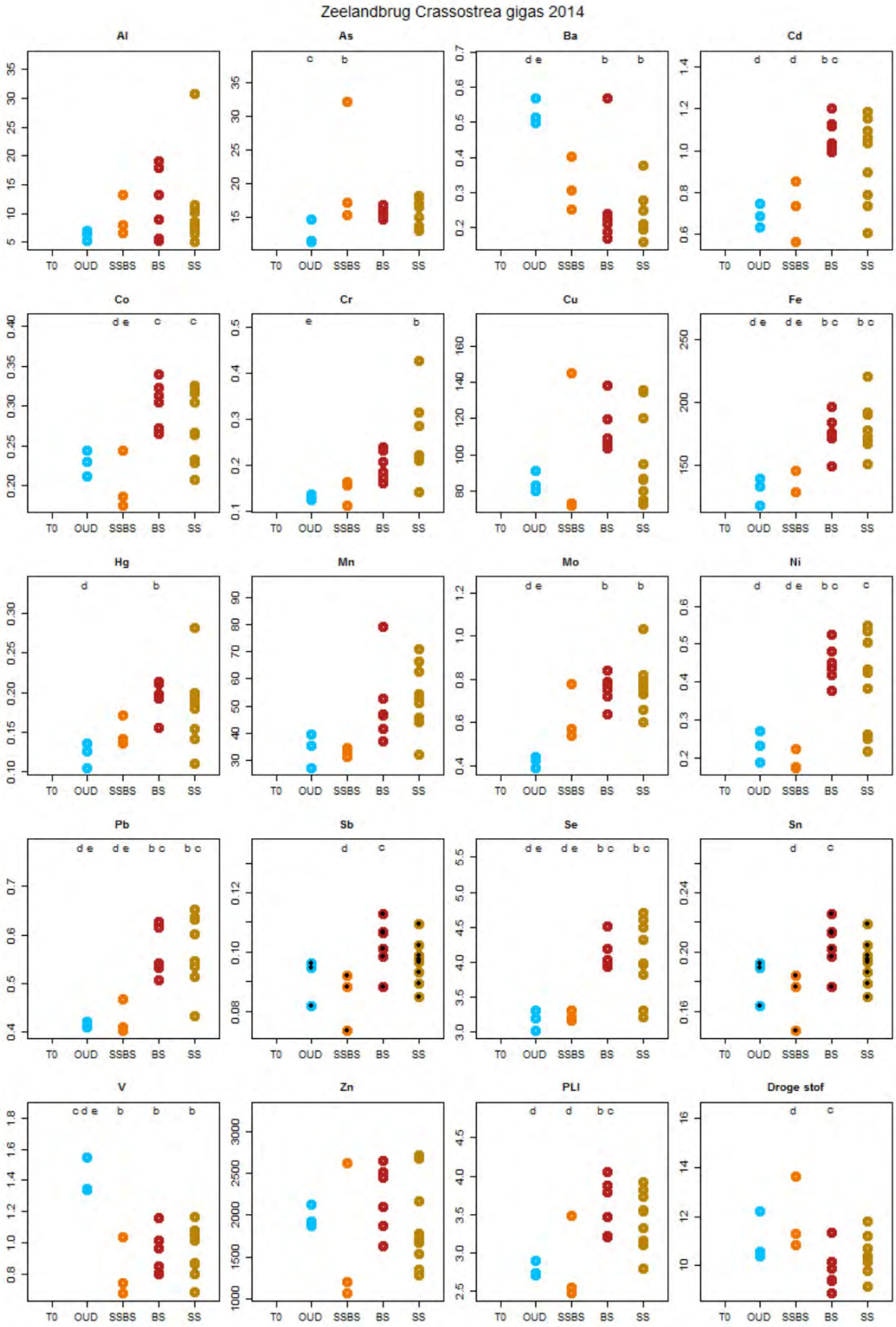


Figuur 27: Metaalgehalten, PLI en drogestof in Ascidiella aspersa bemonsterd op verschillende ondergronden bij de Zeelandbrug in 2014. De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen. Metaalgehalten die onder de detectielimiet liggen worden weergeven met zwarte stippen. De lettercode geeft significante verschillen weer (ANOVA, Tukey Posthoc).

Oester - *Crassostrea gigas* bemonsterd nabij de Zeelandbrug in 2014

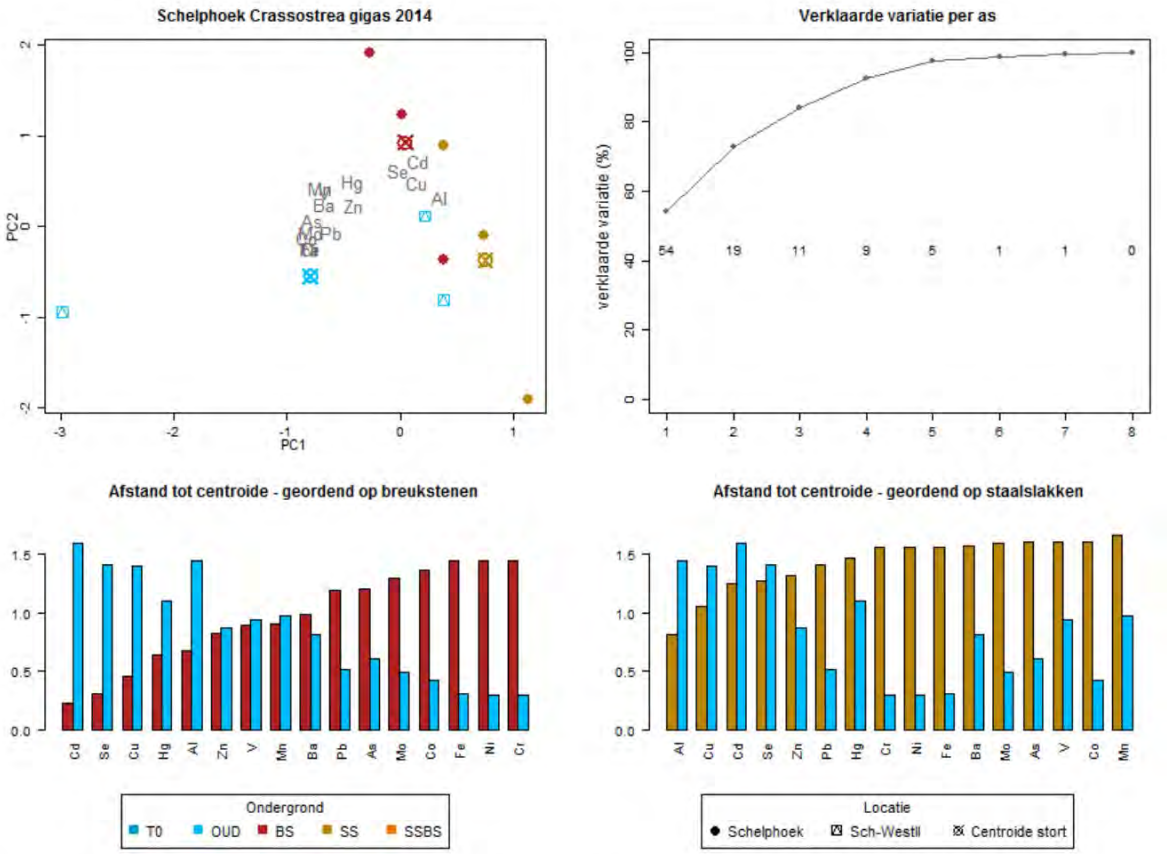


Figuur 28: Linksboven principal component (PCA) oriëntatie op z-gestransformeerde metaalgehalte in Crassostrea gigas weefsel bemonsterd in 2014 bij de Zeelandbrug met scaling factor 2 (nadruk op metaalverschillen). De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen. Metalen met meer dan 75% meetwaarden onder de detectielimiet zijn buitenbeschouwing gelaten. Rechtsboven de verklaarde variatie per PCA-as. Linksonder de afstand van de metalen tot de centroide van de verschillende ondergronden, geordend op toenemende afstand centroide breukstenen, rechtsonder geordend op toenemende afstand centroide staalslakken; hoe korter de afstand hoe relatief hoger het metaalgehalte.

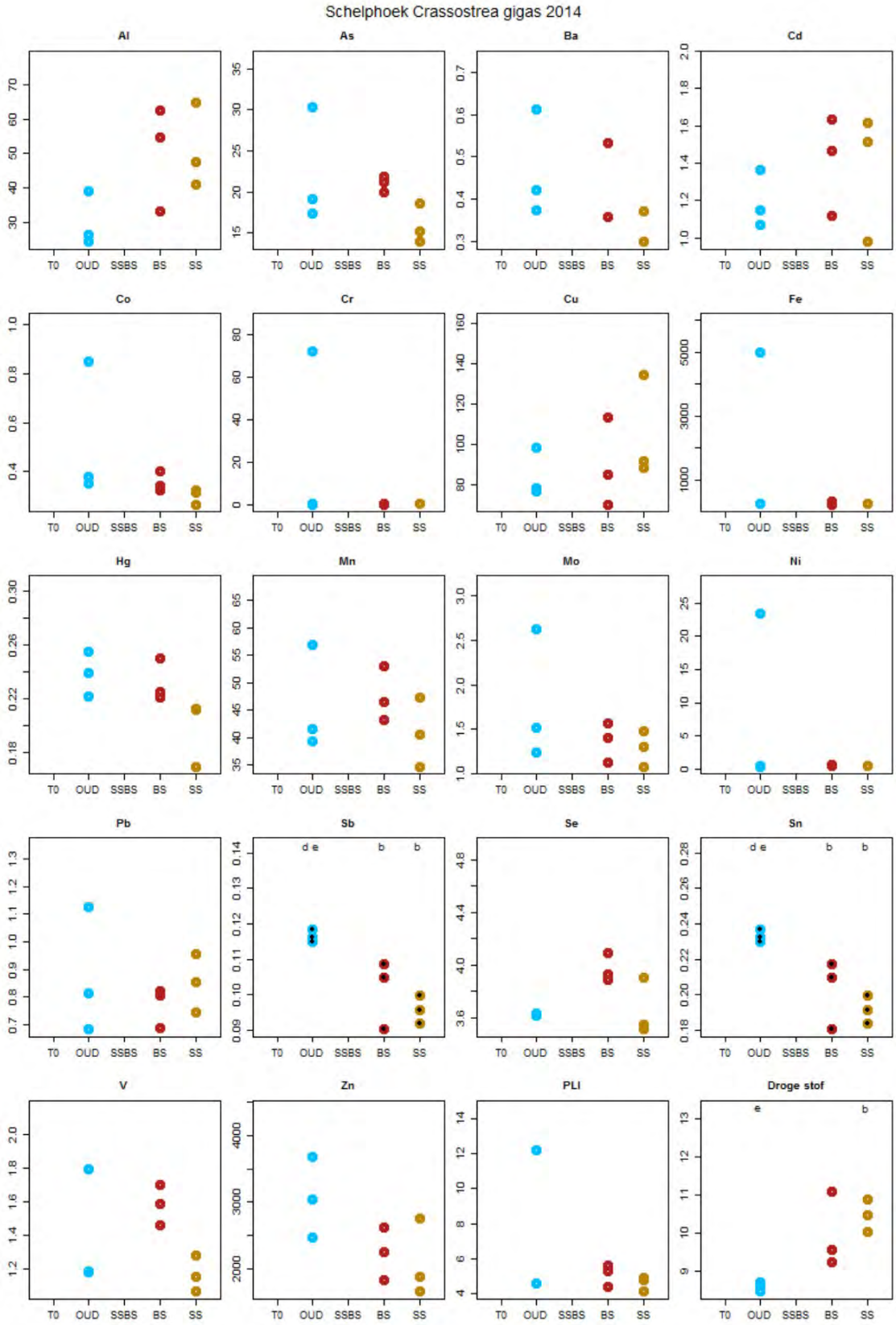


Figuur 29: Metaalgehalten, PLI en drogestof in Crassostrea gigas bemonsterd op verschillende ondergronden bij de Zeelandbrug in 2014. De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen. Metaalgehalten die onder de detectielimiet liggen worden weergeven met zwarte stippen. De lettercode geeft significante verschillen weer (ANOVA, Tukey Posthoc).

Oester - *Crassostrea gigas* bemonsterd bij Schelphoek in 2014

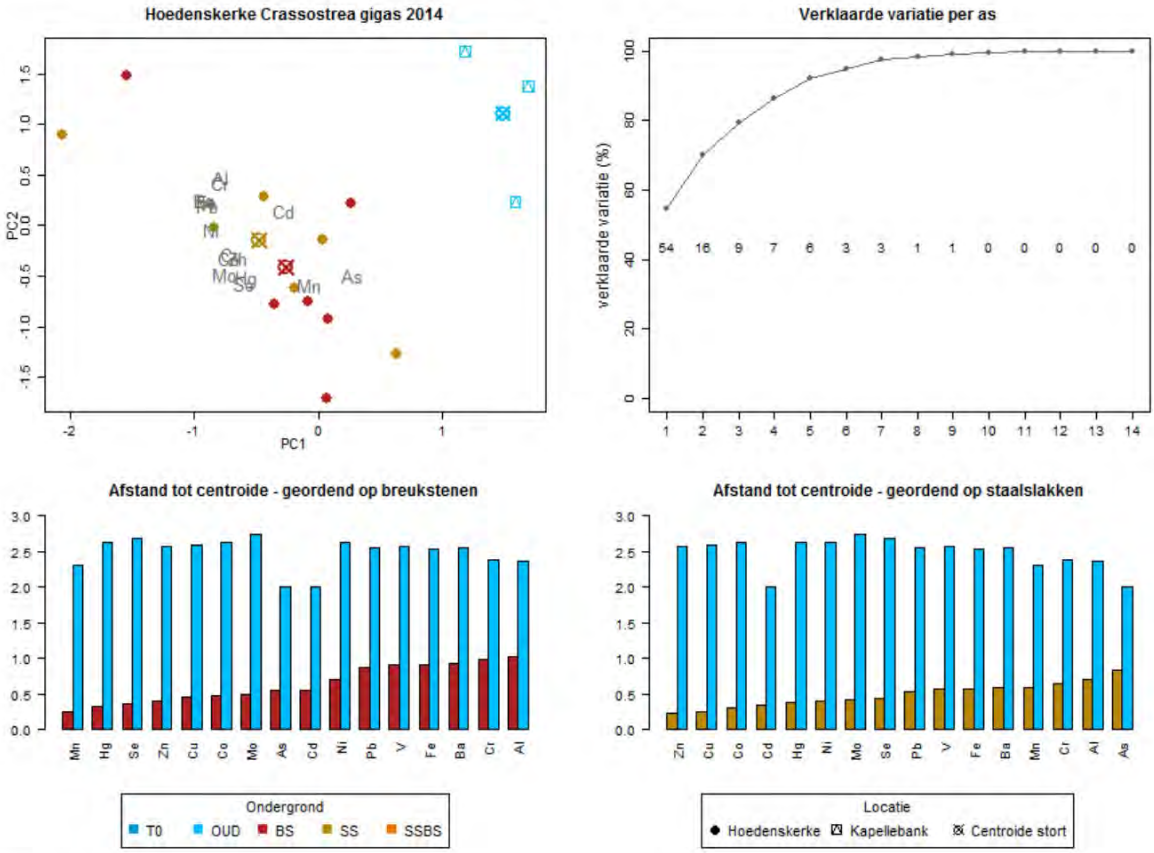


Figuur 30: Linksboven principal component (PCA) oriëntatie op z-gestransformeerde metaalgehalte in Crassostrea gigas weefsel bemonsterd in 2014 bij Schelphoek met scaling factor 2 (nadruk op metaalverschillen). De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen. Metalen met meer dan 75% meetwaarden onder de detectielimiet zijn buitenbeschouwing gelaten. Rechtsboven de verklaarde variatie per PCA-as. Linksonder de afstand van de metalen tot de centroide van de verschillende ondergronden, geordend op toenemende afstand centroide breukstenen, rechtsonder geordend op toenemende afstand centroide staalslakken; hoe korter de afstand hoe relatief hoger het metaalgehalte.

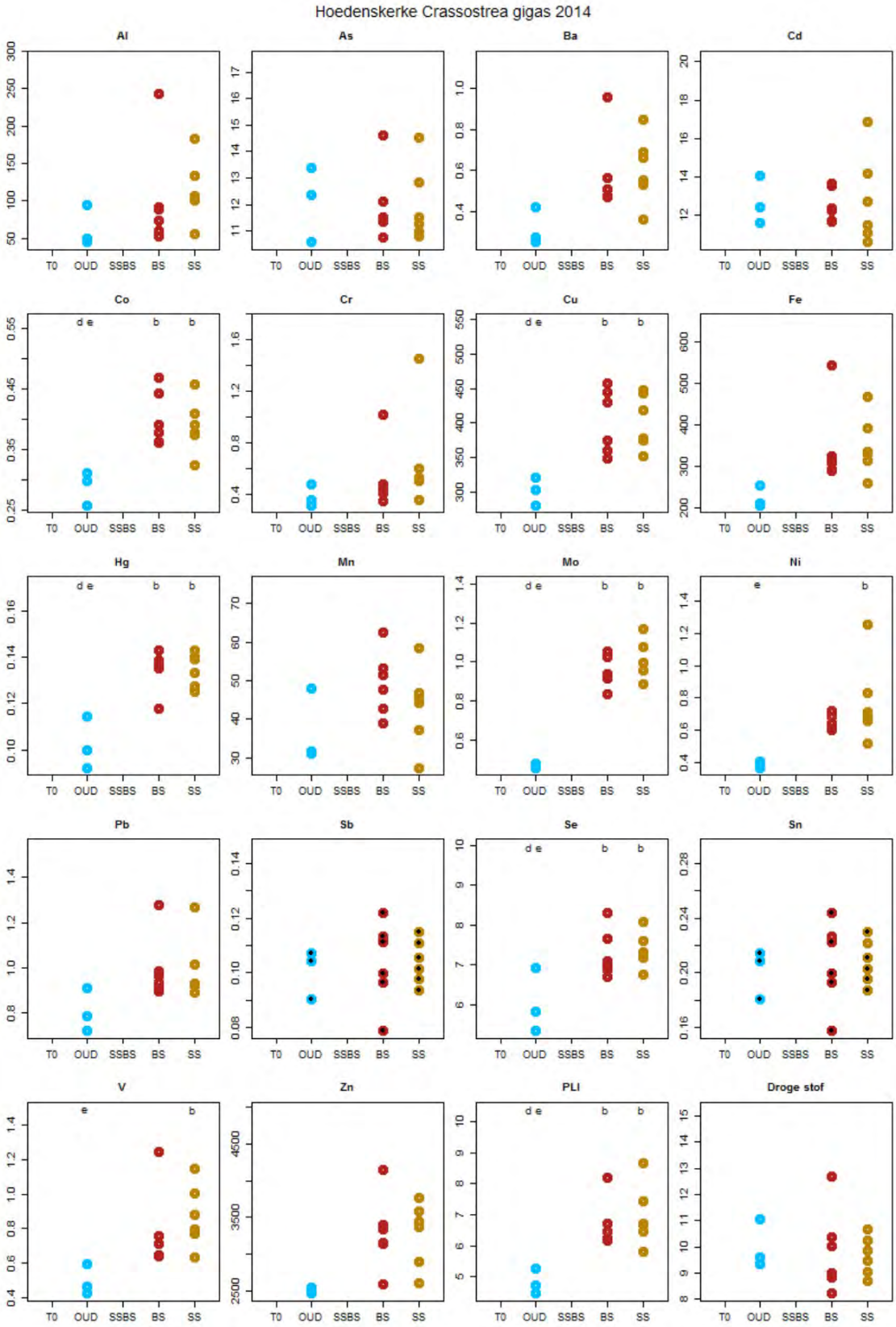


Figuur 31: Metaalgehalten in Crassostrea gigas bemonsterd op verschillende ondergronden bij de Schelphoek in 2014. De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen. Metaalgehalten die onder de detectielimiet liggen worden weergeven met zwarte stippen. De lettercode geeft significante verschillen weer (ANOVA, Tukey Posthoc).

Oester - *Crassostrea gigas* bemonsterd op Hoedekenskerke in 2014

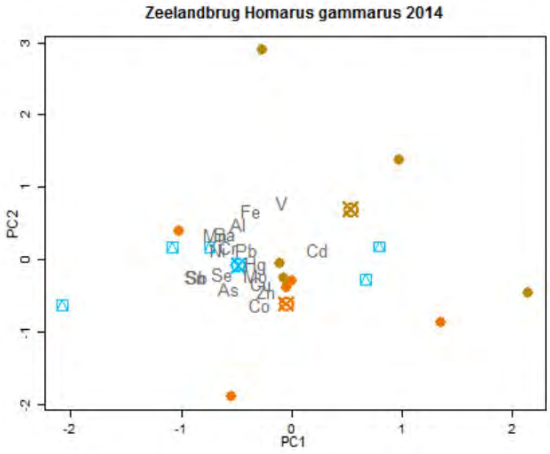


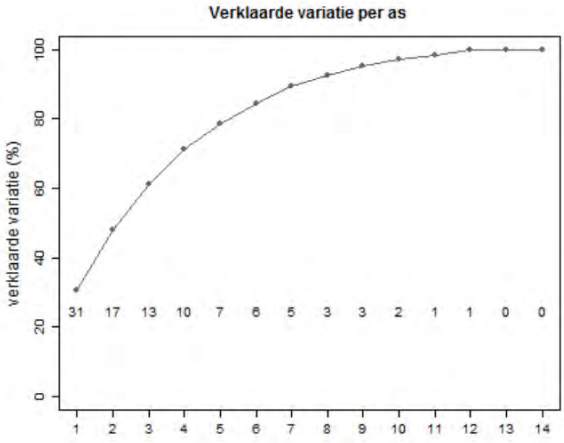
Figuur 32: Linksboven principal component (PCA) oriëntatie op z-gestransformeerde metaalgehalte in Crassostrea gigas weefsel bemonsterd in 2014 bij de Hoedekenskerke met scaling factor 2 (nadruk op metaalverschillen). De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen. Metalen met meer dan 75% meetwaarden onder de detectielimiet zijn buitenbeschouwing gelaten. Rechtsboven de verklaarde variatie per PCA-as. Linksonder de afstand van de metalen tot de centroide van de verschillende ondergronden, geordend op toenemende afstand centroide breukstenen, rechtsonder geordend op toenemende afstand centroide staalslakken; hoe korter de afstand hoe relatief hoger het metaalgehalte.

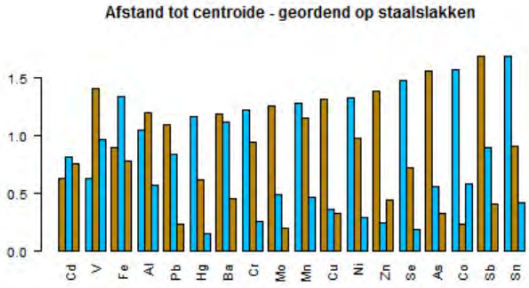


Figuur 33: Metaalgehalten, PLI en drogestof in Crassostrea gigas bemonsterd op verschillende ondergronden bij de Hoedekenskerke in 2014. De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen. Metaalgehalten die onder de detectielimiet liggen worden weergeven met zwarte stippen. De lettercode geeft significante verschillen weer (ANOVA, Tukey Posthoc).

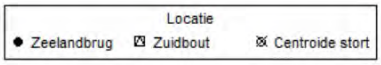
Kreeft - *Homarus gammarus* bemonsterd bij de Zeelandbrug in 2014

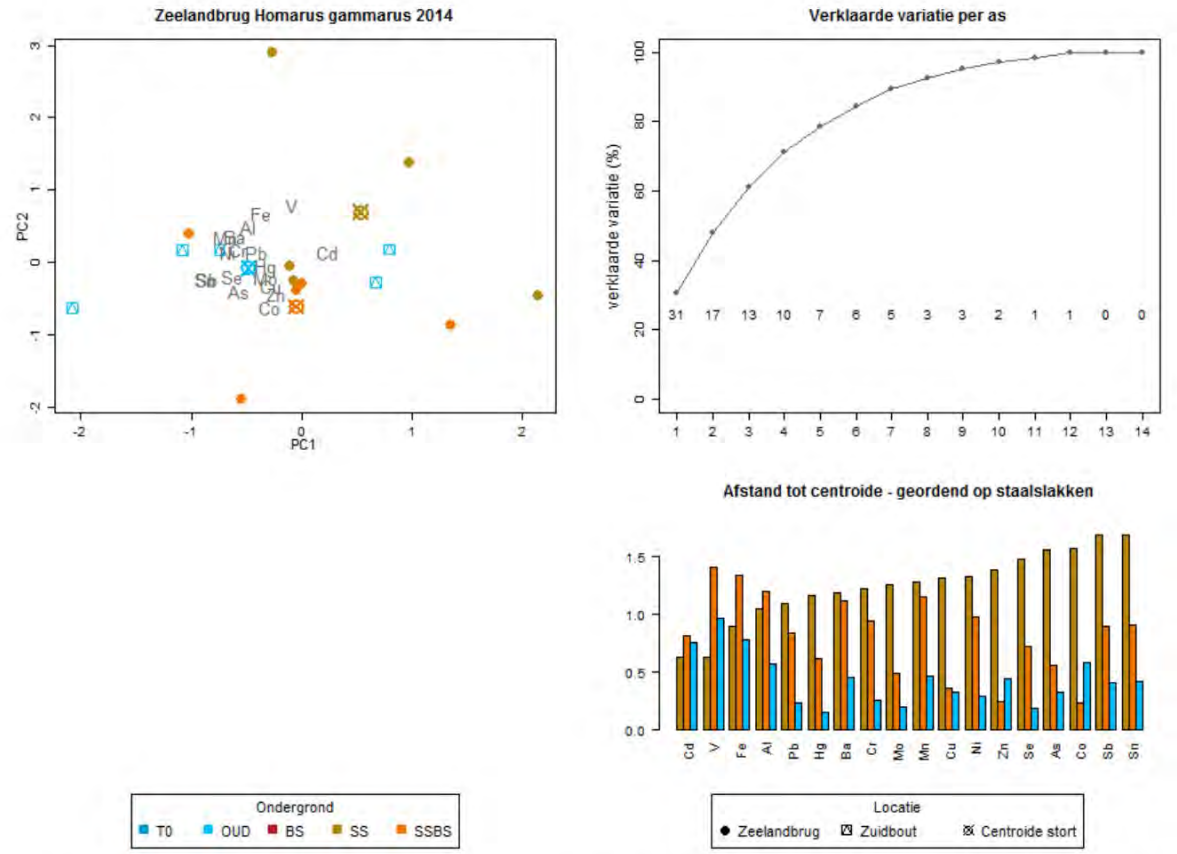




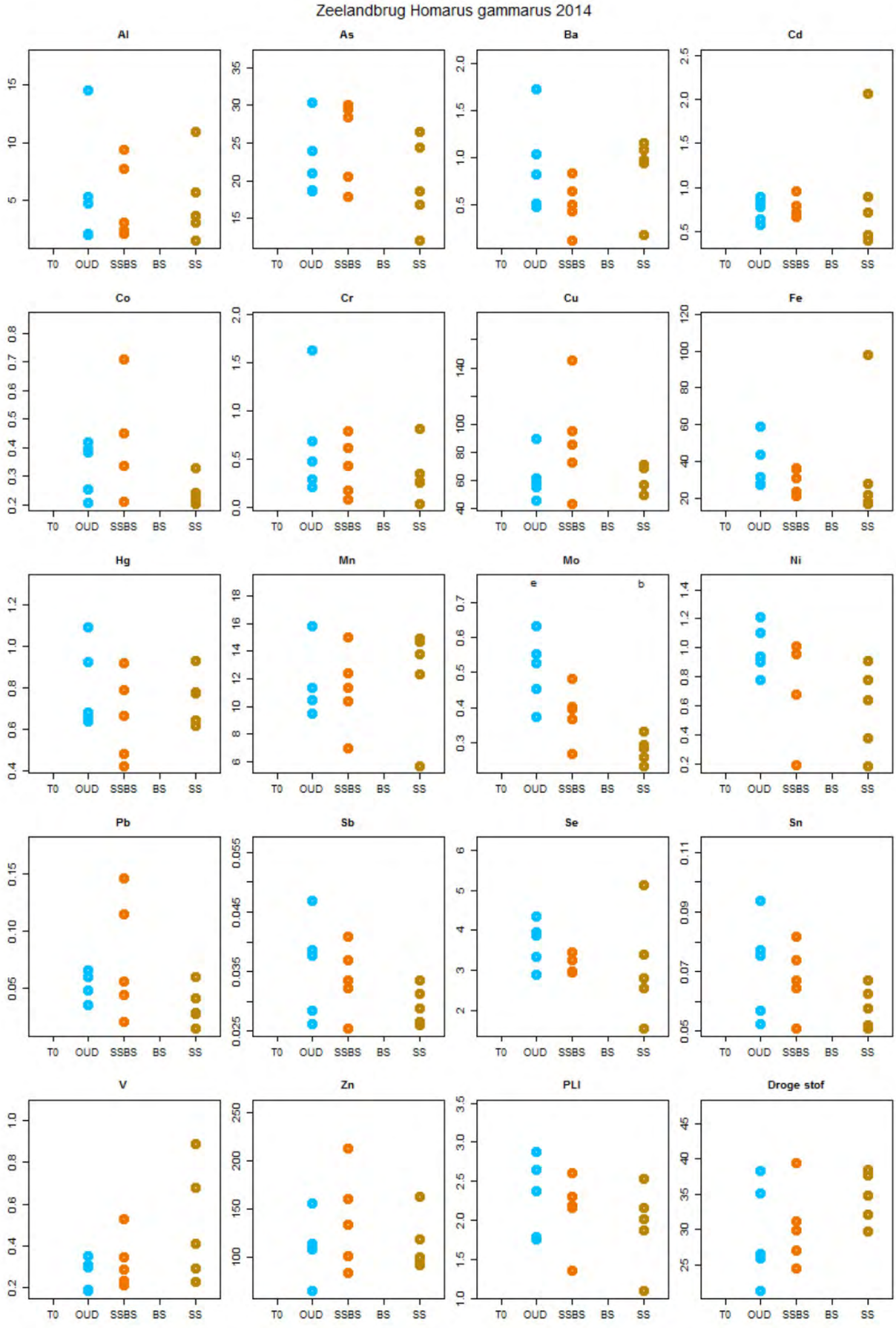


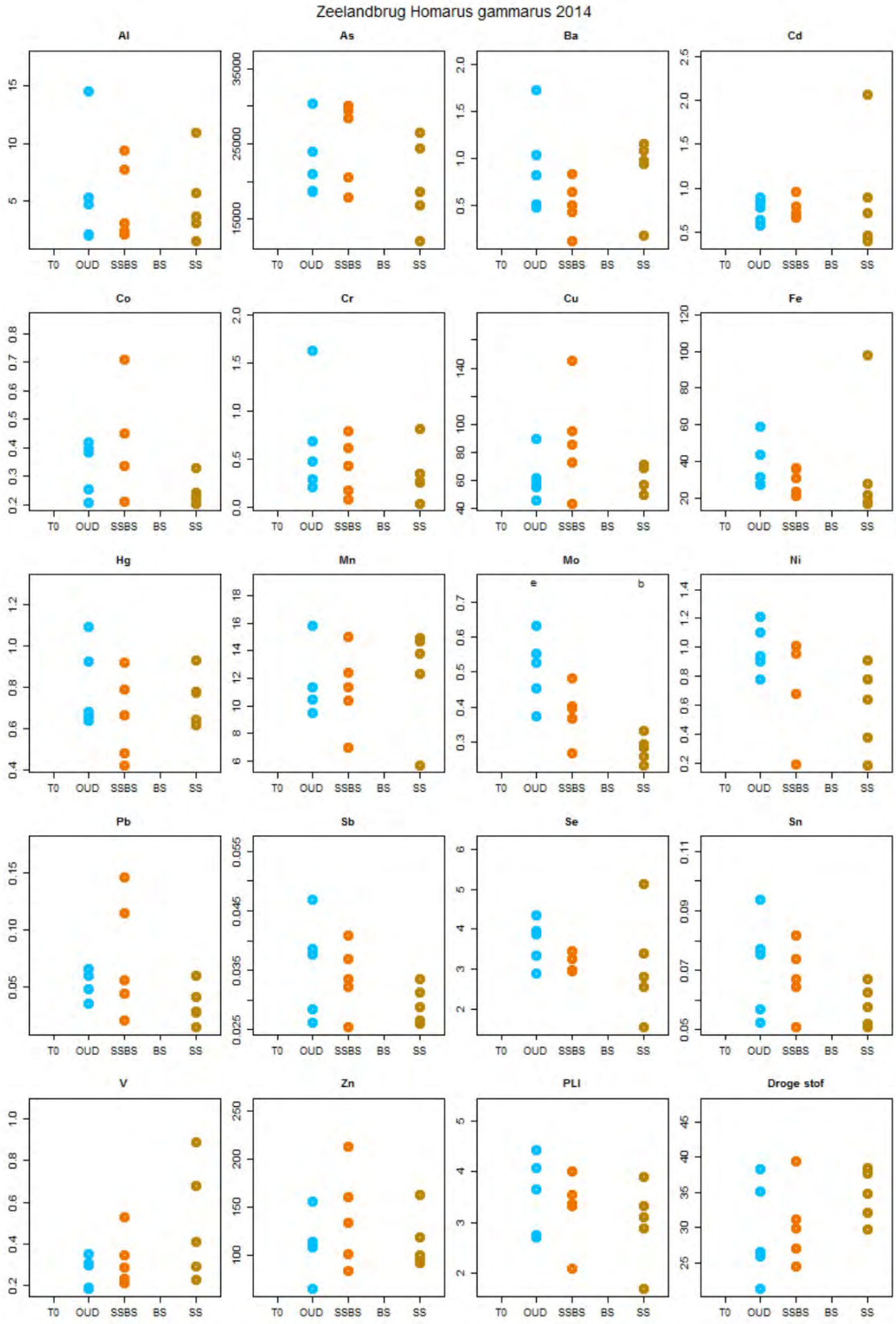






Figuur 34: Linksboven principal component (PCA) oriëntatie op z-gestransformeerde metaalgehalte in Homarus gammarus weefsel bemonsterd in 2014 bij de Zeelandbrug met scaling factor 2 (nadruk op metaalverschillen). De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen. Metalen met meer dan 75% meetwaarden onder de detectielimiet zijn buitenbeschouwing gelaten. Rechtsboven de verklaarde variatie per PCA-as. Linksonder de afstand van de metalen tot de centroide van de verschillende ondergronden, geordend op toenemende afstand centroide breukstenen, rechtsonder geordend op toenemende afstand centroide staalslakken; hoe korter de afstand hoe relatief hoger het metaalgehalte.


Zeelandbrug Homarus gammarus 2014
Al
As
Ba
Cd
Co
Cr
Cu
Fe
Hg
Mn
Mo
Ni
Pb
Sb
Se
Sn
V
Zn
PLI
Droge stof
T0
OUD
SSBS
BS
SS



Figuur 35: Metaalgehalten, PLI en drogestof in Homarus gammarus bemonsterd op verschillende ondergronden bij de Zeelandbrug in 2014. De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen. Metaalgehalten die onder de detectielimiet liggen worden weergeven met zwarte stippen. De lettercode geeft significante verschillen weer (ANOVA, Tukey Posthoc).

Bijlage F. OSPAR normoverschrijdingen

Tabel 8: Aantal OSPAR - normoverschrijdingen voor lood.

Soort - locatie	**2009**	**2010**	**2012**	**2013**	**2014**
Ascidiella aspersa Gorishoek					1
Ascidiella aspersa Schelphoek					2
Ascidiella aspersa Wemeldinge					7
Ascidiella aspersa Zeelandbrug			3		10
Ascidiella aspersa Zierikzee				3	
Ascidiella aspersa Zuidbout			3		2
Ciona intestinalis Kurkenol	1				
Ciona intestinalis Lokkersnol	1	4			
Ciona intestinalis Schelphoek	3	5	6		
Ciona intestinalis Wemeldinge					5
Ciona intestinalis Zeelandbrug	1	14	21		13
Ciona intestinalis Zierikzee				3	
Ciona intestinalis Zuidbout			3		2
Fucus vesiculosus Zeelandbrug		1			
Halichondria panicea Borssele		2			
Haliclona oculata Borssele		2			
Molgula manhattensis Borssele		2			
Molgula manhattensis Ellewoutsdijk		1			
Molgula manhattensis Hoedekenskerke		5			
Styela clava Borssele		1			
Styela clava Ellewoutsdijk		1			
Styela clava Katshoek			3		
Styela clava Schelphoek	2	1	6		
Styela clava Wemeldinge					2
Styela clava Zeelandbrug		1	17		
Styela clava Zuidbout			3		

Tabel 9: Aantal OSPAR - normoverschrijdingen voor cadmium.

Soort - locatie	2010	2014
Crassostrea gigas Ellewoutsdijk	4	
Crassostrea gigas Hoedekenskerke	6	12
Crassostrea gigas Kapellebank		3
Haliclona oculata Ellewoutsdijk	2	
Mytilus edulis Hoedekenskerke	1	

Bijlage G. Overzicht bemonsteringen - Oosterschelde

	Ciona intestinalis				
	2009	2010	2011	2013	2014
Buitenhaven NJ_TO					3
Gorishoek_OUD					3
Kurkenol_OUD	1				
Lokkersnol oost_BS		2			
Lokkersnol oost_SS		2			
Lokkersnol oost_TO	1				
Schelphoek midden_BS		2	3		
Schelphoek midden_TO	1				
Schelphoek oost_BS		2			
Schelphoek oost_TO	1				
Schelphoek west_SS		2	3		
Schelphoek west_TO	1				
Wemeldinge-oost_TO					3
Wemeldinge-west_TO					6
Zierikzee_TO				3	
Zld midden_BS		2	3		3
Zld midden_SS		2	3		3
Zld oost_BS		2	3		3
Zld oost_SS		2	3		3
Zld oost_TO	1				
Zld pijler_SSBS		2	3		3
Zld west_BS		2	3		3
Zld west_SS		2	3		
Zuidbout_OUD			3		3

	Crassostrea gigas					
	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Burghsluis west_REF		2				
Gorishoek_OUD						3
Kurkenol_OUD	1					
Lokkersnol oost_T0	1					
Schelphoek midden_BS						3
Schelphoek oost_SS						3
Schelphoek oost_T0	1					
Schelphoek west_OUD		2				3
Schelphoek west_T0	1					
Wemeldinge-oost_T0						3
Wemeldinge-west_T0						6
Zierikzee_T0					3	
Zld midden_SS						3
Zld oost_BS						3
Zld oost_SS						3
Zld oost_T0	1					
Zld pijler_SSBS		2	3	3	3	3
Zld pijler_T0	1					
Zld west_BS						3
Zld west_SS						3
Zuidbout_OUD			3			3

	Mytilus edulis					
	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Burghsluis west_REF		2				
Kurkenol_OUD	1					
Lokkersnol oost_T0	1					
Schelphoek midden_BS						3
Schelphoek oost_T0	1					
Zld pijler_SSBS		2	3	3	3	3
Zld pijler_T0	1					

	Metridium senile	
	2009	2010
Burghsluis west_REF		2
Kurkenol_OUD	1	
Lokkersnol oost_T0	1	
Schelphoek oost_SS		1
Schelphoek oost_T0	1	
Schelphoek west_OUD		2
Schelphoek west_SS		2
Zld oost_T0	1	

	Littorina littorea	
	2009	2010
Burghsluis west_REF		2
Lokkersnol oost_OUD		2
Lokkersnol oost_T0	1	
Schelphoek midden_OUD		2
Schelphoek midden_T0	1	
Schelphoek oost_OUD		2
Schelphoek oost_T0	1	
Schelphoek west_OUD		4
Schelphoek west_T0	1	
Zld oost_OUD		2
Zld oost_T0	1	
Zld west_OUD		2
Zld west_T0	1	

	Fucus vesiculosus			
	2009	2010	2011	2014
Burghsluis west_REF		2		
Burghsluis_REF			2	
De Val-haven_REF			1	
Gorishoek_OUD			1	2
Katshoek_REF			1	
Lokkersnol oost_OUD		2	2	
Lokkersnol oost_T0	1			
Plompetoren_REF			1	
Roompot-binnen_REF			1	
Roompot-buiten_REF			1	
Sas van Goes_REF			1	
Schelphoek-haven_PBZ			2	
Schelphoek-haven_REF			2	
Schelphoek midden_OUD		2	2	2
Schelphoek midden_T0	1			
Schelphoek oost_OUD		2	3	2
Schelphoek oost_T0	1			
Schelphoek west_OUD		4	2	2
Schelphoek west_T0	1			
Wemeldinge-oost_T0				2
Wemeldinge-west_T0				2
Westbout_REF			1	
Westkapelle_REF			1	
Wissekerke-oostnol_REF			2	
Yerseke_REF			1	
Zijpe-Blinde dam_REF			1	
Zld midden_REF			2	2
Zld oost_OUD		2	2	2
Zld oost_T0	1			
Zld west_OUD		2	2	2
Zld west_T0	1			
Zuidbout_OUD			2	

	Haliclona oculata
	2009
Kurkenol_OUD	1
Lokkersnol oost_T0	1
Schelphoek west_T0	1
Zld oost_T0	1
Zld pijler_T0	1

	Asterias rubens	
	2009	2010
Kurkenol_OUD	1	
Lokkersnol oost_BS		2
Lokkersnol oost_SS		2
Lokkersnol oost_TO	1	
Schelphoek midden_BS		2
Schelphoek midden_TO	2	
Schelphoek oost_BS		2
Schelphoek west_OUD		2
Schelphoek west_SS		2
Schelphoek west_TO	1	
Zld midden_BS		2
Zld midden_SS		2
Zld oost_BS		2
Zld oost_SS		2
Zld oost_TO	1	
Zld pijler_TO	1	
Zld west_BS		2
Zld west_SS		2

	Styela clava				
	2009	2010	2011	2013	2014
Gorishoek_OUD					3
Katshoek_REF			3		
Schelphoek midden_BS			3		3
Schelphoek midden_SS			1		
Schelphoek midden_TO	2				
Schelphoek west_BS			2		
Schelphoek west_SS		2	1		
Wemeldinge-oost_TO					3
Wemeldinge-west_TO					6
Zierikzee_TO				3	
Zld midden_BS			2		3
Zld midden_SS			3		3
Zld oost_BS			2		3
Zld oost_SS			2		3
Zld pijler_SSBS		2	3		3
Zld west_BS			3		3
Zld west_SS			2		3
Zuidbout_OUD			3		3

	Ascidiella aspersa		
	2011	2013	2014
Buitenhaven NJ_TO			3
Gorishoek_OUD			3
Schelphoek midden_BS			3
Wemeldinge-oost_TO			3
Wemeldinge-west_TO			6
Zierikzee_TO		3	
Zld midden_BS			3
Zld midden_SS			3
Zld oost_BS			3
Zld oost_SS			3
Zld pijler_SSBS	3		3
Zld west_BS			3
Zld west_SS			3
Zuidbout_OUD	3		3

Soort	***Ostrea edulis*** 2014
Zld oost_SS	1
Zld west_BS	1
Zld west_SS	1

	Homarus gammarus 2014
Gorishoek_OUD	5
Wemeldinge_TO	5
Zld oost_SS	5
Zld west_SSBS	5
Zuidbout_OUD	5

Bijlage H. Overzicht bemonsteringen - Westerschelde

Soort	*Littorina littorea*	
	2009	2010
Borssele_REF		2
Ellewoutsdijk midden_REF		1
Ellewoutsdijk oost_REF		2
Ellewoutsdijk west_REF		1
Hoedekenskerke-haven_REF		1
Hoedekenskerke noord_REF		1
Hoedekenskerke zuid_REF		1
Ritthem midden_REF		1
Ritthem oost_REF	1	1
Ritthem west_REF	1	1

Soort	*Fucus vesiculosus*			
	2009	2010	2011	2014
Baalhoek_REF			1	
Borssele_REF		2	1	
Breskens-oostpier veerh_REF			1	
Ellewoutsdijk-haven_REF			1	
Ellewoutsdijk oost_REF		2		
Ellewoutsdijk west_REF		1		
Hoedekenskerke-haven_REF		1	1	2
Hoedekenskerke noord_REF		1		2
Hoedekenskerke zuid_REF		1		
Kapellebank_OUD			2	
Nummer één_REF			1	
Ossenisse_REF			1	
Paulinapolder_OUD			2	
Ritthem midden_REF		1	2	2
Ritthem oost_REF	1	1	2	2
Ritthem west_REF	1	1	2	2
Sloehaven_REF			1	
Waarde-haven_REF			1	
Waarde-radarpost_REF			1	
Zimmerman-haven_REF			1	

Soort	*Haliclona oculata*		
	2009	2010	2011
Borssele_REF		2	
Ellewoutsdijk midden_REF		2	
Paulinapolder_OUD			3
Ritthem midden_BS			1
Ritthem oost_REF	1		
Ritthem oost_SS			1
Ritthem west_REF	1		

Soort	*Crassostrea gigas*		
	2009	2010	2014
Borssele_REF		2	
Ellewoutsdijk midden_REF		2	
Ellewoutsdijk west_REF		2	
Hoedekenskerke-haven_BS			3
Hoedekenskerke-haven_REF		2	
Hoedekenskerke-haven_SS			3
Hoedekenskerke noord_BS			3
Hoedekenskerke noord_REF		2	
Hoedekenskerke noord_SS			3
Hoedekenskerke zuid_REF		2	
Kapellebank_OUD			3
Ritthem midden_BS			3
Ritthem oost_REF	1		
Ritthem west_REF	1		

Soort	*Mytilus edulis*	
	2009	2010
Ellewoutsdijk midden_REF		2
Hoedekenskerke-haven_REF		1
Hoedekenskerke noord_REF		2
Hoedekenskerke zuid_REF		2
Ritthem oost_REF	1	
Ritthem west_REF	1	

Soort	*Metridium senile*	
	2009	2010
Ritthem midden_SS		2
Ritthem oost_REF	1	
Ritthem oost_SS		2
Ritthem west_REF	1	
Ritthem west_SS		2

Soort	*Asterias rubens*	
	2009	2010
Borssele_REF		2
Ellewoutsdijk midden_REF		2
Ellewoutsdijk west_REF		2
Ritthem midden_SS		2
Ritthem oost_REF	1	
Ritthem oost_SS		2
Ritthem west_REF	1	
Ritthem west_SS		2

Soort	*Halichondria panicea*
	2010
Borssele_REF	2
Ellewoutsdijk midden_REF	2

Soort	*Styela clava*
	2010
Borssele_REF	1
Ellewoutsdijk west_REF	1

Soort	*Molgula manhattensis*
	2010
Borssele_REF	2
Ellewoutsdijk west_REF	1
Hoedekenskerke-haven_REF	1
Hoedekenskerke noord_REF	2
Hoedekenskerke zuid_REF	2

Bijlage I. Ruwe data zware metalen

Tabel 10: Gehalten aan de zware metalen aluminium (Al), arseen (As), barium (Ba), cadmium (Cd), kobalt (Co), chroom (Cr), koper (Cu), ijzer (Fe), kwik (Hg) en mangaan (Mn) in mg/kg droge stof voor soorten bemonsterd op locaties in de Oosterschelde. TDV= type dijkversteviging waarbij T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen.

Soort	**Locatie**	**TDV**	**Al**	**As**	**Ba**	**Cd**	**Co**	**Cr**	**Cu**	**Fe**	**Hg**	**Mn**
Ascidiella aspersa	Buitenhaven NJ	T0	1140	9.5	5.1	0.052	0.865	3.45	4.58	1926	0.073	194
Ascidiella aspersa	Buitenhaven NJ	T0	1243	9.6	5.6	0.045	0.767	3.38	4.43	1922	0.081	181
Ascidiella aspersa	Buitenhaven NJ	T0	1123	9.8	4.91	0.048	0.821	3.21	4	1853	0.062	177
Ascidiella aspersa	Gorishoek	OUD	1745	12	11	0.073	2.11	7	6.4	3453	0.06	563
Ascidiella aspersa	Gorishoek	OUD	1856	12	16	0.086	2.59	6.6	6.6	3618	0.06	678
Ascidiella aspersa	Gorishoek	OUD	2374	14	17	0.09	3.21	8.8	8.3	4689	0.08	924
Ascidiella aspersa	Schelphoek midden	BS	2780	22	13	0.182	3.55	7.8	10	3780	0.132	707
Ascidiella aspersa	Schelphoek midden	BS	3954	27	20	0.157	4.24	12	11	5528	0.13	815
Ascidiella aspersa	Schelphoek midden	BS	1740	23	8.4	0.094	2.67	4.61	8.4	2361	0.095	450
Ascidiella aspersa	Wemeldinge-oost	T0	5198	18	16	0.124	3.62	16	9	7811	0.102	910
Ascidiella aspersa	Wemeldinge-oost	T0	4593	16	13	0.123	2.71	13	7.7	6429	0.083	528
Ascidiella aspersa	Wemeldinge-oost	T0	4740	38	54	0.153	3.73	17	9.9	8615	0.11	690
Ascidiella aspersa	Wemeldinge-west	T0	3534	19	15	0.147	4.11	10	9.2	4828	0.114	870
Ascidiella aspersa	Wemeldinge-west	T0	2909	18	17	0.162	3.94	11	9.3	3890	0.082	724
Ascidiella aspersa	Wemeldinge-west	T0	3685	19	12	0.236	4.21	13	11	5029	0.116	824
Ascidiella aspersa	Wemeldinge-west	T0	3750	18	14	0.095	3.3	9.3	7.3	5502	0.088	743
Ascidiella aspersa	Wemeldinge-west	T0	3713	18	14	0.111	3.59	12	8.2	6830	0.101	765
Ascidiella aspersa	Wemeldinge-west	T0	4884	22	17	0.145	5.4	16	11	9305	0.131	1141
Ascidiella aspersa	Zld midden	BS	2725	16	12	0.118	2.77	9	8.7	4347	0.1	661
Ascidiella aspersa	Zld midden	BS	2343	12	7.5	0.08	1.69	7.3	6.5	3723	0.075	353
Ascidiella aspersa	Zld midden	BS	2734	12	8.5	0.091	1.96	7.8	6.9	4331	0.071	443
Ascidiella aspersa	Zld midden	SS	1824	13	8	0.084	2.38	6.8	6.7	3411	0.08	724
Ascidiella aspersa	Zld midden	SS	2243	24	24	0.109	2.41	12	7.2	4643	0.089	568

Soort	**Locatie**	**TDV**	**Al**	**As**	**Ba**	**Cd**	**Co**	**Cr**	**Cu**	**Fe**	**Hg**	**Mn**
Ascidiella aspersa	Zld midden	SS	1889	34	124	0.089	2.96	7.1	8.5	3676	0.109	835
Ascidiella aspersa	Zld oost	BS	1709	22	11	0.106	2.7	5.3	6.4	2751	0.085	549
Ascidiella aspersa	Zld oost	BS	2228	67	131	0.118	3.25	6.2	7.4	3534	0.082	745
Ascidiella aspersa	Zld oost	BS	2228	24	9.8	0.102	3.05	6.5	7.3	3573	0.08	654
Ascidiella aspersa	Zld oost	SS	2228	23	9.3	0.131	3.67	6.4	9.5	4344	0.094	1712
Ascidiella aspersa	Zld oost	SS	2644	22	10	0.117	2.94	7.4	8.4	4203	0.098	1133
Ascidiella aspersa	Zld oost	SS	2753	19	8.8	0.122	2.63	8.3	7.4	4648	0.072	844
Ascidiella aspersa	Zld pijler	SSBS	2263	16	9.1	0.09	2.13	6.8	7.4	3490	0.082	383
Ascidiella aspersa	Zld pijler	SSBS	3150	11	14	0.115	2.47	45	17	5089	0.081	399
Ascidiella aspersa	Zld pijler	SSBS	3055	11	9.3	0.082	2.53	12	8.9	4493	0.069	470
Ascidiella aspersa	Zld west	BS	2880	24	11	0.143	3.75	7.9	9.2	4546	0.09	1346
Ascidiella aspersa	Zld west	BS	1963	26	10	0.158	3.62	5.2	9.9	3299	0.103	999
Ascidiella aspersa	Zld west	BS	2669	21	11	0.156	3.37	6.9	11	4070	0.101	945
Ascidiella aspersa	Zld west	SS	2228	26	27	0.107	2.84	6.4	8.1	3929	0.081	841
Ascidiella aspersa	Zld west	SS	2639	23	13	0.145	3.78	8.5	10	4505	0.11	1179
Ascidiella aspersa	Zld west	SS	1729	19	7	0.096	2.75	5.3	8	3244	0.077	779
Ascidiella aspersa	Zuidbout	OUD	2336	20	13	0.094	2.55	7.2	7.4	3946	0.098	580
Ascidiella aspersa	Zuidbout	OUD	2840	22	9.5	0.114	3.46	8.4	7.8	4894	0.098	1276
Ascidiella aspersa	Zuidbout	OUD	2883	25	13	0.115	3.89	8.5	8.8	4962	0.127	1288
Ciona intestinalis	Buitenhaven NJ	T0	2035	6.9	7.1	0.055	1.2	5.6	5.6	2959	0.067	180
Ciona intestinalis	Buitenhaven NJ	T0	1340	6.1	4.67	0.048	0.951	3.79	5.1	1959	0.05	151
Ciona intestinalis	Buitenhaven NJ	T0	1592	6.3	5.7	0.053	1.13	4.27	5.9	2320	0.058	170
Ciona intestinalis	Gorishoek	OUD	1439	8.7	14	0.072	1.9	5	7	2732	0.052	446
Ciona intestinalis	Gorishoek	OUD	1494	8.5	16	0.073	1.91	5.3	6.5	2889	0.051	596
Ciona intestinalis	Gorishoek	OUD	1738	7.8	16	0.088	1.92	5.1	7.3	3375	0.064	521
Ciona intestinalis	Wemeldinge-oost	T0	4054	11	12	0.165	2.86	13	8.4	7394	0.085	580
Ciona intestinalis	Wemeldinge-oost	T0	4851	11	11	0.12	2.96	14	8.5	6990	0.077	522
Ciona intestinalis	Wemeldinge-oost	T0	4573	10	11	0.135	2.68	13	8.7	5785	0.074	422

Soort	**Locatie**	**TDV**	**Al**	**As**	**Ba**	**Cd**	**Co**	**Cr**	**Cu**	**Fe**	**Hg**	**Mn**
Ciona intestinalis	Wemeldinge-west	T0	2965	10	8.8	0.103	2.08	10	9.9	3711	0.079	301
Ciona intestinalis	Wemeldinge-west	T0	2153	9.9	6	0.079	1.58	11	9.7	2899	0.067	291
Ciona intestinalis	Wemeldinge-west	T0	3031	8.9	8.6	0.077	1.9	8.6	8.4	3735	0.058	264
Ciona intestinalis	Wemeldinge-west	T0	4105	9.3	11	0.147	3.63	74	46	6745	0.092	674
Ciona intestinalis	Wemeldinge-west	T0	4091	13	20	0.118	3.65	14	9.9	7843	0.082	729
Ciona intestinalis	Wemeldinge-west	T0	3278	13	12	0.082	2.43	8.9	8.1	4873	0.059	617
Ciona intestinalis	Zld midden	BS	2263	8.7	5.9	0.085	1.65	7.5	7.2	3979	0.064	244
Ciona intestinalis	Zld midden	BS	2183	9.6	5.2	0.083	1.62	6.9	7.6	3737	0.07	260
Ciona intestinalis	Zld midden	BS	1781	7.9	4.88	0.07	1.35	5.4	5.3	3020	0.054	264
Ciona intestinalis	Zld midden	SS	2123	9	5.8	0.08	1.93	10	7.9	4019	0.069	405
Ciona intestinalis	Zld midden	SS	2751	12	8.2	0.103	2.35	10	10	5036	0.095	365
Ciona intestinalis	Zld midden	SS	2569	10	8.2	0.102	2.2	9.5	9.7	4818	0.086	384
Ciona intestinalis	Zld oost	BS	3204	11	9.6	0.12	2.59	9.6	11	4926	0.074	458
Ciona intestinalis	Zld oost	BS	3590	17	16	0.149	2.95	10	11	5866	0.092	554
Ciona intestinalis	Zld oost	BS	2784	11	9.2	0.098	2.78	8.1	9.5	4118	0.07	481
Ciona intestinalis	Zld oost	SS	3756	20	16	0.144	3.41	12	12	6494	0.103	838
Ciona intestinalis	Zld oost	SS	4383	11	11	0.142	3	13	11	6602	0.095	527
Ciona intestinalis	Zld oost	SS	3627	12	10	0.145	2.84	11	10	5794	0.086	563
Ciona intestinalis	Zld pijler	SSBS	3156	11	9	0.096	2.18	7.8	10	4159	0.084	409
Ciona intestinalis	Zld pijler	SSBS	1763	8.7	5.3	0.064	1.64	5.3	6.9	2771	0.056	254
Ciona intestinalis	Zld pijler	SSBS	1995	9.5	16	0.085	1.95	6.1	9.6	2990	0.07	273
Ciona intestinalis	Zld west	BS	4442	11	11	0.149	3.61	14	15	6324	0.097	572
Ciona intestinalis	Zld west	BS	6686	14	16	0.198	4.33	18	18	10362	0.123	683
Ciona intestinalis	Zld west	BS	5010	13	12	0.163	3.23	14	13	6763	0.121	521
Ciona intestinalis	Zuidbout	OUD	3391	12	9.7	0.134	2.48	9.6	8.7	5168	0.092	437
Ciona intestinalis	Zuidbout	OUD	2916	8.9	6.7	0.089	1.92	8.3	7	4388	0.073	335
Ciona intestinalis	Zuidbout	OUD	3708	11	9.8	0.114	2.44	9.1	7.5	5188	0.075	695
Crassostrea gigas	Gorishoek	OUD	8.1	13	0.189	0.632	0.194	0.127	59	152	0.136	33

Soort	**Locatie**	**TDV**	**Al**	**As**	**Ba**	**Cd**	**Co**	**Cr**	**Cu**	**Fe**	**Hg**	**Mn**
Crassostrea gigas	Gorishoek	OUD	11	13	0.282	0.637	0.23	0.156	57	180	0.149	48
Crassostrea gigas	Gorishoek	OUD	7.7	12	0.175	0.559	0.219	0.169	70	146	0.146	27
Crassostrea gigas	Schelphoek midden	BS	63	22	0.533	1.46	0.342	0.42	85	331	0.225	47
Crassostrea gigas	Schelphoek midden	BS	33	21	0.357	1.12	0.324	0.332	70	247	0.221	43
Crassostrea gigas	Schelphoek midden	BS	55	20	0.532	1.64	0.399	0.411	113	281	0.251	53
Crassostrea gigas	Schelphoek oost	SS	65	15	0.372	1.61	0.322	0.442	92	269	0.213	40
Crassostrea gigas	Schelphoek oost	SS	41	19	0.298	1.51	0.314	0.399	134	275	0.212	47
Crassostrea gigas	Schelphoek oost	SS	48	14	0.299	0.979	0.266	0.375	89	255	0.17	35
Crassostrea gigas	Schelphoek west	OUD	26	30	0.612	1.07	0.848	72	79	4995	0.239	57
Crassostrea gigas	Schelphoek west	OUD	39	19	0.422	1.15	0.349	0.365	77	254	0.222	39
Crassostrea gigas	Schelphoek west	OUD	25	17	0.374	1.36	0.376	0.332	99	260	0.255	42
Crassostrea gigas	Wemeldinge-oost	T0	12	13	0.22	0.662	0.218	0.114	75	145	0.094	42
Crassostrea gigas	Wemeldinge-oost	T0	18	12	0.22	0.692	0.209	0.136	76	143	0.112	26
Crassostrea gigas	Wemeldinge-oost	T0	19	11	0.254	0.644	0.222	0.161	69	142	0.102	30
Crassostrea gigas	Wemeldinge-west	T0	16	16	0.257	1.1	0.287	0.169	123	185	0.155	25
Crassostrea gigas	Wemeldinge-west	T0	6.2	14	0.169	1.02	0.259	0.163	114	163	0.171	27
Crassostrea gigas	Wemeldinge-west	T0	7.3	17	0.227	0.904	0.28	0.133	135	147	0.152	30
Crassostrea gigas	Wemeldinge-west	T0	26	14	0.376	0.883	0.272	0.197	111	174	0.13	37
Crassostrea gigas	Wemeldinge-west	T0	23	14	0.376	0.906	0.262	0.184	70	167	0.127	35
Crassostrea gigas	Wemeldinge-west	T0	19	13	0.358	0.792	0.265	0.175	80	161	0.135	46
Crassostrea gigas	Zld midden	SS	10	13	0.249	0.608	0.207	0.286	75	151	0.111	46
Crassostrea gigas	Zld midden	SS	31	14	0.377	0.791	0.228	0.212	72	178	0.154	44
Crassostrea gigas	Zld midden	SS	12	13	0.278	0.735	0.233	0.316	86	167	0.141	32
Crassostrea gigas	Zld oost	BS	5.7	15	0.187	0.991	0.305	0.175	105	149	0.212	37
Crassostrea gigas	Zld oost	BS	5.3	16	0.228	1.2	0.313	0.162	104	184	0.211	46
Crassostrea gigas	Zld oost	BS	18	15	0.57	1.01	0.265	0.208	109	174	0.213	47
Crassostrea gigas	Zld oost	SS	5	18	0.159	0.894	0.266	0.142	80	170	0.186	66
Crassostrea gigas	Zld oost	SS	7.4	17	0.205	1.15	0.304	0.212	87	171	0.281	53

Soort	**Locatie**	**TDV**	**Al**	**As**	**Ba**	**Cd**	**Co**	**Cr**	**Cu**	**Fe**	**Hg**	**Mn**
Crassostrea gigas	Zld oost	SS	10	15	0.21	1.04	0.263	0.428	95	172	0.179	51
Crassostrea gigas	Zld pijler	SSBS	6.7	15	0.251	0.732	0.176	0.114	73	130	0.135	34
Crassostrea gigas	Zld pijler	SSBS	8.1	17	0.306	0.562	0.186	0.164	72	130	0.141	33
Crassostrea gigas	Zld pijler	SSBS	13	32	0.403	0.853	0.244	0.157	145	146	0.17	31
Crassostrea gigas	Zld west	BS	13	17	0.211	1.13	0.339	0.233	138	196	0.198	79
Crassostrea gigas	Zld west	BS	19	16	0.239	1.12	0.323	0.239	119	172	0.192	53
Crassostrea gigas	Zld west	BS	9	15	0.17	1.03	0.272	0.186	106	176	0.155	42
Crassostrea gigas	Zld west	SS	6.5	17	0.203	1.09	0.326	0.223	120	190	0.189	71
Crassostrea gigas	Zld west	SS	8.6	16	0.194	1.19	0.321	0.22	135	192	0.199	54
Crassostrea gigas	Zld west	SS	8.2	18	0.202	1.06	0.316	0.209	135	220	0.195	62
Crassostrea gigas	Zuidbout	OUD	7.1	11	0.497	0.748	0.23	0.124	91	140	0.126	27
Crassostrea gigas	Zuidbout	OUD	5.2	15	0.515	0.684	0.245	0.127	83	119	0.136	40
Crassostrea gigas	Zuidbout	OUD	6.5	11	0.567	0.634	0.211	0.136	80	133	0.105	35
Fucus vesiculosus	Gorishoek	OUD	168	31	17	0.242	0.806	0.658	1.25	287	0.02	185
Fucus vesiculosus	Gorishoek	OUD	229	31	17	0.225	0.926	1	1.29	408	0.02	186
Fucus vesiculosus	Schelphoek midden	OUD	107	45	20	0.37	1.35	0.539	1.69	253	0.038	178
Fucus vesiculosus	Schelphoek midden	OUD	322	53	21	0.487	1.86	1.03	2.32	418	0.045	235
Fucus vesiculosus	Schelphoek oost	OUD	856	43	17	0.252	1.93	3.27	3.07	1534	0.037	237
Fucus vesiculosus	Schelphoek oost	OUD	1164	42	15	0.234	2.05	4.05	3.5	2070	0.042	275
Fucus vesiculosus	Schelphoek west	OUD	185	55	20	0.692	2.11	0.723	2.77	398	0.039	270
Fucus vesiculosus	Schelphoek west	OUD	418	54	20	0.601	2.18	1.01	2.69	577	0.042	298
Fucus vesiculosus	Wemeldinge-oost	T0	336	28	16	0.296	1.16	2.22	2.46	575	0.017	188
Fucus vesiculosus	Wemeldinge-oost	T0	321	29	17	0.336	1.35	1.37	2.45	489	0.018	193
Fucus vesiculosus	Wemeldinge-west	T0	522	29	20	0.275	1.38	1.84	2.8	884	0.024	267
Fucus vesiculosus	Wemeldinge-west	T0	595	29	18	0.305	1.7	2.3	2.72	1000	0.022	315
Fucus vesiculosus	Zld midden	REF	228	45	22	0.369	1.32	0.995	2.12	471	0.03	229
Fucus vesiculosus	Zld midden	REF	269	42	18	0.294	1.2	1.12	1.86	491	0.03	194
Fucus vesiculosus	Zld oost	OUD	531	44	22	0.505	1.79	1.97	2.86	1049	0.04	288

Soort	**Locatie**	**TDV**	**Al**	**As**	**Ba**	**Cd**	**Co**	**Cr**	**Cu**	**Fe**	**Hg**	**Mn**
Fucus vesiculosus	Zld oost	OUD	502	43	22	0.418	1.66	1.82	2.67	918	0.04	266
Fucus vesiculosus	Zld west	OUD	549	40	21	0.456	1.88	1.99	3.01	1019	0.039	300
Fucus vesiculosus	Zld west	OUD	694	49	25	0.552	1.97	2.5	3.41	1338	0.044	337
Homarus gammarus	Gorishoek	OUD	3.22	15	0.886	0.329	0.349	0.18	97	20	0.364	14
Homarus gammarus	Gorishoek	OUD	2.81	28	0.592	1.42	0.419	0.074	406	28	0.575	20
Homarus gammarus	Gorishoek	OUD	6.6	23	1.3	0.573	0.397	0.874	98	30	0.496	18
Homarus gammarus	Gorishoek	OUD	4.59	22	0.673	0.474	0.288	0.51	212	31	0.555	12
Homarus gammarus	Gorishoek	OUD	3.58	20	0.641	0.775	0.212	0.395	139	26	0.528	11
Homarus gammarus	Wemeldinge	T0	9.1	23	0.983	0.651	0.32	0.844	94	38	0.512	15
Homarus gammarus	Wemeldinge	T0	9.4	31	0.569	1.31	0.527	0.196	89	34	1	19
Homarus gammarus	Wemeldinge	T0	2.67	25	0.375	1.01	0.265	0.07	107	19	0.52	13
Homarus gammarus	Wemeldinge	T0	6.6	32	2.13	0.896	0.621	3.54	156	39	0.839	11
Homarus gammarus	Wemeldinge	T0	3.2	28	0.29	0.761	0.465	0.153	140	25	0.47	11
Homarus gammarus	Zld oost	SS	11	19	1.16	0.458	0.205	0.813	50	98	0.644	15
Homarus gammarus	Zld oost	SS	3.05	24	0.975	0.713	0.244	0.254	57	22	0.93	14
Homarus gammarus	Zld oost	SS	5.6	17	1.09	2.07	0.232	0.345	57	28	0.775	12
Homarus gammarus	Zld oost	SS	1.45	12	0.174	0.892	0.215	0.043	69	18	0.617	5.7
Homarus gammarus	Zld oost	SS	3.59	26	0.946	0.397	0.327	0.268	71	17	0.776	15
Homarus gammarus	Zld west	SSBS	2.05	29	0.115	0.962	0.338	0.082	44	24	0.919	6.9
Homarus gammarus	Zld west	SSBS	2.38	18	0.638	0.79	0.451	0.177	145	37	0.423	10
Homarus gammarus	Zld west	SSBS	7.7	21	0.422	0.666	0.451	0.436	73	31	0.479	12
Homarus gammarus	Zld west	SSBS	3	30	0.503	0.675	0.708	0.793	95	21	0.667	11
Homarus gammarus	Zld west	SSBS	9.4	28	0.834	0.724	0.209	0.62	86	36	0.789	15
Homarus gammarus	Zuidbout	OUD	4.71	30	1.73	0.9	0.418	0.685	90	44	1.09	16
Homarus gammarus	Zuidbout	OUD	5.3	21	1.04	0.826	0.253	1.62	58	31	0.639	11
Homarus gammarus	Zuidbout	OUD	1.94	19	0.824	0.642	0.383	0.208	62	27	0.68	9.5
Homarus gammarus	Zuidbout	OUD	2.03	19	0.473	0.579	0.206	0.292	46	28	0.653	11
Homarus gammarus	Zuidbout	OUD	15	24	0.512	0.777	0.397	0.478	56	59	0.923	10

Soort	**Locatie**	**TDV**	**Al**	**As**	**Ba**	**Cd**	**Co**	**Cr**	**Cu**	**Fe**	**Hg**	**Mn**
Mytilus edulis	Schelphoek midden	BS	628	13	2.4	0.42	1.52	36	48	2218	0.268	42
Mytilus edulis	Schelphoek midden	BS	703	11	2.8	0.415	1.56	37	50	1921	0.264	46
Mytilus edulis	Schelphoek midden	BS	470	13	2.24	0.435	1.89	41	35	3767	0.231	47
Mytilus edulis	Zld pijler	SSBS	7.8	12	0.309	0.556	0.606	0.279	8.6	86	0.146	7.6
Mytilus edulis	Zld pijler	SSBS	8.2	12	0.22	0.54	0.517	0.284	7.8	81	0.139	7.9
Mytilus edulis	Zld pijler	SSBS	9.5	12	0.3	0.529	0.522	0.296	6.6	92	0.152	11
Ostrea edulis	Zld oost	SS	22	12	0.281	1.03	0.265	0.312	91	199	0.154	21
Ostrea edulis	Zld west	BS	9.6	11	0.183	0.893	0.282	0.224	98	168	0.135	16
Ostrea edulis	Zld west	SS	17	12	0.22	0.944	0.288	0.221	106	230	0.153	18
Styela clava	Gorishoek	OUD	1201	8.3	12	0.046	2.39	6.3	7.1	2534	0.044	561
Styela clava	Gorishoek	OUD	1047	6.4	7.4	0.044	2	5.1	5.6	1978	0.034	409
Styela clava	Gorishoek	OUD	799	8.3	12	0.036	2.1	4.46	5.6	1613	0.029	418
Styela clava	Schelphoek midden	BS	2571	11	20	0.073	3.47	23	9.9	3921	0.057	395
Styela clava	Schelphoek midden	BS	2092	8.2	11	0.045	2.63	8.7	6.1	2936	0.049	292
Styela clava	Schelphoek midden	BS	2554	6.5	9	0.057	3	9.4	8.3	3418	0.057	367
Styela clava	Wemeldinge-oost	T0	2891	7.1	9.7	0.053	3.65	9.9	8.1	4493	0.062	711
Styela clava	Wemeldinge-oost	T0	3256	8.2	8.4	0.052	3.96	11	8.4	5114	0.057	680
Styela clava	Wemeldinge-oost	T0	2746	11	12	0.073	3.81	12	8.5	4745	0.063	1259
Styela clava	Wemeldinge-west	T0	1916	12	8.7	0.077	5.3	20	14	3334	0.057	1515
Styela clava	Wemeldinge-west	T0	1731	8.7	7.5	0.067	3.44	7	11	2206	0.058	566
Styela clava	Wemeldinge-west	T0	1404	13	15	0.042	3.39	7.1	8.5	1893	0.048	1018
Styela clava	Wemeldinge-west	T0	3308	18	28	0.059	4.88	12	10	5500	0.077	748
Styela clava	Wemeldinge-west	T0	2782	7.7	9.7	0.047	3.8	10	8.2	4123	0.057	737
Styela clava	Wemeldinge-west	T0	3837	16	36	0.05	4.95	14	11	5712	0.074	718
Styela clava	Zld midden	BS	1185	8.7	6.2	0.043	3.3	6.1	8	2221	0.058	565
Styela clava	Zld midden	BS	1246	6.7	4.58	0.046	1.8	5.3	7.3	2022	0.053	275
Styela clava	Zld midden	BS	1108	7	4.57	0.04	2.9	4.04	7.3	1733	0.051	464
Styela clava	Zld midden	SS	1086	12	17	0.043	4.11	8	7	3068	0.068	1475

Soort	**Locatie**	**TDV**	**Al**	**As**	**Ba**	**Cd**	**Co**	**Cr**	**Cu**	**Fe**	**Hg**	**Mn**
Styela clava	Zld midden	SS	1293	8.4	6.6	0.04	3.11	7.3	8.1	2880	0.059	786
Styela clava	Zld midden	SS	1354	26	16	0.056	3.21	7.2	7.1	5258	0.069	1141
Styela clava	Zld oost	BS	1637	8.8	8.9	0.049	3.53	5.5	7.2	2656	0.046	619
Styela clava	Zld oost	BS	1662	10	22	0.047	3.84	5.5	7.3	2584	0.058	609
Styela clava	Zld oost	BS	1467	6.9	5.7	0.047	3.09	5.3	6.9	2330	0.053	494
Styela clava	Zld oost	SS	1896	23	61	0.05	3.35	8.6	8.4	3198	0.061	660
Styela clava	Zld oost	SS	1738	5.9	7.1	0.026	3.35	6.8	7.1	2747	0.053	589
Styela clava	Zld oost	SS	1612	7.2	8	0.038	2.62	7.5	6.9	2466	0.054	497
Styela clava	Zld pijler	SSBS	1283	16	9.1	0.039	3.08	4.79	7.1	2042	0.053	516
Styela clava	Zld pijler	SSBS	1144	41	86	0.04	2.1	4.27	6.6	1670	0.047	350
Styela clava	Zld pijler	SSBS	1076	8.4	5.1	0.035	2.82	4	7.3	1628	0.057	467
Styela clava	Zld west	BS	2427	8.5	9.2	0.06	3.99	8.1	10	3564	0.071	625
Styela clava	Zld west	BS	2258	7.5	7.4	0.056	4.2	7.4	9.4	3243	0.061	664
Styela clava	Zld west	BS	2242	11	23	0.069	4.24	7.9	9.8	3092	0.059	647
Styela clava	Zld west	SS	2072	14	19	0.065	3.81	9.3	8.9	3600	0.055	727
Styela clava	Zld west	SS	2603	9.1	9	0.074	4.25	9.1	11	5137	0.073	746
Styela clava	Zld west	SS	1919	8.6	8.9	0.056	3.7	9.5	8.2	3850	0.06	890
Styela clava	Zuidbout	OUD	2017	11	7.9	0.051	3.52	7.5	8	4007	0.062	809
Styela clava	Zuidbout	OUD	1800	9.5	6.8	0.037	3.93	6.6	7.1	3128	0.056	757
Styela clava	Zuidbout	OUD	1482	7.2	4.49	0.039	2.45	5.4	6.5	2551	0.05	510

Tabel 11: Gehalten aan de zware metalen molybdeen (Mo), nikkel (Ni), lood (Pb), antimoon (Sb), seleen (Se), tin (Sn), vanadium (V) en zink (Zn) in mg/kg droge stof, pollution load index (-) en droge stof (%) voor soorten bemonsterd op locaties in de Oosterschelde. TDV= type dijkversteviging waarbij T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen.

Soort	**Locatie**	**TDV**	**Mo**	**Ni**	**Pb**	**Sb**	**Se**	**Sn**	**V**	**Zn**	**PLI**	**Droge stof**
Ascidiella aspersa	Buitenhaven NJ	T0	1.44	2.46	3.44	<0.151	2.01	<0.302	0.294	47	5.3	6.6
Ascidiella aspersa	Buitenhaven NJ	T0	0.966	2.27	3.74	<0.152	1.98	0.304	0.3	60	5.2	6.6
Ascidiella aspersa	Buitenhaven NJ	T0	0.979	2.37	3.39	0.15	1.9	0.3	0.25	53	4.9	6.7
Ascidiella aspersa	Gorishoek	OUD	1.44	4.15	6.1	<0.138	2.23	<0.275	0.193	83	7.9	7.3
Ascidiella aspersa	Gorishoek	OUD	1.17	4.45	6.4	<0.153	3.23	<0.306	0.306	89	8.9	6.5
Ascidiella aspersa	Gorishoek	OUD	1.73	5.4	8.3	<0.147	3.07	0.337	0.24	111	11	6.8
Ascidiella aspersa	Schelphoek midden	BS	9.9	5.8	7.8	<0.137	5.5	<0.512	0.317	153	14	7.3
Ascidiella aspersa	Schelphoek midden	BS	6.7	7.7	10	<0.128	4.98	<0.433	0.258	148	15	7.8
Ascidiella aspersa	Schelphoek midden	BS	8.1	4.46	5.5	<0.132	4.2	<0.6	0.204	108	9.7	7.6
Ascidiella aspersa	Wemeldinge-oost	T0	2.02	8	9.9	<0.058	2.85	<0.116	0.208	100	13	17
Ascidiella aspersa	Wemeldinge-oost	T0	1.45	6.3	7.9	<0.061	2.82	<0.122	0.176	90	11	16
Ascidiella aspersa	Wemeldinge-oost	T0	1.47	8.3	12	<0.137	2.51	<0.273	0.186	102	15	7.3
Ascidiella aspersa	Wemeldinge-west	T0	3.2	6.4	9.6	0.052	3.73	<0.104	0.2	116	13	19
Ascidiella aspersa	Wemeldinge-west	T0	1.76	6.5	5.7	0.061	3.42	0.123	0.171	103	11	16
Ascidiella aspersa	Wemeldinge-west	T0	2.18	7.5	6.6	0.064	3.57	0.531	0.206	121	13	16
Ascidiella aspersa	Wemeldinge-west	T0	1.81	5.4	9.4	0.038	3.01	0.076	0.149	89	11	26
Ascidiella aspersa	Wemeldinge-west	T0	1.46	7	13	0.026	3.09	0.051	0.145	87	12	39
Ascidiella aspersa	Wemeldinge-west	T0	2.36	8.8	19	0.041	3.45	0.083	0.191	117	15	24
Ascidiella aspersa	Zld midden	BS	3.45	5.3	7.8	<0.135	3.69	<0.27	0.325	89	11	7.4
Ascidiella aspersa	Zld midden	BS	1.34	4.28	6.1	<0.149	2.75	<0.298	0.287	93	8.1	6.7
Ascidiella aspersa	Zld midden	BS	1.28	4.83	6.8	<0.139	2.59	<0.372	0.276	77	8.6	7.2
Ascidiella aspersa	Zld midden	SS	2.86	4.08	6.7	<0.132	2.71	<0.264	0.25	84	8.9	7.6
Ascidiella aspersa	Zld midden	SS	3.97	4.91	7.9	<0.144	2.75	<0.388	0.304	98	11	7
Ascidiella aspersa	Zld midden	SS	3.36	4.79	8.5	<0.147	3.7	0.293	0.248	103	13	6.8
Ascidiella aspersa	Zld oost	BS	3.22	4.17	5.3	<0.142	4.29	0.285	0.174	100	9.3	7

Soort	**Locatie**	**TDV**	**Mo**	**Ni**	**Pb**	**Sb**	**Se**	**Sn**	**V**	**Zn**	**PLI**	**Droge stof**
Ascidiella aspersa	Zld oost	BS	3.15	4.46	6.5	<0.135	4.36	0.271	0.131	97	13	7.4
Ascidiella aspersa	Zld oost	BS	2.61	4.53	6.4	0.144	4.51	0.289	0.145	95	9.8	6.9
Ascidiella aspersa	Zld oost	SS	3.03	79	7.1	<0.138	4.53	<0.276	0.161	135	14	7.3
Ascidiella aspersa	Zld oost	SS	3.02	4.61	7.6	<0.136	4.02	<0.531	0.208	109	11	7.4
Ascidiella aspersa	Zld oost	SS	4.07	4.66	7.4	<0.152	3.44	<0.431	0.163	90	10	6.6
Ascidiella aspersa	Zld pijler	SSBS	2.55	4.3	8.8	<0.141	3.36	0.281	0.28	276	9.9	7.1
Ascidiella aspersa	Zld pijler	SSBS	2.55	23	14	<0.143	2.59	0.286	0.253	90	13	7
Ascidiella aspersa	Zld pijler	SSBS	2.69	7.2	12	<0.147	2.54	<0.294	0.278	86	10	6.8
Ascidiella aspersa	Zld west	BS	3.56	5.9	8.1	<0.14	4.64	<0.307	0.147	132	12	7.5
Ascidiella aspersa	Zld west	BS	3.71	5.3	6.5	<0.144	5.4	<0.287	0.184	147	12	7
Ascidiella aspersa	Zld west	BS	5.4	5.4	8.1	<0.144	4.75	<1.15	0.233	133	12	7
Ascidiella aspersa	Zld west	SS	2.83	4.51	6.5	<0.139	3.96	<0.277	0.16	104	11	7.2
Ascidiella aspersa	Zld west	SS	3.03	5.7	8.3	<0.146	4.72	<0.283	0.204	142	13	7.1
Ascidiella aspersa	Zld west	SS	2.89	4.1	5.4	<0.132	3.78	<0.265	0.169	352	9.8	7.6
Ascidiella aspersa	Zuidbout	OUD	2.18	4.86	6.6	<0.152	2.9	<0.304	0.18	95	9.7	6.6
Ascidiella aspersa	Zuidbout	OUD	2.15	5.4	8.1	<0.146	3.87	<0.291	0.152	105	11	6.9
Ascidiella aspersa	Zuidbout	OUD	2.3	5.7	9.1	<0.153	4.13	<0.306	0.178	127	12	6.5
Ciona intestinalis	Buitenhaven NJ	T0	0.635	3.29	5.2	0.166	2.13	0.332	0.129	69	5.8	6
Ciona intestinalis	Buitenhaven NJ	T0	0.556	102	3.44	<0.17	1.75	<0.34	0.118	64	5.7	5.9
Ciona intestinalis	Buitenhaven NJ	T0	0.751	3.2	4.15	<0.173	1.88	<0.812	0.118	77	5.3	5.8
Ciona intestinalis	Gorishoek	OUD	0.725	3.57	4.42	<0.145	2.73	<0.29	0.125	102	6.8	6.9
Ciona intestinalis	Gorishoek	OUD	0.824	3.45	4.7	<0.143	2.49	<0.286	0.104	94	6.9	7
Ciona intestinalis	Gorishoek	OUD	0.905	3.7	5.7	<0.147	2.84	<0.294	0.171	110	7.7	6.8
Ciona intestinalis	Wemeldinge-oost	T0	1.33	6.4	10	<0.168	2.55	<0.337	0.155	126	11	5.9
Ciona intestinalis	Wemeldinge-oost	T0	1.21	6.9	8.5	<0.113	2.8	<0.57	0.152	113	11	8.9
Ciona intestinalis	Wemeldinge-oost	T0	1.34	7.1	8.7	<0.141	2.42	<0.599	0.165	100	10	7.1
Ciona intestinalis	Wemeldinge-west	T0	1.16	5.5	5.8	0.143	2.44	0.286	0.125	82	8.3	7
Ciona intestinalis	Wemeldinge-west	T0	1.06	5.8	3.89	0.122	2.52	0.244	0.12	95	7.3	8.2

Soort	**Locatie**	**TDV**	**Mo**	**Ni**	**Pb**	**Sb**	**Se**	**Sn**	**V**	**Zn**	**PLI**	**Droge stof**
Ciona intestinalis	Wemeldinge-west	T0	0.89	4.6	4.68	0.12	2.36	0.239	0.13	88	7.3	8.4
Ciona intestinalis	Wemeldinge-west	T0	2.69	38	9	0.042	2.35	0.084	0.133	110	15	24
Ciona intestinalis	Wemeldinge-west	T0	1.21	7.5	12	0.163	2.71	0.326	0.147	114	12	6.1
Ciona intestinalis	Wemeldinge-west	T0	1.06	4.45	6.9	0.037	1.81	0.073	0.124	67	8.4	27
Ciona intestinalis	Zld midden	BS	0.909	4.2	5.9	<0.152	2.87	<0.304	0.144	100	7.2	6.6
Ciona intestinalis	Zld midden	BS	0.943	4.1	5.5	<0.167	2.94	0.334	0.143	101	7.1	6
Ciona intestinalis	Zld midden	BS	0.761	3.24	4.69	<0.15	2.11	0.301	0.106	86	5.8	6.6
Ciona intestinalis	Zld midden	SS	0.914	4.97	6	<0.147	2.49	<0.293	0.15	95	7.7	6.8
Ciona intestinalis	Zld midden	SS	1.28	5.7	8.5	<0.152	2.93	0.304	0.169	115	9.5	6.6
Ciona intestinalis	Zld midden	SS	1.3	5.4	7.7	0.148	2.86	<0.295	0.176	116	9.1	6.8
Ciona intestinalis	Zld oost	BS	1.37	5.5	8.1	<0.141	2.54	<0.283	0.141	101	9.4	7.1
Ciona intestinalis	Zld oost	BS	1.44	5.8	9.2	<0.144	3.52	<0.292	0.171	122	11	7
Ciona intestinalis	Zld oost	BS	1.23	5.3	6.9	0.146	2.5	<0.317	0.148	93	8.8	6.9
Ciona intestinalis	Zld oost	SS	1.8	311	10	<0.139	3.13	0.278	0.167	140	16	7.2
Ciona intestinalis	Zld oost	SS	1.13	7.9	10	<0.146	3.25	<0.345	0.19	114	11	6.9
Ciona intestinalis	Zld oost	SS	1.32	13	9.2	<0.146	3.17	<0.292	0.174	111	11	6.9
Ciona intestinalis	Zld pijler	SSBS	1.13	4.89	13	<0.151	3.14	<0.429	0.189	121	9.4	6.6
Ciona intestinalis	Zld pijler	SSBS	0.815	3.88	7.7	<0.149	2.35	<0.299	0.096	84	6.3	6.7
Ciona intestinalis	Zld pijler	SSBS	1.07	4.35	8.2	<0.149	2.82	<0.299	0.142	104	8	6.7
Ciona intestinalis	Zld west	BS	1.75	7.7	11	<0.158	3.33	<1.21	0.175	128	12	6.3
Ciona intestinalis	Zld west	BS	2.2	9.7	15	<0.147	3.72	<0.498	0.248	475	17	6.8
Ciona intestinalis	Zld west	BS	1.45	7.5	11	<0.155	4.14	0.309	0.214	125	13	6.5
Ciona intestinalis	Zuidbout	OUD	1.18	5.5	7.8	<0.164	2.8	<0.329	0.135	116	9.6	6.1
Ciona intestinalis	Zuidbout	OUD	0.918	4.49	6.4	<0.165	2.5	<0.329	0.164	94	7.8	6.1
Ciona intestinalis	Zuidbout	OUD	1.14	5	8.3	<0.161	2.37	<0.414	0.165	103	9.4	6.2
Crassostrea gigas	Gorishoek	OUD	0.592	0.178	0.524	<0.084	3.09	<0.168	0.887	1617	2.54	12
Crassostrea gigas	Gorishoek	OUD	0.722	0.383	0.516	<0.09	3.01	<0.18	0.948	1668	3.01	11
Crassostrea gigas	Gorishoek	OUD	0.654	0.258	0.421	<0.096	2.81	<0.193	0.839	1568	2.57	10

Soort	Locatie	TDV	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	V	Zn	PLI	Droge stof
Crassostrea gigas	Schelphoek midden	BS	1.4	0.5	0.804	<0.09	4.09	<0.181	1.59	2253	5.3	11
Crassostrea gigas	Schelphoek midden	BS	1.12	0.524	0.69	<0.105	3.93	0.21	1.46	1829	4.42	9.5
Crassostrea gigas	Schelphoek midden	BS	1.56	0.667	0.824	<0.108	3.89	0.217	1.7	2612	5.6	9.2
Crassostrea gigas	Schelphoek oost	SS	1.07	0.533	0.956	<0.096	3.54	<0.191	1.16	1879	4.78	10
Crassostrea gigas	Schelphoek oost	SS	1.48	0.464	0.852	<0.1	3.9	<0.199	1.28	2752	4.95	10
Crassostrea gigas	Schelphoek oost	SS	1.3	0.455	0.745	<0.092	3.51	<0.184	1.07	1651	4.12	11
Crassostrea gigas	Schelphoek west	OUD	2.62	23	1.12	<0.115	3.63	<0.23	1.8	3045	12	8.7
Crassostrea gigas	Schelphoek west	OUD	1.24	0.443	0.815	<0.116	3.61	0.232	1.18	2473	4.58	8.6
Crassostrea gigas	Schelphoek west	OUD	1.51	0.359	0.684	<0.118	3.63	0.237	1.19	3682	4.62	8.4
Crassostrea gigas	Wemeldinge-oost	T0	0.568	0.301	0.423	<0.085	3.34	<0.17	0.493	1310	2.57	12
Crassostrea gigas	Wemeldinge-oost	T0	0.508	0.237	0.454	<0.098	3.03	<0.195	0.489	1503	2.57	10
Crassostrea gigas	Wemeldinge-oost	T0	0.606	0.273	0.437	<0.116	2.93	0.232	0.546	1309	2.64	8.6
Crassostrea gigas	Wemeldinge-west	T0	2.08	0.244	0.459	0.069	3.92	0.138	0.949	2145	3.53	15
Crassostrea gigas	Wemeldinge-west	T0	1.78	0.248	0.431	0.079	3.84	0.158	0.929	1806	3.09	13
Crassostrea gigas	Wemeldinge-west	T0	2.22	0.276	0.404	0.082	3.92	0.164	0.997	2214	3.28	12
Crassostrea gigas	Wemeldinge-west	T0	0.75	0.378	0.427	0.121	3.26	0.242	0.738	1777	3.39	8.3
Crassostrea gigas	Wemeldinge-west	T0	0.629	0.296	0.486	0.098	3.22	0.195	0.639	1313	3.08	10
Crassostrea gigas	Wemeldinge-west	T0	0.686	0.35	0.462	0.118	3.38	0.236	0.563	1439	3.12	8.5
Crassostrea gigas	Zld midden	SS	0.6	0.216	0.433	0.089	3.31	<0.179	0.803	1273	2.79	11
Crassostrea gigas	Zld midden	SS	0.745	0.25	0.514	<0.085	3.2	<0.169	1.02	1340	3.32	12
Crassostrea gigas	Zld midden	SS	0.772	0.261	0.535	<0.093	3.82	<0.187	1.05	1529	3.16	11
Crassostrea gigas	Zld oost	BS	0.754	0.376	0.541	<0.107	3.93	<0.214	0.808	2455	3.21	9.4
Crassostrea gigas	Zld oost	BS	0.79	0.437	0.627	<0.113	4.03	<0.226	0.849	2647	3.46	8.8
Crassostrea gigas	Zld oost	BS	0.777	0.417	0.615	<0.106	3.94	0.212	0.802	2514	3.88	9.4
Crassostrea gigas	Zld oost	SS	0.658	0.433	0.546	<0.097	4.5	<0.194	0.687	1783	3.09	10
Crassostrea gigas	Zld oost	SS	1.04	0.425	0.603	<0.109	3.97	<0.218	0.873	1663	3.56	9.2
Crassostrea gigas	Zld oost	SS	0.729	0.383	0.636	<0.098	3.96	<0.195	0.865	1722	3.53	10
Crassostrea gigas	Zld pijler	SSBS	0.539	0.174	0.403	<0.088	3.31	<0.177	0.744	1193	2.46	11

Soort	**Locatie**	**TDV**	**Mo**	**Ni**	**Pb**	**Sb**	**Se**	**Sn**	**V**	**Zn**	**PLI**	**Droge stof**
Crassostrea gigas	Zld pijler	SSBS	0.57	0.178	0.411	<0.073	3.17	<0.147	0.676	1057	2.54	14
Crassostrea gigas	Zld pijler	SSBS	0.778	0.224	0.469	<0.092	3.22	<0.184	1.04	2630	3.48	11
Crassostrea gigas	Zld west	BS	0.839	0.524	0.628	<0.101	4.52	<0.202	1.16	2094	4.06	9.9
Crassostrea gigas	Zld west	BS	0.723	0.481	0.532	<0.099	3.95	<0.197	1.02	1869	3.79	10
Crassostrea gigas	Zld west	BS	0.639	0.45	0.507	<0.088	4.19	0.176	0.967	1626	3.22	11
Crassostrea gigas	Zld west	SS	0.796	0.533	0.636	<0.096	4.31	<0.193	1.06	2170	3.73	10
Crassostrea gigas	Zld west	SS	0.732	0.505	0.652	<0.102	4.6	<0.205	1.08	2677	3.82	9.8
Crassostrea gigas	Zld west	SS	0.818	0.549	0.633	<0.099	4.71	<0.197	1.16	2724	3.93	10
Crassostrea gigas	Zuidbout	OUD	0.423	0.187	0.41	<0.082	3.2	<0.164	1.35	1920	2.74	12
Crassostrea gigas	Zuidbout	OUD	0.442	0.271	0.422	<0.095	3.31	0.189	1.54	2130	2.9	11
Crassostrea gigas	Zuidbout	OUD	0.39	0.232	0.419	<0.096	3.01	0.192	1.34	1870	2.71	10
Fucus vesiculosus	Gorishoek	OUD	0.202	2.46	0.436	<0.029	0.067	0.058	0.001	33	1.73	35
Fucus vesiculosus	Gorishoek	OUD	0.19	2.99	0.551	<0.034	0.078	<0.068	0.001	32	1.96	29
Fucus vesiculosus	Schelphoek midden	OUD	0.256	4.11	0.794	<0.042	0.067	<0.085	0.001	35	2.15	24
Fucus vesiculosus	Schelphoek midden	OUD	0.303	5.7	1.23	<0.042	0.11	<0.084	0.002	43	3.12	24
Fucus vesiculosus	Schelphoek oost	OUD	0.414	6.1	2.59	<0.046	0.134	<0.093	0.006	41	4.18	22
Fucus vesiculosus	Schelphoek oost	OUD	0.417	6.4	3.37	<0.05	0.155	0.101	0.007	43	4.66	20
Fucus vesiculosus	Schelphoek west	OUD	0.591	5.8	1.41	<0.038	0.121	0.076	0.003	50	3.3	26
Fucus vesiculosus	Schelphoek west	OUD	0.852	6.5	1.69	<0.041	0.145	0.082	0.003	58	3.91	24
Fucus vesiculosus	Wemeldinge-oost	T0	0.49	3.4	0.746	<0.045	0.075	0.045	0.002	43	2.57	48
Fucus vesiculosus	Wemeldinge-oost	T0	0.412	4.22	0.758	<0.042	0.079	0.054	0.002	47	2.57	37
Fucus vesiculosus	Wemeldinge-west	T0	0.443	3.54	1.26	0.039	0.117	0.067	0.002	42	3.11	33
Fucus vesiculosus	Wemeldinge-west	T0	0.575	4.79	1.44	0.046	0.132	0.077	0.003	47	3.51	35
Fucus vesiculosus	Zld midden	REF	0.761	4.44	1.01	<0.046	0.085	<0.091	0.002	44	2.84	22
Fucus vesiculosus	Zld midden	REF	0.559	3.8	0.989	<0.046	0.075	0.092	0.002	41	2.63	22
Fucus vesiculosus	Zld oost	OUD	0.771	6.5	1.72	0.035	0.113	<0.071	0.003	62	4.11	28
Fucus vesiculosus	Zld oost	OUD	0.738	6.4	1.86	<0.035	0.108	<0.07	0.003	45	3.85	28
Fucus vesiculosus	Zld west	OUD	0.864	7.3	2.04	<0.042	0.142	<0.084	0.004	47	4.19	24

Soort	**Locatie**	**TDV**	**Mo**	**Ni**	**Pb**	**Sb**	**Se**	**Sn**	**V**	**Zn**	**PLI**	**Droge stof**
Fucus vesiculosus	Zld west	OUD	1.4	7.5	2.32	<0.043	0.153	<0.099	0.004	57	4.97	23
Homarus gammarus	Gorishoek	OUD	0.263	0.545	0.052	<0.032	2.42	<0.065	0.116	99	1.6	31
Homarus gammarus	Gorishoek	OUD	0.406	0.328	0.031	<0.038	3.02	<0.076	0.11	227	2.03	26
Homarus gammarus	Gorishoek	OUD	0.397	0.742	0.05	<0.037	4.64	0.074	0.116	119	2.36	27
Homarus gammarus	Gorishoek	OUD	0.317	1.16	0.044	<0.039	3.53	<0.077	0.112	114	2.11	26
Homarus gammarus	Gorishoek	OUD	0.35	0.431	0.034	<0.033	4.05	<0.066	0.096	169	1.86	31
Homarus gammarus	Wemeldinge	T0	0.337	1.31	0.053	<0.037	2.8	<0.074	0.166	112	2.4	27
Homarus gammarus	Wemeldinge	T0	0.359	0.487	0.05	<0.047	4.22	0.094	0.289	306	2.59	21
Homarus gammarus	Wemeldinge	T0	0.403	0.224	0.018	<0.035	2.98	0.069	0.136	205	1.53	29
Homarus gammarus	Wemeldinge	T0	0.438	2.1	0.078	<0.038	7.9	0.139	0.322	216	3.81	26
Homarus gammarus	Wemeldinge	T0	0.35	0.37	0.035	<0.044	3.12	<0.088	0.14	162	1.76	23
Homarus gammarus	Zld oost	SS	0.293	0.912	0.061	<0.029	2.54	<0.057	0.886	93	2.53	35
Homarus gammarus	Zld oost	SS	0.33	0.637	0.029	<0.031	5.1	<0.062	0.409	118	2.02	32
Homarus gammarus	Zld oost	SS	0.284	0.378	0.042	<0.026	2.81	0.052	0.676	100	2.16	38
Homarus gammarus	Zld oost	SS	0.232	0.183	0.015	<0.027	1.53	0.051	0.226	163	1.09	38
Homarus gammarus	Zld oost	SS	0.258	0.781	0.028	<0.034	3.38	0.067	0.292	94	1.87	30
Homarus gammarus	Zld west	SSBS	0.395	0.189	0.021	<0.025	2.95	<0.051	0.209	101	1.35	39
Homarus gammarus	Zld west	SSBS	0.402	1.01	0.146	<0.032	3.25	0.064	0.344	84	2.16	31
Homarus gammarus	Zld west	SSBS	0.482	0.953	0.056	<0.033	2.97	0.067	0.234	134	2.19	30
Homarus gammarus	Zld west	SSBS	0.366	0.675	0.044	0.037	3.43	0.074	0.286	213	2.3	27
Homarus gammarus	Zld west	SSBS	0.268	0.679	0.115	<0.041	3.25	0.082	0.527	161	2.6	25
Homarus gammarus	Zuidbout	OUD	0.527	0.942	0.049	0.047	4.34	0.094	0.306	156	2.87	21
Homarus gammarus	Zuidbout	OUD	0.373	1.1	0.06	<0.038	3.86	0.075	0.188	108	2.37	27
Homarus gammarus	Zuidbout	OUD	0.454	0.781	0.036	<0.028	3.33	<0.057	0.182	65	1.76	35
Homarus gammarus	Zuidbout	OUD	0.552	0.899	0.035	<0.026	2.89	0.052	0.349	111	1.79	38
Homarus gammarus	Zuidbout	OUD	0.633	1.21	0.066	0.039	3.95	0.077	0.298	114	2.64	26
Mytilus edulis	Schelphoek midden	BS	2.45	17	3.44	<0.091	7.3	0.89	8.6	129	13	11
Mytilus edulis	Schelphoek midden	BS	2.6	19	3.73	<0.115	7	0.463	9.1	133	13	8.7

Soort	**Locatie**	**TDV**	**Mo**	**Ni**	**Pb**	**Sb**	**Se**	**Sn**	**V**	**Zn**	**PLI**	**Droge stof**
Mytilus edulis	Schelphoek midden	BS	2.97	19	3.49	<0.102	6.3	1.01	9.6	125	13	12
Mytilus edulis	Zld pijler	SSBS	2.31	1.28	1.13	<0.082	3.4	<0.165	1.32	117	2.58	12
Mytilus edulis	Zld pijler	SSBS	1.69	1	0.679	<0.077	3.3	<0.154	0.912	88	2.23	13
Mytilus edulis	Zld pijler	SSBS	2.37	1.08	0.761	<0.095	3.42	<0.189	1.3	90	2.49	11
Ostrea edulis	Zld oost	SS	0.828	0.426	0.449	<0.08	4.1	0.561	1.02	1418	3.42	12
Ostrea edulis	Zld west	BS	0.946	0.393	0.359	<0.089	4.11	1.93	1.18	1722	3	11
Ostrea edulis	Zld west	SS	0.972	0.418	0.445	<0.082	4.46	<2.4	1.39	1629	3.41	12
Styela clava	Gorishoek	OUD	0.738	6.5	4.88	<0.097	2.8	<0.194	0.008	67	5.7	10
Styela clava	Gorishoek	OUD	0.569	5.8	3.72	<0.105	2.67	<0.211	0.006	72	4.66	9.5
Styela clava	Gorishoek	OUD	0.548	5.8	3.32	<0.102	2.87	<0.205	0.005	67	4.53	9.8
Styela clava	Schelphoek midden	BS	5	16	6	0.112	2.95	0.54	0.013	61	9.4	8.9
Styela clava	Schelphoek midden	BS	3.27	7.7	5.1	<0.103	2.95	<0.207	0.011	44	6.5	9.7
Styela clava	Schelphoek midden	BS	2.71	8.6	6.4	<0.106	2.64	<0.213	0.013	57	7.1	9.4
Styela clava	Wemeldinge-oost	T0	1.11	8.7	6.1	0.053	2.92	<0.106	0.012	68	7.4	19
Styela clava	Wemeldinge-oost	T0	1.1	9.3	6.3	0.057	3.23	<0.115	0.013	71	7.7	17
Styela clava	Wemeldinge-oost	T0	1.32	24	6.5	0.054	2.71	<0.108	0.012	57	8.9	19
Styela clava	Wemeldinge-west	T0	1.53	15	6.3	0.034	3.48	0.068	0.01	73	9.1	29
Styela clava	Wemeldinge-west	T0	0.868	8.4	3.52	0.023	3.54	0.045	0.01	62	6.4	44
Styela clava	Wemeldinge-west	T0	1.26	7.5	3.52	0.045	3.3	0.089	0.008	56	6.5	22
Styela clava	Wemeldinge-west	T0	1.34	10	8.7	0.045	3.28	0.089	0.013	71	9.7	22
Styela clava	Wemeldinge-west	T0	1.14	8.6	7.5	0.041	2.71	0.082	0.011	56	7.3	24
Styela clava	Wemeldinge-west	T0	1.31	11	9.9	0.039	2.71	0.078	0.015	65	10	26
Styela clava	Zld midden	BS	1.06	8.3	4.58	<0.098	3.51	<0.197	0.007	69	5.9	10
Styela clava	Zld midden	BS	0.698	6.7	3.46	0.098	3.83	0.196	0.007	76	4.91	10
Styela clava	Zld midden	BS	0.737	6.9	3.87	<0.105	3.8	<0.21	0.006	69	5	9.5
Styela clava	Zld midden	SS	1.38	7.5	5.5	<0.102	3.17	<0.203	0.013	66	7.5	9.8
Styela clava	Zld midden	SS	1.14	7.4	5.5	<0.099	3.07	<0.197	0.011	67	6.4	10
Styela clava	Zld midden	SS	1.24	7.3	6.3	<0.095	2.91	<0.19	0.012	65	8	11

Soort	**Locatie**	**TDV**	**Mo**	**Ni**	**Pb**	**Sb**	**Se**	**Sn**	**V**	**Zn**	**PLI**	**Droge stof**
Styela clava	Zld oost	BS	1.31	7.1	5.1	<0.097	3.47	0.194	0.008	52	6.2	10
Styela clava	Zld oost	BS	1.22	8.4	5.5	<0.096	3.91	<0.192	0.008	77	7	10
Styela clava	Zld oost	BS	1.53	7.4	4.58	<0.094	3.78	<0.188	0.007	69	5.9	11
Styela clava	Zld oost	SS	2.08	60	6.3	0.095	3.55	<0.19	0.01	67	9.8	11
Styela clava	Zld oost	SS	1.01	7	6.1	<0.094	2.64	<0.189	0.009	53	5.7	11
Styela clava	Zld oost	SS	1.34	64	5.3	<0.1	3.44	<0.201	0.009	68	7	10
Styela clava	Zld pijler	SSBS	1.06	7.6	5	<0.098	3.21	<0.195	0.007	61	5.9	10
Styela clava	Zld pijler	SSBS	0.777	5.9	5.2	<0.112	3.51	<0.223	0.006	66	6.5	9
Styela clava	Zld pijler	SSBS	0.849	6.5	6.8	<0.103	3.51	<0.206	0.006	64	5.2	9.7
Styela clava	Zld west	BS	2.21	9.6	7.1	<0.099	4.2	<0.198	0.011	77	8.1	10
Styela clava	Zld west	BS	1.56	9.3	6.8	<0.093	3.64	<0.186	0.01	68	7.3	11
Styela clava	Zld west	BS	1.37	9.8	6.9	<0.091	3.66	<0.182	0.01	64	8.1	11
Styela clava	Zld west	SS	1.54	9.4	6.4	<0.088	4.4	<0.339	0.017	64	8.5	11
Styela clava	Zld west	SS	1.5	11	7.3	<0.093	4.66	<0.284	0.019	69	8.8	11
Styela clava	Zld west	SS	1.38	7.9	6.2	<0.096	4.04	<0.192	0.022	57	7.7	10
Styela clava	Zuidbout	OUD	1.17	8.1	5.8	0.118	2.81	0.236	0.01	68	7.1	8.5
Styela clava	Zuidbout	OUD	0.973	7.9	5.4	<0.096	2.69	<0.191	0.008	56	6.3	10
Styela clava	Zuidbout	OUD	0.896	7	4.25	<0.107	3.19	<0.215	0.006	55	5.2	9.3

Tabel 12: Gehalten aan de zware metalen aluminium (Al), arseen (As), barium (Ba), cadmium (Cd), kobalt (Co), chroom (Cr), koper (Cu), ijzer (Fe), kwik (Hg) en mangaan (Mn) in mg/kg droge stof voor soorten bemonsterd op locaties in de Westerschelde. TDV= type dijkversteviging waarbij T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen.

Soort	**Locatie**	**TDV**	**Al**	**As**	**Ba**	**Cd**	**Co**	**Cr**	**Cu**	**Fe**	**Hg**	**Mn**
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke-haven	BS	88	11	0.509	12	0.364	0.46	348	323	0.135	39
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke-haven	BS	74	11	0.474	12	0.361	0.441	445	319	0.139	53
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke-haven	BS	60	11	0.469	14	0.469	0.411	359	291	0.143	63
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke-haven	SS	55	15	0.359	11	0.392	0.358	351	260	0.133	59
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke-haven	SS	101	11	0.552	11	0.374	0.509	378	314	0.128	47
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke-haven	SS	101	13	0.528	11	0.41	0.509	448	334	0.125	45
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke noord	BS	52	15	0.471	12	0.392	0.351	374	287	0.136	48
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke noord	BS	92	12	0.562	14	0.378	0.482	457	307	0.137	43
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke noord	BS	242	12	0.957	12	0.443	1.02	430	543	0.118	51
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke noord	SS	183	11	0.85	14	0.458	1.46	419	467	0.139	37
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke noord	SS	107	11	0.659	13	0.325	0.528	443	329	0.14	27
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke noord	SS	133	12	0.686	17	0.379	0.602	374	393	0.143	44
Crassostrea gigas	Kapellebank	OUD	45	11	0.273	12	0.259	0.356	321	206	0.114	31
Crassostrea gigas	Kapellebank	OUD	94	12	0.421	14	0.312	0.475	281	252	0.1	32
Crassostrea gigas	Kapellebank	OUD	49	13	0.249	12	0.299	0.318	304	211	0.092	48
Crassostrea gigas	Ritthem midden	BS	8.1	14	0.218	4.01	0.352	0.3	288	263	0.232	31
Crassostrea gigas	Ritthem midden	BS	6	17	0.244	3.64	0.382	0.35	317	234	0.219	21
Crassostrea gigas	Ritthem midden	BS	8.2	17	0.241	3.85	0.411	0.285	368	229	0.199	31
Fucus vesiculosus	Hoedekenskerke-haven	OUD	390	37	43	3.47	1.68	3.1	8.6	615	0.038	188
Fucus vesiculosus	Hoedekenskerke-haven	OUD	322	41	49	4.91	2	1.72	11	530	0.051	231
Fucus vesiculosus	Hoedekenskerke noord	OUD	615	41	52	4.85	2.3	3.48	12	1132	0.055	325
Fucus vesiculosus	Hoedekenskerke noord	OUD	689	41	48	4.42	2.16	3.09	12	1247	0.065	310
Fucus vesiculosus	Ritthem midden	REF	121	44	23	1.36	1.52	0.532	4	242	0.043	171
Fucus vesiculosus	Ritthem midden	REF	104	46	25	1.32	1.76	0.614	4.69	205	0.051	164
Fucus vesiculosus	Ritthem oost	REF	376	46	24	1.73	2	1.33	6	586	0.045	238

Soort	Locatie	TDV	Al	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn
Fucus vesiculosus	Ritthem oost	REF	355	45	24	1.48	1.55	1.34	6.7	561	0.047	203
Fucus vesiculosus	Ritthem west	REF	472	44	19	1.1	1.39	1.84	3.44	820	0.043	181
Fucus vesiculosus	Ritthem west	REF	328	51	21	1.14	1.35	1.18	3.77	542	0.043	178

Tabel 13: Gehalten aan de zware metalen molybdeen (Mo), nikkel (Ni), lood (Pb), antimoon (Sb), seleen (Se), tin (Sn), vanadium (V) en zink (Zn) in mg/kg droge stof, pollution load index (-) en droge stof (%) voor soorten bemonsterd op locaties in de Westerschelde. TDV= type dijkversteviging waarbij T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen.

Soort	Locatie	TDV	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	V	Zn	PLI	Droge stof
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke-haven	BS	0.918	0.642	0.896	0.1	6.9	0.2	0.753	2587	6.1	10
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke-haven	BS	1.02	0.681	0.963	0.111	7	0.223	0.711	3335	6.5	9
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke-haven	BS	0.938	0.607	0.912	0.122	6.7	0.244	0.636	3152	6.2	8.2
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke-haven	SS	0.884	0.517	0.922	<0.098	7.2	0.196	0.63	2604	5.8	10
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke-haven	SS	0.994	0.655	0.889	<0.115	6.7	0.23	0.768	3437	6.5	8.7
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke-haven	SS	0.955	0.713	0.929	<0.106	7.3	<0.211	0.798	3363	6.7	9.5
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke noord	BS	1.05	0.717	0.938	0.113	8.3	<0.227	0.646	3392	6.3	8.8
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke noord	BS	0.919	0.599	0.985	<0.096	7.6	<0.193	0.759	4144	6.7	10
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke noord	BS	0.837	0.721	1.28	<0.079	7.1	<0.157	1.24	3136	8.2	13
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke noord	SS	1.17	1.26	1.27	<0.094	7.6	<0.187	1.14	3769	8.7	11
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke noord	SS	1.08	0.681	1.02	<0.101	7.2	<0.203	0.878	3577	6.7	9.9
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke noord	SS	1.17	0.832	1.01	<0.111	8.1	<0.222	1	2898	7.4	9
Crassostrea gigas	Kapellebank	OUD	0.477	0.365	0.722	<0.09	5.3	<0.181	0.421	2457	4.45	11
Crassostrea gigas	Kapellebank	OUD	0.454	0.406	0.909	<0.107	5.8	<0.214	0.594	2527	5.3	9.3
Crassostrea gigas	Kapellebank	OUD	0.477	0.393	0.789	<0.104	6.9	<0.208	0.466	2537	4.72	9.6
Crassostrea gigas	Ritthem midden	BS	1.4	0.342	0.901	<0.092	4.45	<0.185	0.976	3787	4.6	11
Crassostrea gigas	Ritthem midden	BS	1.27	0.411	0.825	<0.096	5	0.191	0.958	3771	4.55	10
Crassostrea gigas	Ritthem midden	BS	1.2	0.374	0.818	<0.095	5.3	<0.19	0.795	4538	4.69	11
Fucus vesiculosus	Hoedekenskerke-haven	OUD	0.358	18	1.16	<0.045	0.21	<0.09	0.003	181	5.2	22

Soort	**Locatie**	**TDV**	**Mo**	**Ni**	**Pb**	**Sb**	**Se**	**Sn**	**V**	**Zn**	**PLI**	**Droge stof**
Fucus vesiculosus	Hoedekenskerke-haven	OUD	0.362	21	1.09	<0.046	0.292	0.091	0.002	237	5.6	22
Fucus vesiculosus	Hoedekenskerke noord	OUD	0.382	20	1.8	<0.044	0.395	<0.129	0.003	234	7.2	23
Fucus vesiculosus	Hoedekenskerke noord	OUD	0.349	19	2.03	<0.044	0.379	<0.089	0.003	219	7.2	23
Fucus vesiculosus	Ritthem midden	REF	0.248	7.9	0.818	<0.048	0.131	<0.095	0.001	81	2.88	21
Fucus vesiculosus	Ritthem midden	REF	0.252	9.8	0.676	<0.048	0.115	0.095	0.002	74	2.93	21
Fucus vesiculosus	Ritthem oost	REF	0.485	13	1.39	<0.028	0.188	0.057	0.002	98	4.49	35
Fucus vesiculosus	Ritthem oost	REF	0.403	10	1.25	<0.031	0.147	0.062	0.002	89	4.08	32
Fucus vesiculosus	Ritthem west	REF	0.346	7.7	1.39	<0.032	0.138	<0.065	0.002	65	3.81	31
Fucus vesiculosus	Ritthem west	REF	0.32	7.8	0.964	<0.035	0.148	<0.069	0.002	68	3.47	29

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

Van: "[redacted]"
Verzonden: vrijdag 9 juni 2023 09:55
Aan: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]@zeeland.nl>
Cc: "Communicatie Provincie Zeeland" <communicatie@zeeland.nl>; "[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: Vraag over Staalslag Zeelandbrug
Bijlage(n): FW: Projecten waarbij staalslakken worden gebruikt - bericht ILT gebruik staalslakken

hierbij de mail van [redacted] waarbij hij e.e.a. eerder op een rij heeft gezet. Voor nu is doorverwijzing naar RWS inderdaad prima.

[redacted]

Van: [redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: vrijdag 9 juni 2023 09:48
Aan: [redacted]@zeeland.nl>; [redacted]@zeeland.nl>; [redacted]@zeeland.nl>
CC: Communicatie Provincie Zeeland <communicatie@zeeland.nl>; [redacted]@zeeland.nl>; [redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: Vraag over Staalslag Zeelandbrug

Hoi [redacted],

Je mail sluit aan bij wat ik ook dacht: journalist in eerste instantie doorverwijzen naar RWS als beheerder van de Deltawateren.

[redacted] in het Trouw-artikel lees dat 'van 2020 tot 2022 de vooroevers van de Ooster- en Westerschelde zijn verstevigd met 'breuksteen en staalslakken'

[redacted], kun jij aangeven of wij als Provincie op een of andere manier een controlerende of toetsende rol hebben bij het verstevigen van vooroevers? Is daarvoor bijvoorbeeld een WNb-vergunning nodig? Want die vraag naar mogelijke betrokkenheid van Provincie zal ook nog wel komen…

Groet,
[redacted]

Van: [redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: vrijdag 9 juni 2023 09:43
Aan: [redacted]@zeeland.nl>; [redacted]@zeeland.nl>
CC: Communicatie Provincie Zeeland <communicatie@zeeland.nl>; [redacted]@zeeland.nl>; [redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: Vraag over Staalslag Zeelandbrug

Goedemorgen !

Tja, dat is meer iets voor Rijkswaterstaat. Vanuit natuur is hier (in het verleden) ook flink betrokkenheid bij geweest. [redacted] weet hier alles van.
Is de Oosterschelde in gevaar door het gebruik van staalslakken? Milieuorganisaties vrezen het ergste (trouw.nl)

Weet niet wanneer RWS voor het laatst staalslakken heeft toegepast. Weet jij dat [redacted] ?

[redacted]

Van: [redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: vrijdag 9 juni 2023 09:40
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
CC: Communicatie Provincie Zeeland <communicatie@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: Vraag over Staalslag Zeelandbrug

Volgens mij is dit vooral milieu J
Ik stuur het even door aan [redacted] Weet jij meer [redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: donderdag 8 juni 2023 16:31
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
CC: Communicatie Provincie Zeeland <communicatie@zeeland.nl>
Onderwerp: Vraag over Staalslag Zeelandbrug

Urgentie: Hoog

Hoi [redacted], [redacted] en [redacted],

Ik weet niet onder wie het valt, maar het gaat volgens mij deels over infra, milieu en natuur. [redacted] van de Hofbar belde. Hij wil graag weten over er nog gebruikt wordt gemaakt van staalslakken in de Oosterschelde en wanneer dat voor het laatst was. Zegt dat jullie iets?

Hij wil graag voor morgen 11.00 uur reactie.

Contact

[redacted]@tvbv.nl
06[redacted]

Met vriendelijke groet,

[redacted] | Communicatieadviseur (jr.)
M. +31[redacted] | E. [redacted]@zeeland.nl

Provincie Zeeland

Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

From: "[redacted]"
Sent: dinsdag 2 mei 2023 07:40
To: [redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted]@zeeland.nl>
Cc: [redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Subject: FW: Projecten waarbij staalslakken worden gebruikt - bericht ILT gebruik staalslakken
Attachments: Monitoring_vooroeververdediging_OS_2013.pdf, Monitoring_vooroeververdediging_OS_2015.pdf, Gehaltes_zware_metalen_biota_stortlocaties_OS_en_WS.pdf

Beste collega's,

In onderstaande mail een reactie van RWS op mijn vraag hoe zij – na het ILT rapport – aankijken tegen het (blijven) toepassen van staalslakken.

Even voor [redacted] Staalslakken worden door RWS in grote hoeveelheden toegepast bij waterveiligheidsprojecten (vooroeverbestortingen in de Ooster- en Westerschelde en bij het bestorten van de "ontgrondingskuilen" bij de Oosterscheldekering, zowel in de Oosterschelde als in de Voordelta).

Een beetje een voorspelbare reactie, de uitspraak waar zij naar verwijzen heb ik hieronder weergegeven.

Uitspraak 201402194/1/R2 - Raad van State

Tevens heb ik de rapporten waar zij naar verwijzen hier bijgevoegd.

Gezien de reactie van RWS is het niet uitgesloten dat we ook in de toekomst nog vergunningaanvragen van RWS kunnen verwachten op grond van de Wet natuurbescherming voor het toepassen van staalslakken. RWS bereid momenteel de werkzaamheden en vergunningaanvragen voor de geulwandverdediging (door middel van bestortingen) bij Ossenisse voor. Aangezien deze in de hoofdvaargeul plaatsvindt, zal waarschijnlijk LNV hier het bevoegd gezag zijn voor de Wet natuurbescherming.

De vraag is hoe wij daar in de toekomst mee omgaan gezien de Uitspraak en de rapporten van de WUR, tegen het licht van het ILT rapport.
Een WNB vergunning weigeren voor het toepassen van staalslakken lijkt mij gezien de Uitspraak en de WUR rapporten nog erg lastig.
Daarnaast zie ik het - net als PFAS - meer als een milieu aspect.

Ik ben wel benieuwd naar de uitkomsten van een eventueel bestuurlijk overleg hierover.

ILT ziet risico's bij toepassing staalslakken

De Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT) signaleert dat de wettelijke regels voor het gebruik van staalslakken de risico's voor mens en milieu niet voldoende afdekken. Deze conclusie trekt de ILT op basis van een studie die het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) in opdracht van de ILT heeft gedaan. Bij het toepassen van staalslakken in grote hoeveelheden en in dikkere lagen ontstaan grotere risico's, dan bij het opstellen van de wetgeving het uitgangspunt was. Deze risico's gaan over het vrijkomen en verspreiden van (mogelijk) schadelijke stoffen in het milieu.

Staalslakken zijn een bijproduct uit de staalindustrie. Ze worden vaker en in grotere hoeveelheden toegepast in grondwerken (bv. wegen, grond-, geluidswallen) en om stortplaatsen op te vullen of op te hogen. Als staalslakken in contact komen met regen- of grondwater, komen er schadelijke stoffen vrij. Uit de studie van het RIVM blijkt dat in grootschalige toepassingen een extreem lage zuurgraad, en daardoor mobiliteit van zware metalen en andere schadelijke stoffen, ontstaat. Uitspoeling van deze stoffen kan o.a. leiden tot meer vissterfte en afsterven van water- en

bodemleven.

De regels voor het veilig voor mens en milieu toepassen van bouwstoffen zijn beschreven in het Besluit bodemkwaliteit (Bbk). Als LD-staalslakken hieraan voldoen, zijn ze vrij toepasbaar. De ILT ziet een risico omdat sommige stoffen, waaronder zware metalen, niet zijn genormeerd. Ook zijn er geen normen opgenomen voor de zuurgraad (pH). Juist door deze pH komen er stoffen vrij.

Voor risicovolle bouwstoffen is in de wet een verplichting opgenomen voor het isoleren, beheersen en controleren (IBC) van de bouwstof om risico's voor het milieu tegen te gaan. Staalslakken zijn volgens de wetgeving geen IBC-bouwstoffen. Dit betekent dat er geen wettelijke verplichting voor isoleren, beheersen en controleren bestaat. Ook is er geen meldplicht bij het bevoegd gezag. Hierdoor is de mogelijkheid tot controle en handhaving zeer beperkt.

Voor aannemers zijn staalslakken goedkoper in gebruik dan zand en grind. Dit geeft een prikkel om meer staalslakken op een locatie te gebruiken dan nodig is of om staalslakken toe te passen terwijl dat niet noodzakelijk is. Bij ophogingen en aanvullingen zal door initiatiefnemers eerder worden gekozen voor staalslakken waar geld mee wordt verdiend dan voor bouwmateriaal waarvoor moet worden betaald.

De ILT voert momenteel een inspectie uit bij de Nederlandse leverancier van staalslakken om te controleren of deze zich houdt aan de certificeringseisen van het Besluit bodemkwaliteit. Ook onderzoekt de inspectie of deze bouwstoffen terecht zijn ingedeeld als 'niet gevaarlijk' bij de gevaarindeling van stoffen volgens de Europese CLP-verordening (Classificatie, Labelen en Verpakken van stoffen).

Mededeling aan redacties (niet voor publicatie)

Voor meer informatie kunt u terecht bij woordvoering ILT, [redacted] via [redacted]@ilent.nl of 06 - [redacted]
www.ilent.nl

Met vriendelijke groet,

[redacted] | Specialist Wet natuurbescherming / vergunningverlener
T. +3 1 118 [redacted] / M. 06 [redacted] E. [redacted]@zeeland.nl

Provincie Zeeland

Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland |

dataportaal.zeeland.nl

Van: [redacted]@rws.nl>
Verzonden: maandag 1 mei 2023 16:25
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
CC: [redacted]@rws.nl>
Onderwerp: RE: Projecten waarbij staalslakken worden gebruikt - bericht ILT gebruik staalslakken

Hoi [redacted],

Zoals afgesproken zou ik nog terugkomen op de vraag: "hoe is RWS van plan te acteren op de staalslakken die precies op dit moment nog toegepast worden bij de ontgrondingskuilen bij de Oosterscheldekering?"

Bij toepassing van staalslakken in de Oosterschelde heeft de rechter bepaald dat door het voldoen aan het milieuhygiënische normenkader van het Besluit Bodemkwaliteit de milieurisico's voldoende zijn afgedekt. Aanvullend is er na de toepassing van staalslakken in de Oosterschelde ecologisch laboratoriumonderzoek uitgevoerd, in combinatie met veldmonitoring van de toegepaste LD-staalslakken in de Oosterschelde.
Hierbij is met zekerheid aangetoond dat de toepassing van staalslakken geen negatief ecologisch effect heeft gehad op het ecosysteem van de Oosterschelde. Op basis hiervan ziet RWS geen aanleiding om de toepassingen die op dit moment worden uitgevoerd te stoppen.

Met vriendelijke groet,

[redacted]
Omgevingsadviseur
.....
Rijkswaterstaat Zee en Delta
Poelendaelesingel 18 | 4335 JA Middelburg
Postbus 2232 | 3500 GE Utrecht
.....
M [redacted]
[redacted]@rws.nl
www.rijkswaterstaat.nl
.....
Water. Wegen. Werken. Rijkswaterstaat.
.....



Van: [redacted]
Verzonden: donderdag 20 april 2023 16:31
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@Scheldestromen.nl>; [redacted]) <[redacted]@rws.nl>; [redacted])
<[redacted]@rws.nl>
Onderwerp: RE: Projecten waarbij staalslakken worden gebruikt - bericht ILT gebruik staalslakken

Dag [redacted],

Op dit moment is alleen het bestorten van de ontgrondingskuilen in uitvoering (vergund).

Later dit jaar wordt in de Westerschelde de schadevaring van de Barracuda nabij Hansweert nog hersteld.
Omdat deze werkzaamheden worden gezien als B&O conform de handreiking B&O zal hiervoor geen vergunning worden aangevraagd.

Naar aanleiding van het bericht van de ILT moeten we nog bezien of het gevolgen heeft voor de huidige en toekomstige bestortingen, komen we op terug.

Met vriendelijke groet,

[redacted]
Omgevingsadviseur
.....
Rijkswaterstaat Zee en Delta
Poelendaelesingel 18 | 4335 JA Middelburg
Postbus 2232 | 3500 GE Utrecht
.....
M 06 - [redacted]
[redacted]@rws.nl
www.rijkswaterstaat.nl
.....
Water. Wegen. Werken. Rijkswaterstaat.
.....

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: donderdag 20 april 2023 13:43
Aan: [redacted] <[redacted]@Scheldestromen.nl>; [redacted] <[redacted]@rws.nl>
Onderwerp: Projecten waarbij staalslakken worden gebruikt - bericht ILT gebruik staalslakken

Hoi [redacted] en [redacted],

De discussie voor wat betreft de toepassing van staalslakken loopt inmiddels intern bij ons volop.

Even een vraag daarover nog:

Zijn er op dit moment nog projecten (behalve bestorten ontgrondingskuilen) waarbij staalslakken gebruikt mogen worden en die nog niet afgerond zijn?

Of de vraag is meer eigenlijk, zijn er nog projecten (naast ontgrondingskuilen) waarvoor wij als provincie een WNB vergunning hebben verleend (die qua termijn nog geldig is) en waarbij nog staalslakken gebruikt mogen worden. En zo ja, zijn die projecten inmiddels afgerond?

Ik denk bijvoorbeeld aan vooroeverbestortingen Oosterschelde of Westerschelde?

Ik hoor het graag op korte termijn

Ook ben ik naar aanleiding van het bericht van ILT (staalslakken) benieuwd of/hoe RWS van plan is te acteren op de staalslakken die precies op dit moment nog toegepast worden bij de ontgrondingskuilen bij de Oosterscheldekering ?

Met vriendelijke groet,

[redacted] | Specialist Wet natuurbescherming / vergunningverlener
T. +3 1 118 [redacted] / M. 06[redacted] E. [redacted]@zeeland.nl

Provincie Zeeland

Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde 2013

[redacted], [redacted], [redacted] en [redacted]

Rapport nummer C102.14



IMARES Wageningen UR

(IMARES - Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies)

Opdrachtgever: RWS Zee en Delta / RWS WVL
T.a.v. [redacted]
Poelendaelesingel 18
4335 JA Middelburg

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van Rijkswaterstaat

Publicatiedatum: 9 juli 2014

IMARES is:

- een onafhankelijk, objectief en gezaghebbend instituut dat kennis levert die noodzakelijk is voor integrale duurzame bescherming, exploitatie en ruimtelijk gebruik van de zee en kustzones;
- een instituut dat de benodigde kennis levert voor een geïntegreerde duurzame bescherming, exploitatie en ruimtelijk gebruik van zee en kustzones;
- een belangrijke, proactieve speler in nationale en internationale mariene onderzoeksnetwerken (zoals ICES en EFARO).

P.O. Box 68	P.O. Box 77	P.O. Box 57	P.O. Box 167
1970 AB IJmuiden	4400 AB Yerseke	1780 AB Den Helder	1790 AD Den Burg Texel
Phone:+31 (0)317 480900	Phone: +31 (0)317 48 09 00	Phone: +31 (0)317 48 09 00	Phone: +31 (0)317 48 09 00
Fax: +31 (0)317 48 73 26	Fax: +31 (0)317 48 73 59	Fax: +31 (0)223 63 06 87	Fax: +31 (0)317 48 73 62
E-Mail: imares@wur.nl	E-Mail: imares@wur.nl	E-Mail: imares@wur.nl	E-Mail: imares@wur.nl
www.imares.wur.nl	www.imares.wur.nl	www.imares.wur.nl	www.imares.wur.nl

© 2013 IMARES Wageningen UR

IMARES, onderdeel van Stichting DLO.
KvK nr. 09098104,
IMARES BTW nr. NL 8113.83.696.B16.
Code BIC/SWIFT address: RABONL2U
IBAN code: NL 73 RABO 0373599285

De Directie van IMARES is niet aansprakelijk voor gevolgschade, noch voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van IMARES; opdrachtgever vrijwaart IMARES van aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van de opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag weergegeven en/of gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier gebruikt worden zonder schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

A_4_3_1-V13.1

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave 3

Samenvatting 5

1. Inleiding 8
   - 1.1 Vooroever bestortingen 8
   - 1.2 Gevolgen voor het onderwaterleven 10
     - 1.2.1 Doel van dit onderzoek 10
   - 1.3 Leeswijzer 11

2. Methoden 12
   - 2.1 Onderzoekslocatie 12
   - 2.2 Inventarisatie van flora en fauna op hard substraat 14
   - 2.3 Inventarisatie van fauna in zacht substraat (sediment) 16
   - 2.4 Determinatie van zware metalen in biota 17

3. Resultaten 19
   - 3.1 Inventarisatie van flora en fauna op hard substraat 19
     - 3.1.1 Eulittoraal (getijdenzone) 19
     - 3.1.2 Sublittoraal 27
     - 3.1.3 Infralittoraal 27
     - 3.1.4 Circalittoraal 28
   - 3.2 Inventarisatie van fauna in zacht substraat (sediment) (Infauna) 29
     - 3.2.1 Infauna gemeenschappen 29
     - 3.2.2 Sediment karakteristieken 31
   - 3.3 Inventarisatie van zware metalen in schelpdieren 34
     - 3.3.1 Gehalten in schelpdieren 34
     - 3.3.2 Droge stof 37
     - 3.3.3 Vergelijking met consumptienormen 38

4. Conclusies en discussie 43
   - 4.1 Hardsubstraat gemeenschappen 43
     - 4.1.1 Eulittoraal (getijdezone) 43
     - 4.1.2 Sublittoraal (beneden de laagwaterlijn) 43
   - 4.2 Infauna 44
   - 4.2 Zware metalen 45
   - 4.3 Aanbevelingen 46

5. Kwaliteitsborging 48

Referenties 49

Verantwoording 50

Bijlage 1. Hard substraat: soortensamenstelling eulittorale gemeenschappen 51

Bijlage 2. Hard substraat: soortensamenstelling infralittorale gemeenschappen 52

Bijlage 3. Hard substraat: soortensamenstelling circalittorale gemeenschappen 54

Bijlage 4. Infauna: soortensamenstelling infauna gemeenschappen 56

Bijlage 5. Gemiddelde metaal gehalten in schelpdieren in 2013 59

Bijlage 6. Dataserie in metaalconcentratie. 60

Bijlage 7. Ruwe data zware metalen T0 Zierikzee 61

Samenvatting

Dit rapport beschrijft de uitkomsten van de eco(toxico)logische monitoring van de vooroeververdediging in de Oosterschelde. Aanleiding hiervoor is dat Rijkswaterstaat sinds 2009 op locaties met voortschrijdende erosie in de Ooster- en Westerschelde bestortingen met staalslakken en breuksteen uitvoert op de vooroever van de dijken om de veiligheid tegen overstromingen te kunnen blijven garanderen. Rijkswaterstaat wil graag de gevolgen van deze bestortingen op het onderwaterleven in kaart brengen en heeft IMARES opdracht gegeven om dit uit te zoeken.

Doel
Het doel van deze monitoring is het bepalen van de samenstelling en biodiversiteit van de aanwezige levensgemeenschappen op harde en zachte substraten, en de bepaling van de gehalten aan zware metalen in mosselen en oesters op de nieuwe vooroever en referentie locaties. Dit is in 2013 gedaan voor de locatie Zeelandbrug (oost/midden/west), waar voor het vierde opeenvolgende jaar (T4-monitoring) is gemonitord na de bestorting in 2009. Daarnaast is de nul situatie (T0) in kaart gebracht voor de locatie Zierikzee die in 2014 bestort zal worden. Ook zijn er verschillende referentie locaties in de Oosterschelde meegenomen.
Dit rapport is gebaseerd op drie onderliggende deel-rapportages, die meer details bevatten met betrekking tot inventarisatie hard substraat, inventarisatie zacht substraat en zware metalen in biota. Het rapport is een vervolg op de monitoring die sinds 2009 wordt uitgevoerd in de Ooster- en Westerschelde. De monitoring is uitgevoerd in samenwerking met Stichting Zeeschelp en TNO.

Flora en fauna op hard substraat
De levensgemeenschappen op hardsubstraat zijn op drie verschillende delen van de oever geïnventariseerd: dijktalud en kreukelberm in de getijdezone (eulittoraal), de ondiepe, door wieren gedomineerde zone tussen 0-4 meter (infra-littoraal) en de diepere, door fauna gedomineerde zone beneden 4.1 - 10 meter (circa-littoraal). Van belang is dat de hard substraat gemeenschappen in de Oosterschelde zowel in de getijden zone als onder water een west-oost verdeling vertonen. Er zijn dus karakteristieke gemeenschappen voor het westelijk, het midden gebied en het oostelijk deel van de Oosterschelde. De T4-monitoring in 2013 van locatie Zeelandbrug is vergeleken met de voorgaande monitoring in 2009, 2010, 2011 en 2012 en referentie locaties. Waar mogelijk zijn zowel staalslakken als breuksteen bemonsterd. Betreffende de T0-monitoring van locatie Zierikzee is alleen de huidige situatie in 2013 beschreven.

<u>Eulittoraal (getijdenzone)</u>
Op locatie Zeelandbrug bestaat de eulittorale zone uit een talud van basalt en een breukstenen kreukelberm. De kreukelberm is in 2010 voorzien van een nieuwe breukstenen afdekking.
De hard substraat gemeenschappen op het talud bij de Zeelandbrug zijn niet direct door de versterking van de vooroever beïnvloed. Door jaarlijkse verschillen in bedekkingen van fauna-groepen en bruin- en groenwieren verschilde de afgelopen jaren niet van de referentie locaties. In 2013 bleek dit ook het geval. Op de kreukelberm bij de Zeelandbrug is in 2013 een zonering van blaaswier en gezaagde zee-eik aangetroffen. De bedekking van de gezaagde zee-eik is verder toegenomen ten opzichte van 2012 en 2011. Dit geeft aan dat de gemeenschap nog steeds in ontwikkeling is. Deze gemeenschap van wieren die in 2013 zijn aangetroffen is anders dan de gemeenschap van oesters in zeepokken die in 2009 voor de versterking van de vooroever zijn aangetroffen.
Op de ongestoorde locatie Zierikzee zijn de hard substraat gemeenschappen in 2013 passend binnen de geografische verdeling van gemeenschappen van klein darmwier, gemengde Fucus en blaaswier.

<u>Infralittoraal (ondiepe zone beneden laag waterlijn)</u>
De zonering van hard substraat gemeenschappen in infralittoraal Oosterschelde vertoont een duidelijke geografische spreiding. In het gebied waar locatie Zeelandbrug en Zierikzee aanwezig zijn komt een gemeenschap voor van roodwier en gaffelwier. In 2013 verschillen de hard substraat gemeenschappen bij de Zeelandbrug van de T0-situatie in 2009. Op het nieuwe substraat is in 2013 een begroeiing ontstaan van zeepokken (op het breuksteen) en roodwieren met andere soorten dan in 2009, die

vergelijkbaar is met de gemeenschappen in 2011, 2012 en 2013. Er hebben zich in 2013 nog geen Japanse oesters gevestigd.
Op de locatie Zierikzee is in 2013 (T0) in het infralittoraal de gemeenschap gevonden die ook op de referentie locaties in het tussenliggende gebied voorkomt, bestaande uit Japanse Oester en roodwieren.

Circalittoraal (diepe zone)
In het circalittoraal bestaan er duidelijk herkenbare gemeenschappen in de monding, het Zijpe en het tussenliggende gebied. Het tussenliggende gebied met locaties Zeelandbrug en Zierikzee heeft in 2013 een gemeenschap gedomineerd door de Japanse oester, kokerbouwende organismen, kolonievormende zakpijpen en hydroïdpoliepen. In 2013 is bij de Zeelandbrug een pionier gemeenschap aanwezig (zowel op de staalslakken als het breuksteen) die die nog steeds afwijkt van de oorspronkelijke gemeenschap in de T-0 situatie in 2009. Deze bestaat uit kokerbouwende organismen, kolonievormende zakpijpen en een mosdier. Ten opzichte van 2011 en 2012 zijn verschuivingen opgetreden in dominantie van soorten. Ook zijn in 2013 voor het eerst de meerjarige soorten Japanse oester en mossel aangetroffen.
Analyses op gemeenschapsniveau in 2009-2013 bij de Zeelandbrug tonen aan dat voor de ontwikkelingen van de gemeenschappen op de nieuwe substraten de factor tijd belangrijker is dan de ontwikkeling op breuksteen of staalslakken. Doordat de pioniersgemeenschap uit 2011 in 2012 is blijven bestaan in 2013, op zowel breuksteen als staalslakken, kan nog geen uitspraak worden gedaan over eventuele positieve of negatieve effecten van het gebruik van staalslakken op de lange termijn.
De ongestoorde locatie Zierikzee is in 2013 (T0) gedomineerd door de Japanse oester, kokerbouwende organismen, kolonievormende zakpijpen, en hydroïdpoliepen. Deze gemeenschap is ook gevonden op de referentie locaties in het tussenliggende gebied.

Fauna in het sediment (infauna)
Infauna zijn dieren die leven in de zachte bodem. De monitoring richt zich op de dieren die leven in het sediment dat is neergeslagen op de nieuwe vooroever. Uit deze studie komt naar voren dat er veel variatie is in het voorkomen van infaunasoorten tussen locaties en tijdstippen. Hierdoor is het lastig om een eenduidige conclusie te trekken.
De resultaten van deze studie wijzen echter op herstel van infauna diversiteit en dichtheden richting de situatie voor bestorten twee jaar na de ingreep. Infaunasoorten lijken te profiteren van nieuw gevormd habitat in de kuilen van de bestorting waar sediment is neergeslagen. Mogelijk zorgt een heterogeen patroon van zacht en hard habitat ook voor meer diversiteit in soorten ten opzichte van de T0-situatie, omdat zowel in- als epifauna soorten lijken te profiteren van het nieuwe habitat. De trend is echter nog te kort om significante verschillen aan te tonen.
Ook op gemeenschapsniveau (samenstelling van verschillende soorten) lijkt twee jaar na de bestorting vanuit grotere diepten herstel op te treden. Op het talud in de ondiepe zone ontwikkelt zich een soortenarme gemeenschap, met name in sedimenten met een verhoogd slib en organisch gehalte. Tussen het breuksteen, vaak in slibrijke sedimenten, kunnen ook soortenarme gemeenschappen voorkomen. De ontwikkeling van de gemeenschappen lijkt op de gemeenschappen zoals die tijdens de T0-situatie aanwezig was. Vier jaar na de bestorting is dit patroon nog duidelijker.

Zware metalen in oesters en mosselen
Voor de meeste metalen is geen significant verschil aangetoond in verandering van metaalconcentratie in zowel mossel als oester. Dit heeft voornamelijk te maken met de grote variatie tussen jaren, metingen onder de detectielimiet, variatie tussen replica's en een beperkt aantal meetjaren. Daarnaast kunnen er mogelijk statistisch significante trends worden weergegeven op deze korte termijn (4-5 jaar), terwijl deze in een langere datareeks (>10 jaar) mogelijk in de natuurlijke variatie wegvallen. Dit maakt de interpretatie van gehalten aan zware metalen in biota in het veld lastig.
De variatie in metaalconcentratie tussen jaren is over het algemeen groter dan in replica's binnen jaren. Deze waarneming ondersteunt de validiteit van de metingen. Daarnaast is de variatie in metaalconcentratie in mosselen voor de meeste metalen groter dan in oesters. Dit heeft waarschijnlijk te maken met fysiologische verschillen tussen de twee schelpdier soorten.

In zowel oesters als mosselen is er een toenemende trend in molybdeen gehalten waargenomen, gevolgd door een afname. De afname van molybdeen geldt voor zowel oesters als mosselen maar lijkt voor de

individuele soorten op een ander tijdstip te zijn ingezet. In mosselen heeft de toename geduurd tot 2012 en nam de concentratie af in 2013, terwijl in oesters de concentratie al af nam vanaf 2010. Mogelijk heeft dit verschil te maken met verschillen in de biologie van de twee soorten, bv. de verwerkingssnelheid van dit metaal. In oester zijn ook de concentraties van ijzer en vanadium na een toename tot en met 2012 in 2013 lager. Dit is echter geen significante trend.

Beschikbare normen in biota (KRW en consumptienormen) worden niet overschreden in mosselen en oesters bij Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug. Gehalten aan cadmium, chroom, ijzer, mangaan, kwik en lood in mosselen uit deze monitoring zijn vergelijkbaar met gerapporteerde gehalten aan deze zware metalen in mosselen uit de Oosterschelde zoals in voorgaande jaren gerapporteerd.

Aanbevelingen

Het onderzoek van 2013 betrof een T4-meting die de opeenvolgende resultaten geeft in aanvulling op de T1, T2 en T3 metingen.

- Wij bevelen aan de jaarlijkse monitoring op verschillende stortlocaties te vervolgen zodat de effecten in de tijd van storten ten opzichte van natuurlijke variatie in ruimte en tijd beter begrepen kan worden. De reden ligt in het feit dat zowel de zacht- als hard substraat gemeenschappen bij de Zeelandbrug zijn vier jaar na bestorten nog steeds in ontwikkeling. Natuurlijke dynamiek in diversiteit en dichtheden van soorten speelt een grote rol op zowel referentie locaties als gestorte locaties. Ook kent de Oosterschelde verschillende epifauna gemeenschappen waar onderscheid gemaakt kan worden tussen gemeenschappen die typerend zijn voor de monding, middendeel en de Kom. Ook infauna gemeenschappen kunnen per locatie verschillen. Resultaten van de Zeelandbrug zijn daardoor niet per definitie representatief voor ontwikkeling van gemeenschappen op andere stortlocaties in de Oosterschelde.
- Het onderzoek naar hard substraat gemeenschappen was gericht op sessiele bodemsoorten (vastzittend op de bodem). Het in kaart brengen van vagiele bodemsoorten (kruipend of lopend over de bodem) zoals b.v. kreeften, krabben, garnalen en bodemvissen zal een completer beeld geven van het herstel van bodem habitat omdat een ander deel van het ecosysteem (de soorten die ervan afhankelijk zijn) in kaart worden gebracht. Voor het vangen van verschillende typen vagiele soorten is het gebruik van verschillende tuigen van belang (verschil in maaswijdte van de fuiken).
- Een studie naar gevolgen (positief of negatief) van uitlogende stoffen op biota kan bestaan uit een langduriger studie waarbij in gesloten experimentele ecosystemen (mesocosms) de invloed van de staalslakken op de levensgemeenschap en de chemie kan worden vastgesteld, ten opzichte van een controle zonder staalslakken. In het veld is het lastig om eventuele effecten van uitloging van metalen uit staalslakken op biota vast te stellen Het kan jaren duren voordat effecten zich kunnen manifesteren (mede door de natuurlijke dynamiek). Met behulp van experimentele ecosystemen wordt natuurlijke variatie zeer klein gemaakt, en eventuele effecten worden zodoende zichtbaarder. Het voordeel van een mesocosm experiment boven een laboratorium ‘single species test’ is dat complexe interacties tussen soorten onderling in een mesocosm wel een rol spelen. Dit is bijvoorbeeld van belang voor bioaccumulatie onderzoek als sprake is van opname via de voedselketen of bij het zichtbaar maken van indirecte ecologische effecten van een verstoring. Bovendien zal een stof zich in een complexe mesocosmsituatie meer natuurgetrouw gedragen dan in een bekerglas in een laboratorium.

1. Inleiding

Zowel op de Westerschelde als de Oosterschelde zorgt de getijdestroming op een aantal locaties voor voortgaande erosie van de vooroever. Dit is het gedeelte van de waterkering dat onder water zit. Waar de erosie de stabiliteit van de vooroever en daarmee dus ook de stabiliteit van de dijk in gevaar brengt, moet dit worden tegengegaan door het verdedigen van deze vooroever. Rijkswaterstaat voert daarvoor bestortingen uit om de dijkstabiliteit en daarmee de bescherming tegen overstromingen te garanderen.

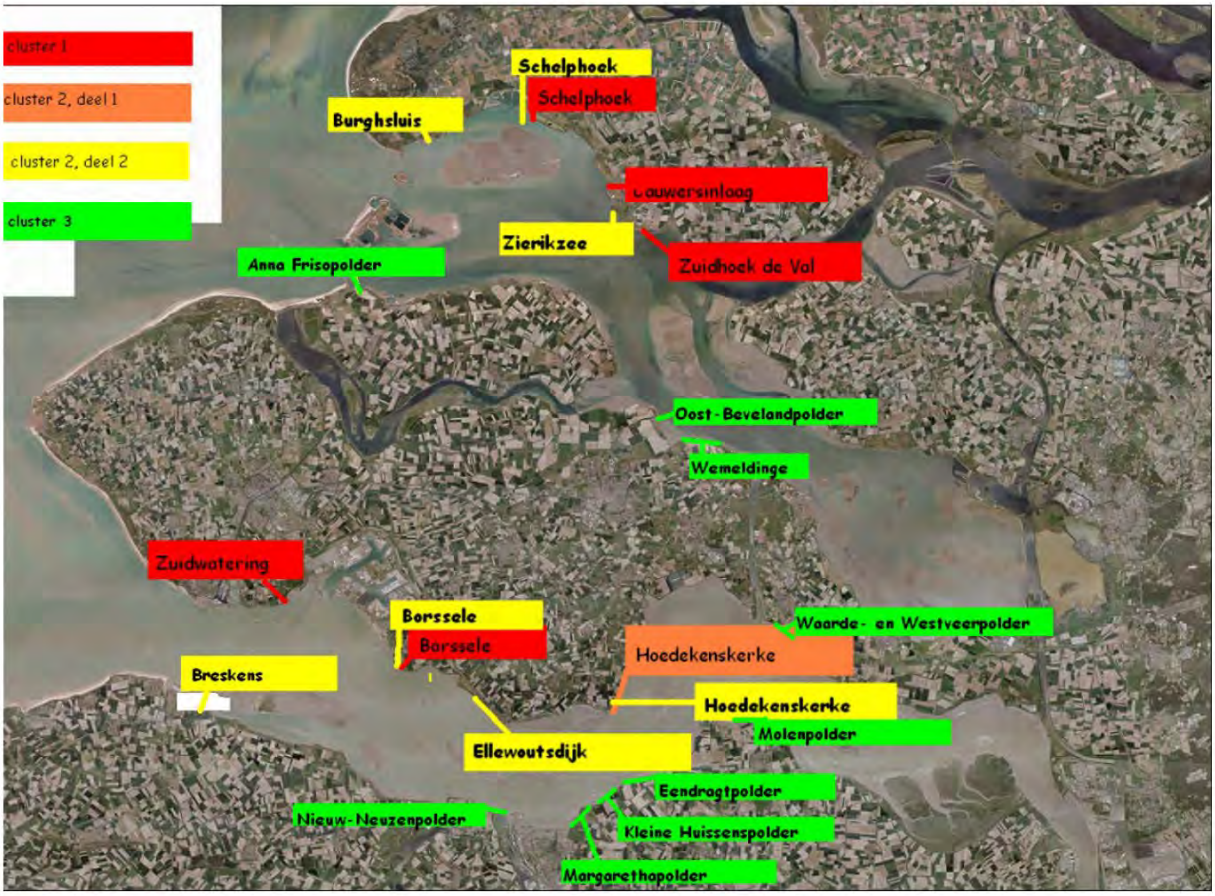
1.1 Vooroever bestortingen

Sinds 2009 maakt Rijkswaterstaat naast breuksteen gebruik van staalslakken. Zowel breuksteen als staalslakken (Figuur 1) hebben een hoog eigen gewicht waardoor ze in stroming en golfslag niet wegspoelen. Beide materialen zijn qua fysische eigenschappen goed geschikt voor vooroeververstersking en voldoen aan de kwaliteitseisen uit het Besluit Bodemkwaliteit (2007). Breuksteen is een natuursteen, die uit steengroeven wordt gewonnen. Breukstenen verschillen van samenstelling. De exacte samenstelling is afhankelijk van de steengroeve waar ze gewonnen zijn. Een staalslak is een steenachtig product, dat als restproduct overblijft bij de productie van staal. Ook de samenstelling van staalslakken verschilt afhankelijk van het productieproces.



Figuur 1. Links: breuksteen (bron: RWS Beeldbank), rechts: LD-staalslakken (bron: www.dehoop-bouwgrondstoffen.nl)

De realisering van de vooroeververdedigingen wordt in fasen uitgevoerd, in zogenaamde clusters. Cluster 1 heeft betrekking op de locaties Schelphoek, Cauwersinlaag/Lokkersnol-oost en Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug in de Oosterschelde, en in de Westerschelde op de locaties Zuidwatering en Borssele (Figuur 2). Dit werk is reeds gerealiseerd (Tabel 1). Cluster 2 heeft betrekking op de locaties Schelphoek (II), Burghsluis en Zierikzee in de Oosterschelde en de locaties Hoedekenskerke, Ellewoutsdijk, Borssele en Breskens in de Westerschelde en is deels gerealiseerd voor de locatie Hoedekenskerke.



Figuur 2. Geplande dijkversteviging in het Nederlands Deltagebied. De in dit rapport beschreven monitoring betreft de T4 monitoring van Cluster 1 bij de locatie Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug (meest rechtse van de rood gekleurde locaties) en de T0 monitoring van Cluster 2.2 bij locatie Zierikzee in de Oosterschelde.

Tabel 1. Overzicht van de perioden waarin oeververdedigingen hebben plaatsgevonden voor Cluster 1 en gaan plaatsvinden.

	Locaties	**Periode aanleg vooroeververdediging**
Oosterschelde	Schelphoek (Cluster 1)	16/12/2009 – 29/03/2010
	Schelphoek (Cluster 2.2)	2014
	Burghsluis (Cluster 2.2)	
	Cauwersinlaag/Lokkersnol-oost	01/12/2009 – 22/01/2010
	Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug	07/12/2009 – 23/02/2010
	Zierikzee	2014
Westerschelde	Zuidwatering/Ritthem	11/08/2009 – 01/12/2009
	Hoedekenskerke (Cluster 2.1 gedeeltelijk)	
	Hoedekenskerke (Cluster 2.2)	
	Breskens (Cluster 2.2)	
	Ellewoutsdijk (Cluster 2.2)	
	Borssele (Cluster 2.2)	

1.2 Gevolgen voor het onderwaterleven

Door de "bestortingen" zal de aanwezige lokale flora en fauna (tijdelijk) verdwijnen. Soorten die in de bodem leven zullen worden afgedekt en zich pas weer kunnen vestigen als zich een nieuwe sedimentlaag vormt op de breukstenen en staalslakken. Daarnaast komen er door het gebruik van staalslakken en breukstenen mogelijk zware metalen in het water wat effecten zou kunnen hebben op biota. Welke metalen uitlogen en in welke mate is afhankelijk van de chemische samenstelling en eigenschappen van de breukstenen en staalslakken en het omringende milieu.

Sinds 2009 wordt in de Ooster- en Westerschelde monitoring uitgevoerd om een beter beeld te krijgen van de eco(toxico)logische effecten van de bestorting met staalslakken.
In 2009 is daartoe, voorafgaand aan de werkzaamheden op de locaties, een zogenaamd T0-onderzoek (T-nul) uitgevoerd, waarin zowel de soortendiversiteit van flora en fauna als de gehalten aan zware metalen in een aantal organismen op de te verdedigen vooroevers zijn bepaald. In 2010, 2011 en 2012 hebben respectievelijk een T1-monitoring (één jaar na aanleg van de vooroeververdediging van Cluster 1), een T2-monitoring (twee jaar na aanleg) en een T3-monitoring (drie jaar na aanleg) plaatsgevonden.

1.2.1 Doel van dit onderzoek

Rijkswaterstaat heeft aan IMARES opdracht gegeven om in 2013 de T4 monitoring voor Cluster 1 locatie Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug in de Oosterschelde, en de T0 monitoring voor locatie Zierikzee (Cluster 2.2) uit te voeren. Het doel van deze monitoring is het bepalen van de samenstelling en biodiversiteit van de aanwezige levensgemeenschappen op harde en zachte substraten, en de bepaling van de gehalten aan zware metalen in mosselen en oesters. De monitoring is uitgevoerd in samenwerking met Stichting Zeeschelp en TNO.

De **kennisvragen** voor de T4 van Cluster 1 Zeelandbrug en T0 van Cluster 2-deel 2 Zierikzee betreffen:

1. a. Zijn op de Cluster 1 locaties drieënhalf tot vier jaar na het aanbrengen van de vooroeververdediging flora en fauna gevestigd op het nieuwe hard substraat en hoe zijn de aangetroffen soorten te vergelijken met de T0, T1, T2, T3 en referentielocaties?
   b. Is er verschil in gemeenschappen op breukstenen en staalslakken in het sublittoraal?
   c. Welke hard substraat gemeenschappen komen voor bij Cluster 2.2 Zierikzee in de T0-situatie?

2. a. Hebben op de Cluster 1 locaties infauna soorten zich gevestigd in nieuw gevormde zandplekken (sediment) op het nieuwe hard substraat drieënhalf tot vier jaar na het aanbrengen van de vooroeververdediging en hoe zijn de aangetroffen soorten te vergelijken met de T0, T1, T2, T3 en referentielocaties?
   b. Welke infauna gemeenschappen komen voor bij Cluster 2.2 Zierikzee in de T0-situatie?

3. Wat zijn de gehalten aan zware metalen in schelpdieren die op de pijler van de Zeelandbrug voorkomen, drieënhalf tot vier jaar na het aanbrengen van de vooroeververdediging op de Cluster 1 locaties en hoe zijn deze gehalten vergeleken met de T0, T1, T2, T3 en referentielocaties?

Dit rapport is gebaseerd op drie onderliggende deel-rapportages, die meer details bevatten: inventarisatie hard substraat (De Kluijver et al., 2014), inventarisatie zacht substraat (Tangelder et al., 2014) en zware metalen in biota (Schellekens et al., 2014). Het rapport is een vervolg op de rapportages over de T0 monitoring in 2009 (Van den Heuvel-Greve, 2010), de T1 monitoring in 2010 (Van den Heuvel-Greve et al., 2011) en de T2 monitoring in 2011 (Van den Heuvel-Greve et al., 2012) en de T3 monitoring in 2012 (Van den Heuvel-Greve et al., 2013).

1.3 Leeswijzer

Dit rapport is opgebouwd volgens de gebruikelijke structuur van een onderzoeksrapport met methoden, resultaten, conclusie, discussie en aanbevelingen. In deze hoofdstukken wordt telkens een driedeling gehanteerd waarbij hard substraat gemeenschappen, infauna gemeenschappen en gehalten aan zware metalen in biota worden besproken.

2. Methoden

2.1 Onderzoekslocatie

In Cluster I zijn op basis van urgentie de vooroevers op verschillende locaties in de Oosterschelde en de Westerschelde versterkt. Deze locaties zijn in de periode 2009-2012 gevolgd. In 2013 is, net als in 2012, geen volledige monitoring van alle locaties uitgevoerd, maar is besloten om op één locatie een vinger aan de pols te houden om de ontwikkeling van planten, dieren en gehalten van metalen te kunnen blijven volgen. Daarnaast staat in 2014 de bestorting van Cluster 2 gepland en is voor locatie Zierikzee een T0-meting uitgevoerd. Deze rapportage richt zich dus op de T4-meting van locatie Zeelandbrug en de T0-meting van locatie Zierikzee. De metingen hiervoor zijn in 2013 uitgevoerd.

Tabel 2 geeft een overzicht van de lokaties waar monitoring is uitgevoerd op staalslak bestorte dijkvakken in de Oosterschelde en Westerschelde. Tabel 3 geeft een uitgebreider overzicht waar ook de referentie locaties zijn opgenomen en waar onderzoek naar hard- en zacht substraat gemeenschappen en gehalten aan zware metalen in biota is uitgevoerd.

De gemonitoorde locaties in 2013 liggen langs de noordelijke oever van de Oosterschelde, de zuidkust van Schouwen-Duiveland, en bevinden zich bij de Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug (Cluster 1) en Zierikzee (Cluster 2.2). Op deze locaties heeft Stichting Zeeschelp veldwerk opnames gedaan van flora en fauna op hard substraat, sediment bemonsterd t.b.v. infauna-analyses, en schelpdierenbemonsterd t.b.v. analyses van zware metalen. De verwerking van data en datarapportage voor flora en fauna van hard substraat is uitgevoerd door Stichting Zeeschelp (zie deelrapport De Kluijver et al., 2014). De determinatie, dataverwerking en datarapportage voor infauna is uitgevoerd door IMARES (zie deelrapport Tangelder et al., 2014). De analyse van zware metalen is uitgevoerd door TNO-Triskelion en datarapportage door IMARES (zie deelrapport Schellekens et al., 2014).

Tabel 2. Monitoringslocaties van de vooroeververdediging van Cluster 1 en Cluster 2.2 in de Oosterschelde (OS) en Westerschelde (WS). De T4 van Cluster 1 is uitgevoerd op de locatie Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug en de T0 van Cluster 2.2 op locatie Zierikzee (grijs gearceerde rijen).

Bekken	Locatie	T0	T1	T2	T3	T4	Andere gebruikte namen voor deze locatie binnen dit project
OS	Schelphoek-west	2009	2010	2011	-	-	
OS	Schelphoek-midden	2009	2010	2011	-	-	Schelphoek stortvak
OS	Schelphoek-oost	2009	2010	2011	-	-	
OS	Lokkersnol-oost	2009	2010	2011	-	-	Cauwersinlaag/Lokkersnol-oost
OS	Zeelandbrug-west	2009	2010	2011	2012	2013	Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-west/Kurkenol (Zeel-w)
OS	Zeelandbrug-midden	2009	2010	2011	2012	2013	Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-midden (Zeel-m)
OS	Zeelandbrug-pijler	2009	2010	2011	2012	2013	Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-Zeelandbrug
OS	Zeelandbrug-oost	2009	2010	2011	2012	2013	Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-oost, De Val-oost (Zeel-o)
OS	Zierikzee (Cluster 2.2)	-	-	-	-	2013 (T0)	Zierikzee havenhoofd west (Zie)
OS	Burghsluis	-	2010	-	-	-	
OS	Schelphoek-west II	-	2010	-	-	-	
WS	Ritthem-west	2009	2010	2011	-	-	Zuidwatering-west
WS	Ritthem-midden	2009	2010	2011	-	-	Zuidwatering-midden
WS	Ritthem-oost	2009	2010	2011	-	-	Zuidwatering-oost

*Tabel 3. Monitoringslocaties van de vooroeververdediging van Cluster 1 en Cluster 2.2 (Zierikzee) in de **Oosterschelde** (links) en de **Westerschelde** (rechts). De kleuren geven aan welke monitoring is verricht: hard substraat gemeenschappen (groen), infauna gemeenschappen (rood), en zware metalen (blauw). De T0 meting heeft plaatsgevonden in 2009, tenzij anders vermeldt. Ook is aangegeven of het om een locatie gaat waar de vooroever wordt verdedigd (stortlocatie) of een locatie die als referentie is gebruikt (referentielocatie).*

Locaties Oosterschelde*	T0 (2009)	T1 (2010)	T2 (2011)	T3 (2012)	T4 (2013)
Burghsluis-west (stortlocatie, cluster 2)					
Schelphoek-west (stortlocatie, cluster 1)					
Schelphoek-west II (stortlocatie, cluster 2)					
Schelphoek-midden (stortlocatie, cluster 1)					
Schelphoek-oost (stortlocatie, cluster 1)					
Lokkersnol-oost (stortlocatie, cluster 1)					
Zeelandbrug-west (stortlocatie, cluster 1)					
Zeelandbrug-midden (stortlocatie, cluster 1)					
Zeelandbrug-pijler (stortlocatie, cluster 1)					
Zeelandbrug-oost (stortlocatie, cluster 1)					
Zierikzee (stort-/referentie locatie)					T0 T0 T0

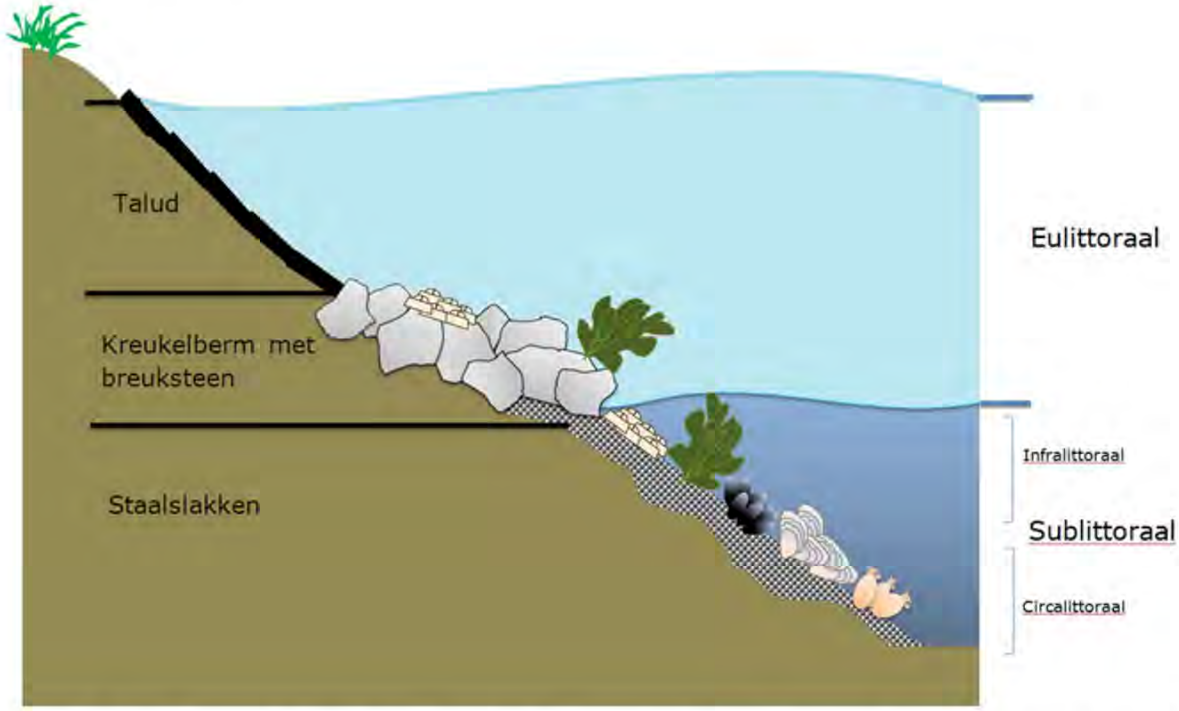
Locatie Westerschelde*	T0 (2009)	T1 (2010)	T2 (2011)	T3 (2012)	T4 (2013)
Ritthem-west (stortlocatie)					
Ritthem-midden (stortlocatie)					
Ritthem-oost (stortlocatie)					
Borssele (stortlocatie)		T0 T0 T0			
Ellewoutsdijk-west (stortlocatie)		T0 T0 T0			
Ellewoutsdijk-midden (stortlocatie)		T0 T0 T0			
Ellewoutsdijk-haven (stortlocatie)		T0	T0		
Hoedekenskerke-zuid (stortlocatie)		T0 T0 T0			
Hoedekenskerke-haven (stortlocatie)		T0 T0 T0			
Hoedekenskerke-noord (stortlocatie)		T0 T0 T0			

*In bovenstaande tabel staan niet de referentie locaties waar alleen in één of enkele jaren:

- Alleen zacht substraat is bemonsterd: Westbout, Zuidbout, Zandhoek en Katshoek in de Oosterschelde en Kapellebank, Ossenisse, Paulinapolder, Slijkplaat in de Westerschelde
- Alleen hard substraat is bemonsterd: Burghsluis-R, Plompetoren Schelphoek-westnol, Schelphoek-oost, Flauwers, De Val Oosterlijke Havendam, Kisternol, Weldamseweg, Zijpe Blindedam, Zijpe Zoetersbout en Zijpe-R in de Oosterschelde en Sloehaven, Waarde-haven, Waarde-Oost, Zimmerman-haven en Baalhoek in de Westerschelde.
- Alleen zware metalen zijn bemonsterd: Kurkenol in de Oosterschelde

2.2 Inventarisatie van flora en fauna op hard substraat

De inventarisatie van de levensgemeenschappen op hard substraat voor de T4 monitoring is uitgevoerd in de periode juli-augustus in 2013. Daarbij is zowel de zone tussen de hoog- en laagwaterlijn (eulittoraal) als de zone beneden de laagwaterlijn onderzocht (sublitoraal) (Figuur 3). In het sublitoraal is daarbij bemonsterd op drie verschillende diepten: 1.5-4.0 meter (infralittoraal) en 4.1-10.0 meter en 10.1 -18.5 meter (circalittoraal).



Figuur 3. Dwarsdoorsnede van een dijk. Het eulittoraal is de getijdenzone boven de laagwaterlijn. Het sublittoraal is de zone onder de laagwaterlijn.

Eulittoraal: bemonstering talud en kreukelberm
In het eulittoraal zijn opnamen gemaakt door een kwadrant van 50*50 cm over het substraat te plaatsen en daarbinnen de bedekkingspercentages van de aanwezige organismen te schatten. Aansluitend op elk kwadrant is een nieuw kwadrant bemonsterd totdat de laagwaterlijn is bereikt. Op deze manier is de aaneensluitende bedekking van flora en fauna over de gehele getijdenzone gekwantificeerd. Het getijverschil bepaalt de breedte van de eulittorale zone, het maximale getijverschil langs de kust van Schouwen-Duiveland varieert van 2.9 meter in het westelijke deel tot 3.3 meter in het Zijpe. De volgende eulittorale locaties zijn onderzocht:

- Zeelandbrug (Zuidhoek/de Val oost), midden en west: begin 2010 is de vooroever versterkt waarbij de kreukelberm is verlengd. Het talud bestaat uit basalt en een kreukelberm van breuksteen (Figuur 4).
- Zierikzee (ten westen van het havenhoofd): de inventarisatie is al in mei uitgevoerd omdat in 2013 het talud van de Cauwersinlaag tot aan het havenkanaal van Zierikzee is vernieuwd. Het talud bestaat uit basalt met een kreukelberm van grof breuksteen (Figuur 4).
- Referentie locaties: Westbout, Burghsluis (T0 en referentie), Plompetoren en De Val. De referentie locaties geven een beeld van een volledig ontwikkelde situatie in het gebied. Voor de ontwikkeling van een pioniersgemeenschap zijn geen referentielocaties beschikbaar.



Figuur 4. Het eulitoraal op locatie Zeelandbrug Oost (links) en Zierikzee (rechts) in 2013 (De Kluijver et al., 2014).

Sublitoraal: bemonstering beneden laagwaterlijn

In de sublittorale zone is gewerkt met stations waar op verschillende diepten de sessiele organismen zijn gekwantificeerd. Per station zijn binnen 3 kwadranten (totaal 31 dm^2) de bedekkingspercentages van alle sessiele (=vastzittende) organismen in verticale projectie geschat. De organismen zijn voor zover als mogelijk onder water gedetermineerd en uit ieder kwadrant zijn monsters meegenomen voor verdere determinatie onder de microscoop. Per diepte zijn, waar mogelijk, zowel breuksteen als staalslakken bemonsterd. In de infralittorale en circalittorale zone zijn de staalslakken afgedekt met breuksteen en was een bemonstering van de staalslakken bij de Zeelandbrug niet altijd mogelijk. Op de stations zijn ook bodem- en watermonsters genomen voor de bepaling van de fractieverdeling van de bodemsedimenten en de temperatuur, pH, saliniteit en zuurstofverzadiging van het water.
De volgende sublittorale locaties zijn onderzocht:

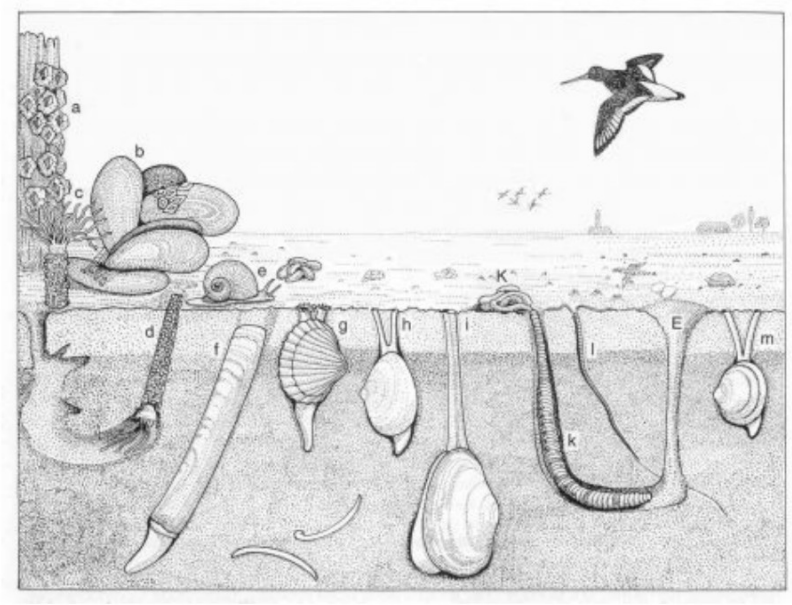
- Zeelandbrug (Zuidhoek/de Val) oost, midden, west en de pijler: de vooroever is hier in 2010 verdedigd.
- Zierikzee (ten westen van het havenhoofd): de vooroever wordt hier in 2014 verdedigd.
- Referentie locaties: Westbout, Burghsluis, Plompetoren, Flauwers, Kisternol, Lokkersnol, Weldamseweg, Kulkenol, Zuidbout en Zijpe (Blindedam en Zoetersbout). Deze referentielocaties geven een beeld van de volledig ontwikkelde situatie. Deze referentielocaties komen voort uit de jaarlijkse hard substraat bemonstering van Stichting Zeeschelp. Voor de ontwikkeling van een pioniersgemeenschap zijn geen referentielocaties beschikbaar.

Analyse van gemeenschappen

Om een uitspraak te kunnen doen of de levensgemeenschappen van de T0 verschillen met de T4-situatie is een clusteranalyse uitgevoerd met logaritmisch getransformeerde data (zie de Kluijver et al., 2014 voor meer achtergronden). Bij een clusteranalyse worden de soorten gegroepeerd tot clusters van gemeenschappen. Op deze manier kan op gemeenschapsniveau inzicht verkregen worden in verandering van levensgemeenschappen. De analyse is uitgevoerd met het programma MVSP (Kovach, 1999) met de 'Bray-Curtis coëfficiënt' in combinatie met de 'average-linkage' methode. Voor de analyses zijn data gebruikt uit de periode 2005-2012, die afkomstig zijn van monitoringsactiviteiten van Stichting Zeeschelp. Vervolgens is een inverse analyse uitgevoerd zoals beschreven in Kaandorp (1986), dat een onderscheid mogelijk maakt tussen dominante en karakteristieke soorten. Soorten worden als dominant of karakteristiek beschouwd indien zij een bedekkingspercentage van ≥ 4% bereiken. Indien een soort minder dan 4% voorkomt, maar slechts in één cluster voorkomt, is deze beperkt tot dat cluster.

2.3 Inventarisatie van fauna in zacht substraat (sediment)

Infauna zijn dieren die leven in de zachte bodem (Figuur 5). De monitoring richt zicht op de aanwezige fauna in het sediment wat is neergeslagen op de nieuwe bestorting. De biota van de zachte substraten zijn bemonsterd met behulp van steekbuizen op dezelfde diepten als de stations van de harde substraten in de sublittorale zone. Naast de onderzoekslocaties Zeelandbrug (oost, midden en west) en Zierikzee zijn voor dit deel van het onderzoek Zuidbout en Westbout als referentielocaties geselecteerd. Voor meer achtergronden over de infauna analyse zie Tangelder et al., 2014.



Figuur 5. Infauna zijn bodemdieren die leven in "zacht substraat" van bijvoorbeeld zand of slib (bron:www.senckenberg.de)

Per diepte zijn 6 steekbuizen (6,5 cm doorsnede) genomen tot circa 30 cm in de bodem. Hiervoor moet voldoende sediment aanwezig zijn. De monsters zijn over 1 mm gezeefd en gefixeerd met borax gebufferde formaline (4%). Het uitzoeken van de monsters en determinatie van soorten heeft plaatsgevonden in het IMARES laboratorium in Yerseke.
De monsters zijn vervolgens geïdentificeerd, waar mogelijk tot op soort niveau, en geteld om de dichtheden te kunnen bepalen. Door de manier van bemonsteren kan het voorkomen dat fragmenten van een organisme aanwezig zijn in het monster. Tevens vindt de bemonstering plaats op het moment dat veel organismen in juveniele stadia aanwezig zijn. Hierdoor is het niet altijd mogelijk om de organismen tot soort niveau op naam te brengen en wordt er een hoger taxonomisch niveau gehanteerd.

Voor infauna gemeenschappen zijn totale abundantie en diversiteit (soortenrijkdom en dichtheden) berekend. Daarnaast is een clusteranalyse uitgevoerd met de data van de T0- , T1-, T2-, T3- en T4-monitoring van respectievelijk 2009, 2010, 2011, 2012 en 2013 om te beoordelen of er veranderingen op gemeenschapsniveau zijn opgetreden. De analyse is uitgevoerd met logaritmisch getransformeerde data, met het programma MVSP (Kovach, 1999) met de 'Bray-Curtis' coëfficiënt in combinatie met de 'average-linkage' methode.

Sedimentkarakteristieken van de bovenste centimeter van de sedimentlaag zijn bepaald door de monsters te zeven over 7 gekalibreerde zeven (2.8-0.053 mm). De karakteristieken zijn uitgedrukt als de procentuele bijdrage van de drooggewichten van de verschillende fracties. Op basis van de dominante fracties is een typologie voor de bodemsedimenten opgesteld. Het percentage organische stof is bepaald van de bovenste zes cm van het bodemsediment door de monsters te drogen bij 70ºC en vijf uur te verassen bij 525ºC.

2.4 Determinatie van zware metalen in biota

In 2009–2013 is het gehalte aan zware metalen in verschillende organismen afkomstig van de Zeelandbrug gemeten. Voor meer achtergronden van de analyse van zware metalen in biota zie Schellekens et al., 2014.

Bemonstering geschikte biota

Niet alle organismen zijn per definitie bruikbaar en geschikt voor de analyse op zware metalen. Daarom is de selectie van organismen gedaan op basis van een aantal criteria:

- Representatief voor hard substraat habitat en bij voorkeur vastzittend op het harde substraat
- De soort komt ook voor op andere stortlocaties t.b.v. vergelijking
- Het organisme heeft voldoende biomassa voor de chemische analyse en is in voldoende hoeveelheden aanwezig.

In 2009-2011 (Tx,,, Txx) zijn in één of meerdere jaren verschillende soorten bemonsterd, te weten: blaaswier (*Fucus vesiculosus*), drie zakpijpsoorten (*Styela clava*, *Ciona intestinalis*, *Ascidiella aspersa*), de gewone zeester (*Asterias rubens*), gewijspons (*Haliclona oculata*) en twee schelpdiersoorten op de pijler van de Zeelandbrug (de mossel *Mytilus edulis* en de Japanse oester *Crassostrea gigas*).

In 2012 (Tx) en 2013 (tx) is in opdracht van de opdrachtgever alleen gemeten in schelpdieren (de mossel *M. edulis* en de oester *C. gigas*) bij de Zeelandbrug om gehalten aan metalen nabij de vooroeververdediging te kunnen blijven volgen.

In 2013 zijn tussen eind juli en begin september mosselen (*M. edulis*) en Japanse oesters (*C. gigas*) bemonsterd op de pijler Zeelandbrug in de Oosterschelde door Stichting Zeeschelp. De oesters zijn op de pijlers verzameld, de mosselen aan de onderzijde van het opzetstuk op -1.8 meter NAP diepte. Van beide soorten zijn per monster meerdere individuen (minstens een tiental tot tientallen stuks) samengenomen voor een mengmonster. De monsters zijn in triplo (drie posities op de pijler) verzameld. De bemonstering van biota bij locatie Zierikzee zijn niet beschreven in de rapportage, voor de ruwe data zie bijlage 7.

Chemische analyse van zware metalen

De keuze van de te analyseren metalen is gebaseerd op de lijst van zware metalen die in het Besluit Bodemkwaliteit staan. Additioneel op deze stoffenlijst zijn ook Al (aluminium), Fe (ijzer) en Mn (mangaan) geanalyseerd, omdat deze metalen uit staalslakken kunnen logen. Dezelfde set is in 2009 (T0), 2010 (T1) 2011 (T2), 2012 (T3) en 2013 (T4) geanalyseerd.
Het betreft de volgende stoffen:

- Al (aluminium)
- As (arseen)
- Ba (barium)
- Cd (cadmium)
- Co (kobalt)
- Cr (chroom)
- Cu (koper)
- Fe (ijzer)
- Hg (kwik)
- Mn (mangaan)
- Mo (molybdeen)
- Ni (nikkel)
- Pb (lood)
- Sb (antimoon)*
- Se (seleen)
- Sn (tin)*
- V (vanadium)
- Zn (zink)

*Uit de analyse blijkt dat elk jaar (2009-2013) de concentraties van antimoon (Sb) en tin (Sn) onder de detectielimieten (aantoonbaarheidsgrens) blijven. Er is daarom voor gekozen deze metalen niet verder mee te nemen in de rapportage. De overige 16 metalen zijn wel meegenomen.

Na bemonstering van de schelpdieren zijn de monsters getransporteerd en gesorteerd opgeslagen in met zuur gespoelde en gewassen glazen flessen. De pincetten die gebruikt zijn tijdens deze handeling zijn van kunststof. De monsters zijn opgeslagen bij -26 ^{0}C, in gewassen, zuur- en demi-gespoelde glazen flessen, afgedicht met Idpe-inlegstop en PP-schroefdeksel. De schelpdieren zijn voor de duur van een nacht verwaterd, voordat ze in de vriezer zijn opgeslagen. Verwatering vond plaats in een kunststofaquarium van ongeveer 500 liter welke continue doorstroomd werd met zeewater afkomstig uit de Oosterschelde.

Het vlees van de schelpdieren is gebruikt voor analyse van zware metalen uitgevoerd door TNO-Triskelion te Zeist. Volgens voorschrift is na homogenisatie een deel van het monster in duplo (tweevoudig) ontsloten met salpeterzuur en waterstofperoxide. In de verkregen oplossing is het gehalte bepaald m.b.v. ICP-MS. De kwantificering heeft plaatsgevonden aan de hand van externe kalibratiestandaarden en om te corrigeren voor fluctuaties in de apparatuur is gebruik gemaakt van een interne standaard (rhodium). Tot slot is het droge stof gehalte van de oesters en mosselen bepaalt na drogen in een stoof op 300±3°C.

Databewerking

Om inzicht te krijgen in de variatie van de metaalconcentratie is de standaarddeviatie (standaardafwijking) berekend voor een steekproef (n-1) als maat voor deze spreiding. Hoe groter deze waarde hoe groter de verschillen tussen de verschillende waarnemingen. Om de variatie tussen metalen te kunnen vergelijking is tevens het procentuele aandeel van de standaarddeviatie op het gemiddelde berekend. Trends in metaalconcentratie zijn onderzocht aan de hand van lineaire regressie waarbij metaalconcentratie afhankelijk is van het jaartal en niet verklaarde variatie. Significantie van deze trend is onderzocht door een ANOVA toets. Berekening van de lineaire trendlijn, significantie van deze trend, standaarddeviatie zijn uitgevoerd in R (R Development Core Team, 2012). De Pollution Load Index (PLI) is berekend als maat voor de totale metaalvervuiling (Tomlinson et al., 1980). In feite betreft de index het geometrisch gemiddelde van de concentraties van alle metalen.

3. Resultaten

3.1 Inventarisatie van flora en fauna op hard substraat

De Oosterschelde is een open zeearm en heeft in tegenstelling tot een echt estuarium een relatief hoog zoutgehalte. Toch vertonen de hardsubstraat levensgemeenschappen een west-oost verdeling zowel in het eulittoraal als sublitoraal. De locaties Zeelandbrug en Zierikzee liggen in een breed middengebied van deze verdeling.

3.1.1 Eulittoraal (getijdenzone)

De begroeiing in de eulittorale zone is naast de hoogte in het transect, afhankelijk van verschillende parameters, waarvan de dijkvorm, aard van de bekledingsmaterialen, expositie aan licht en waterbeweging en type voorland de belangrijkste zijn. Over het algemeen vormen de westelijke hardsubstraat gemeenschappen een soortenrijke gezaagde zee-eik-gemeenschap hoog op het talud en kreukelberm. De oostelijke locaties worden gedomineerd door een blaaswier met roodwiergemeenschap op het talud en een zeepokken-oester-gemeenschap op de kreukelberm.

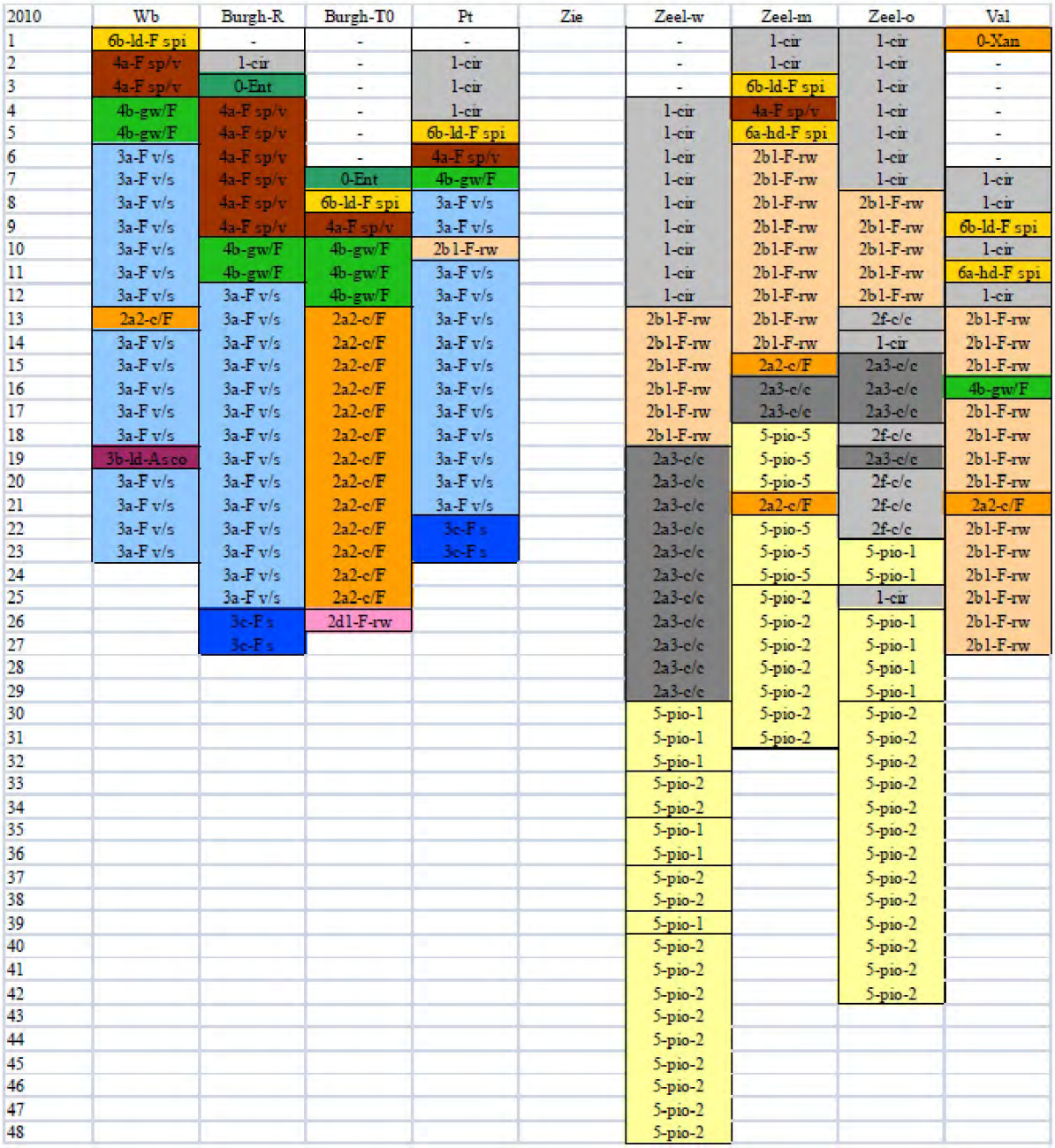
Figuren 6 t/m 10 laten de resultaten zien van de inventarisatie hardsubstraat gemeenschappen in 2009-2013 voor locaties Zeelandbrug en Zierikzee en referentielocaties. Een beschrijving van de gemeenschappen die in deze figuren benoemd staan is te vinden in Bijlage 1. Verschillen in de lengte van de transecten over de jaren worden veroorzaakt door het aanbrengen van een nieuwe kreukelberm op de locaties bij de Zeelandbrug (waardoor de oevers minder steil en dus langer zijn geworden), en door verschil in het laagwater niveau tijdens de bemonstering.

Op de locatie Zeelandbrug bestaat de aanwezige zonering van de oostelijke gemeenschappen in 2009 uit blaas- en roodwieren op het talud en een zeepokken-oester gemeenschap op de kreukelberm. In het voorjaar van 2010 is een nieuwe kreukelberm nabij de laagwaterlijn op de oude kreukelberm gestort. De jaarlijkse verschillen in bedekkingen van fauna-groepen en bruin- en groenwieren komen overeen met veranderingen op de ernaast gelegen referentie locatie De Val. Op de nieuwe kreukelberm is in 2010 een pioniersgemeenschap ontstaan. Zeepokken, purperwier en groenwieren domineerden deze gemeenschap. In 2011 kwamen drie verschillende Fucus-soorten gezoneerd voor. In 2012 bestond deze zonering alleen uit blaaswier en gezaagde zee-eik. In 2013 nam de bedekking van de gezaagde zee-eik verder toe wat aangeeft dat deze gemeenschap nog steeds in ontwikkeling is, maar nog niet overeenkomstig met de zonering tijdens de T0-situatie.

Op de ongestoorde locatie Zierikzee zijn in 2013 de hard substraat gemeenschappen op het talud en kreukelberm vergelijkbaar met de gemeenschappen in dezelfde geografische verdeling van het middengebied. Op het talud van basalt kwamen gezoneerd de klein darmwier-gemeenschap, de gemengde Fucus-gemeenschap (met *F. spiralis* en *F. vesiculosus)*, de blaaswier met zeepokken-gemeenschap en de blaaswier met het kruiproodwier (*Feldmanophycus okamurae*) voor. Binnen deze laatste gemeenschap is ook de gezaagde zee-eik waargenomen. Op het onderste deel van het talud wat bedekt is met asfalt zijn groenwieren (*Ulothrix cf. speciosa* en *Cladophora albida*) en het roodwier (*Polysiphonia violacea*) dominant. Op de kreukelberm zijn zeepokken dominant, met het kruiproodwier (*Gelidium pusillum*) op de hogere delen, en de Japanse oester (*C. gigas*) nabij de laagwaterlijn.

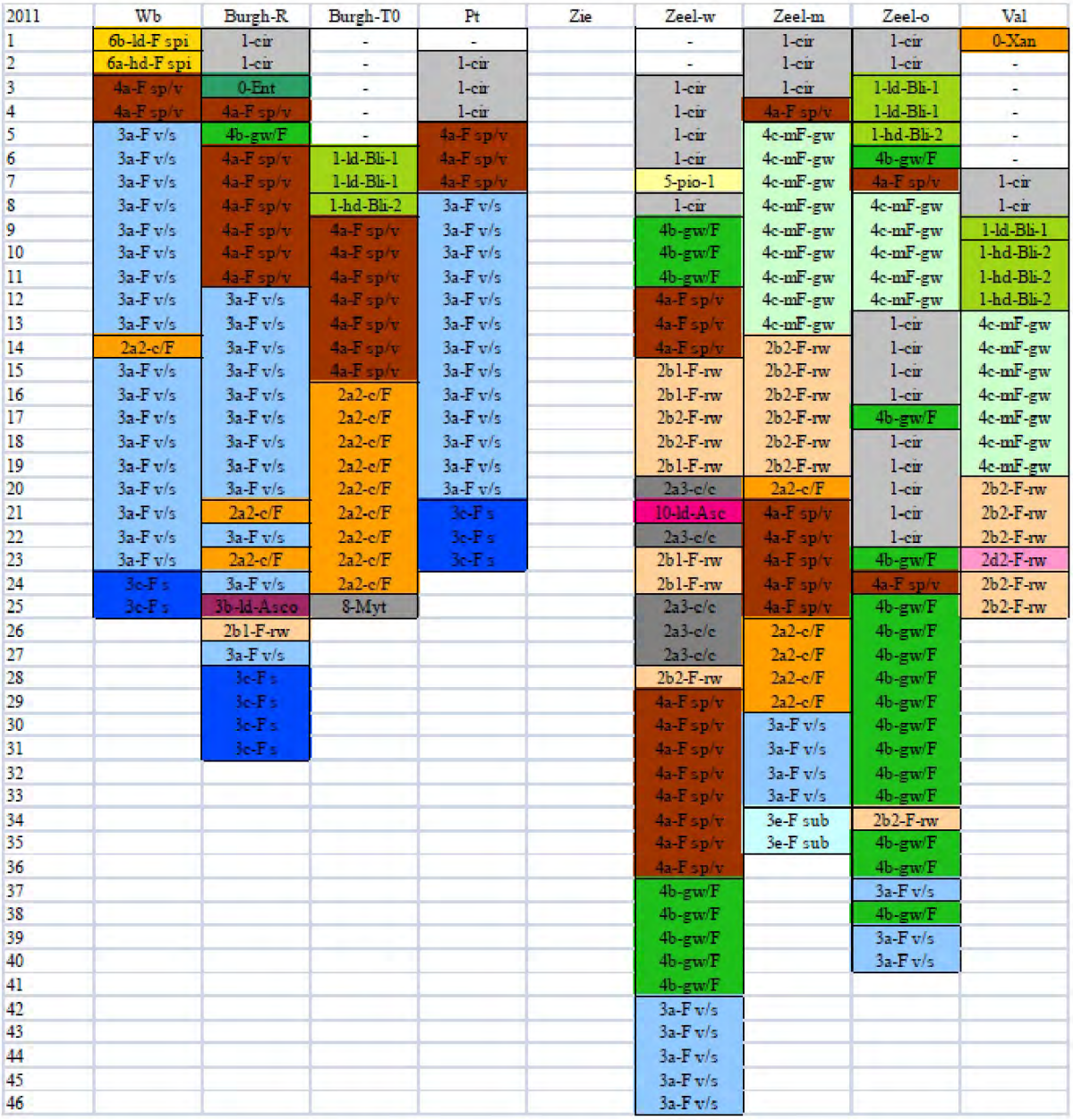
2009	Wb	Burgh-R	Burgh-T0	Pt	Zie	Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o	Val
1	4a-F sp/v	-		1-cir		-	1-cir	1-cir	0-Xan
2	4a-F sp/v	-		1-cir		1-L sax	1-cir	1-cir	0-Xan
3	3a-F v/s	-		6b-ld-F spi		1-cir	6b-ld-F spi	1-cir	-
4	3a-F v/s	1-cir		6b-ld-F spi		1-cir	6b-ld-F spi	1-cir	-
5	3a-F v/s	1-cir		4a-F sp/v		1-cir	6b-ld-F spi	1-cir	-
6	3a-F v/s	5-pio-1		4a-F sp/v		1-cir	2b1-F-rw	2b1-F-rw	-
7	3a-F v/s	4a-F sp/v		4a-F sp/v		1-cir	2b1-F-rw	1-cir	1-L sax
8	3a-F v/s	4a-F sp/v		3b-ld-Asco		1-cir	2b1-F-rw	2a3-c/c	1-cir
9	3a-F v/s	4a-F sp/v		3a-F v/s		1-cir	2b1-F-rw	2b1-F-rw	1-cir
10	3a-F v/s	4a-F sp/v		3a-F v/s		2b1-F-rw	2b1-F-rw	2b1-F-rw	6a-hd-F spi
11	3a-F v/s	4a-F sp/v		3a-F v/s		2b1-F-rw	2b1-F-rw	2b1-F-rw	6a-hd-F spi
12	3a-F v/s	4a-F sp/v		3a-F v/s		2b1-F-rw	2b1-F-rw	2b1-F-rw	1-cir
13	3a-F v/s	4a-F sp/v		3a-F v/s		2b1-F-rw	2b1-F-rw	2b1-F-rw	1-cir
14	3a-F v/s	4a-F sp/v		3a-F v/s		2b1-F-rw	2b1-F-rw	2b1-F-rw	2b1-F-rw
15	3a-F v/s	3a-F v/s		3b-ld-Asco		2b1-F-rw	2b1-F-rw	2a3-c/c	2b1-F-rw
16	3a-F v/s	3a-F v/s		3a-F v/s		2b1-F-rw	2a3-c/c	2b1-F-rw	2b1-F-rw
17	3a-F v/s	3a-F v/s		3b-ld-Asco		2b1-F-rw	2a3-c/c	2b1-F-rw	2b1-F-rw
18	3a-F v/s	3a-F v/s		3b-ld-Asco		2b1-F-rw	2d2-F-rw	2b1-F-rw	2b1-F-rw
19	3a-F v/s	3a-F v/s		3b-ld-Asco		2b1-F-rw	2d2-F-rw	2b1-F-rw	2b1-F-rw
20	3a-F v/s	3a-F v/s				2a3-c/c	2d2-F-rw	2d2-F-rw	2b1-F-rw
21	3a-F v/s	3a-F v/s				2a3-c/c		2d2-F-rw	2b1-F-rw
22	3c-F s	3a-F v/s				2b1-F-rw			2b1-F-rw
23	3c-F s	3a-F v/s				2a3-c/c			2b1-F-rw
24	3c-F s	3a-F v/s				2a3-c/c			2b1-F-rw
25		3a-F v/s							2b1-F-rw
26		4b-gw/F							2d2-F-rw
27		4b-gw/F							2b1-F-rw
28		3a-F v/s							
29		2b2-F-rw							
30		3a-F v/s							
31		3a-F v/s							
32		3c-F s							
33		3c-F s							
34		3c-F s							
35		3a-F v/s							

Figuur 6. De eulittorale transecten en gemeenschappen in 2009 langs de kust van Schouwen-Duiveland van west (links) naar oost (rechts). De kleuren geven de verschillende gemeenschappen aan. Zie bijlage 1 voor de verklaring van de codes. Zie= Zierikzee, Zeel-w = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-west, Zeel-m = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-midden, Zeel-o = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-oost.



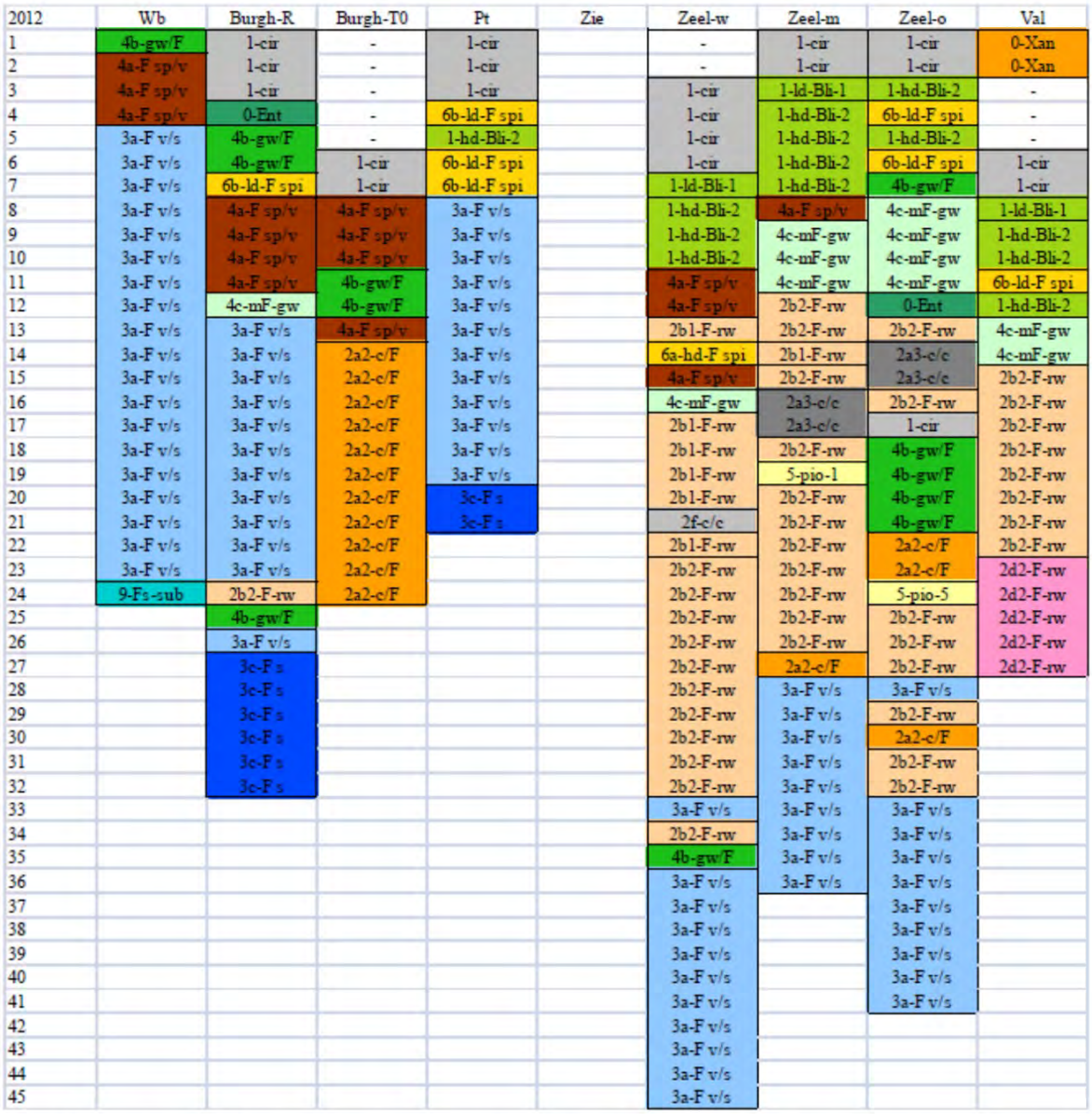
2010	Wb	Burgh-R	Burgh-T0	Pt	Zie	Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o	Val
1	6b-ld-F spi	-	-	-		-	1-cir	1-cir	0-Xan
2	4a-F sp/v	1-cir	-	1-cir		-	1-cir	1-cir	-
3	4a-F sp/v	0-Ent	-	1-cir		-	6b-ld-F spi	1-cir	-
4	4b-gw/F	4a-F sp/v	-	1-cir		1-cir	4a-F sp/v	1-cir	-
5	4b-gw/F	4a-F sp/v	-	6b-ld-F spi		1-cir	6a-hd-F spi	1-cir	-
6	3a-F v/s	4a-F sp/v	-	4a-F sp/v		1-cir	2b1-F-rw	1-cir	-
7	3a-F v/s	4a-F sp/v	0-Ent	4b-gw/F		1-cir	2b1-F-rw	1-cir	1-cir
8	3a-F v/s	4a-F sp/v	6b-ld-F spi	3a-F v/s		1-cir	2b1-F-rw	2b1-F-rw	1-cir
9	3a-F v/s	4a-F sp/v	4a-F sp/v	3a-F v/s		1-cir	2b1-F-rw	2b1-F-rw	6b-ld-F spi
10	3a-F v/s	4b-gw/F	4b-gw/F	2b1-F-rw		1-cir	2b1-F-rw	2b1-F-rw	1-cir
11	3a-F v/s	4b-gw/F	4b-gw/F	3a-F v/s		1-cir	2b1-F-rw	2b1-F-rw	6a-hd-F spi
12	3a-F v/s	3a-F v/s	4b-gw/F	3a-F v/s		1-cir	2b1-F-rw	2b1-F-rw	1-cir
13	2a2-c/F	3a-F v/s	2a2-c/F	3a-F v/s		2b1-F-rw	2b1-F-rw	2f-c/c	2b1-F-rw
14	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3a-F v/s		2b1-F-rw	2b1-F-rw	1-cir	2b1-F-rw
15	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3a-F v/s		2b1-F-rw	2a2-c/F	2a3-c/c	2b1-F-rw
16	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3a-F v/s		2b1-F-rw	2a3-c/c	2a3-c/c	4b-gw/F
17	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3a-F v/s		2b1-F-rw	2a3-c/c	2a3-c/c	2b1-F-rw
18	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3a-F v/s		2b1-F-rw	5-pio-5	2f-c/c	2b1-F-rw
19	3b-ld-Asco	3a-F v/s	2a2-c/F	3a-F v/s		2a3-c/c	5-pio-5	2a3-c/c	2b1-F-rw
20	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3a-F v/s		2a3-c/c	5-pio-5	2f-c/c	2b1-F-rw
21	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3a-F v/s		2a3-c/c	2a2-c/F	2f-c/c	2a2-c/F
22	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3c-F s		2a3-c/c	5-pio-5	2f-c/c	2b1-F-rw
23	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3c-F s		2a3-c/c	5-pio-5	5-pio-1	2b1-F-rw
24		3a-F v/s	2a2-c/F			2a3-c/c	5-pio-5	5-pio-1	2b1-F-rw
25		3a-F v/s	2a2-c/F			2a3-c/c	5-pio-2	1-cir	2b1-F-rw
26		3c-F s	2d1-F-rw			2a3-c/c	5-pio-2	5-pio-1	2b1-F-rw
27		3c-F s				2a3-c/c	5-pio-2	5-pio-1	2b1-F-rw
28						2a3-c/c	5-pio-2	5-pio-1	
29						2a3-c/c	5-pio-2	5-pio-1	
30						5-pio-1	5-pio-2	5-pio-2	
31						5-pio-1	5-pio-2	5-pio-2	
32						5-pio-1		5-pio-2	
33						5-pio-2		5-pio-2	
34						5-pio-2		5-pio-2	
35						5-pio-1		5-pio-2	
36						5-pio-1		5-pio-2	
37						5-pio-2		5-pio-2	
38						5-pio-2		5-pio-2	
39						5-pio-1		5-pio-2	
40						5-pio-2		5-pio-2	
41						5-pio-2		5-pio-2	
42						5-pio-2		5-pio-2	
43						5-pio-2			
44						5-pio-2			
45						5-pio-2			
46						5-pio-2			
47						5-pio-2			
48						5-pio-2			

Figuur 7. De eulittorale transecten en gemeenschappen in 2010 langs de kust van Schouwen-Duiveland van west (links) naar oost (rechts). De kleuren geven de verschillende gemeenschappen aan. Zie bijlage 1 voor de verklaring van de codes. Zie= Zierikzee, Zeel-w = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-west, Zeel-m = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-midden, Zeel-o = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-oost.



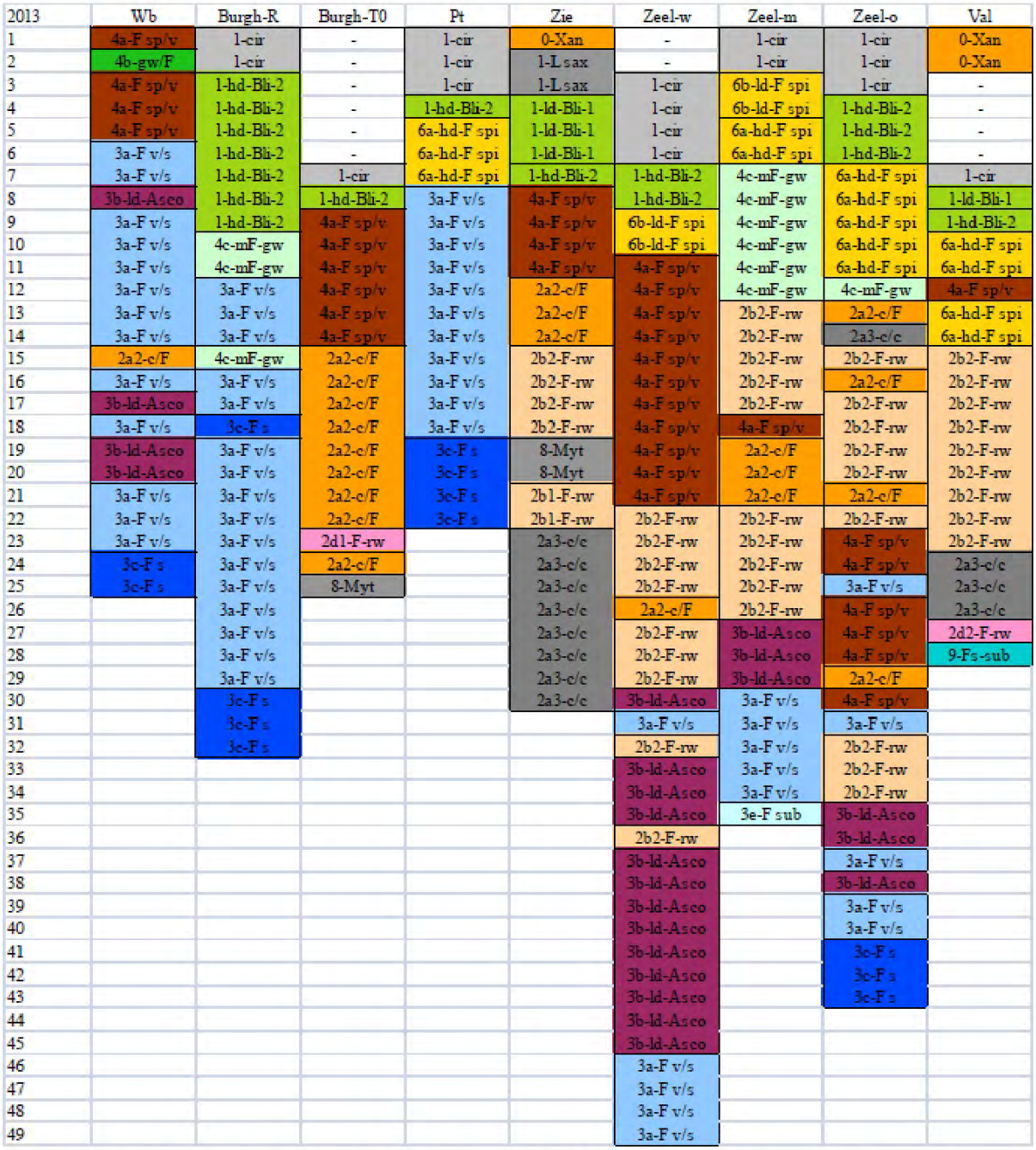
2011	Wb	Burgh-R	Burgh-T0	Pt	Zie	Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o	Val
1	6b-ld-F spi	1-cir	-	-		-	1-cir	1-cir	0-Xan
2	6a-hd-F spi	1-cir	-	1-cir		-	1-cir	1-cir	-
3	4a-F sp/v	0-Ent	-	1-cir		1-cir	1-cir	1-ld-Bli-1	-
4	4a-F sp/v	4a-F sp/v	-	1-cir		1-cir	4a-F sp/v	1-ld-Bli-1	-
5	3a-F v/s	4b-gw/F	-	4a-F sp/v		1-cir	4c-mF-gw	1-hd-Bli-2	-
6	3a-F v/s	4a-F sp/v	1-ld-Bli-1	4a-F sp/v		1-cir	4c-mF-gw	4b-gw/F	-
7	3a-F v/s	4a-F sp/v	1-ld-Bli-1	4a-F sp/v		5-pio-1	4c-mF-gw	4a-F sp/v	1-cir
8	3a-F v/s	4a-F sp/v	1-hd-Bli-2	3a-F v/s		1-cir	4c-mF-gw	4c-mF-gw	1-cir
9	3a-F v/s	4a-F sp/v	4a-F sp/v	3a-F v/s		4b-gw/F	4c-mF-gw	4c-mF-gw	1-ld-Bli-1
10	3a-F v/s	4a-F sp/v	4a-F sp/v	3a-F v/s		4b-gw/F	4c-mF-gw	4c-mF-gw	1-hd-Bli-2
11	3a-F v/s	4a-F sp/v	4a-F sp/v	3a-F v/s		4b-gw/F	4c-mF-gw	4c-mF-gw	1-hd-Bli-2
12	3a-F v/s	3a-F v/s	4a-F sp/v	3a-F v/s		4a-F sp/v	4c-mF-gw	4c-mF-gw	1-hd-Bli-2
13	3a-F v/s	3a-F v/s	4a-F sp/v	3a-F v/s		4a-F sp/v	4c-mF-gw	1-cir	4c-mF-gw
14	2a2-c/F	3a-F v/s	4a-F sp/v	3a-F v/s		4a-F sp/v	2b2-F-rw	1-cir	4c-mF-gw
15	3a-F v/s	3a-F v/s	4a-F sp/v	3a-F v/s		2b1-F-rw	2b2-F-rw	1-cir	4c-mF-gw
16	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3a-F v/s		2b1-F-rw	2b2-F-rw	1-cir	4c-mF-gw
17	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3a-F v/s		2b2-F-rw	2b2-F-rw	4b-gw/F	4c-mF-gw
18	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3a-F v/s		2b2-F-rw	2b2-F-rw	1-cir	4c-mF-gw
19	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3a-F v/s		2b1-F-rw	2b2-F-rw	1-cir	4c-mF-gw
20	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3a-F v/s		2a3-c/c	2a2-c/F	1-cir	2b2-F-rw
21	3a-F v/s	2a2-c/F	2a2-c/F	3c-F s		10-ld-Asc	4a-F sp/v	1-cir	2b2-F-rw
22	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3c-F s		2a3-c/c	4a-F sp/v	1-cir	2b2-F-rw
23	3a-F v/s	2a2-c/F	2a2-c/F	3c-F s		2b1-F-rw	4a-F sp/v	4b-gw/F	2d2-F-rw
24	3c-F s	3a-F v/s	2a2-c/F			2b1-F-rw	4a-F sp/v	4a-F sp/v	2b2-F-rw
25	3c-F s	3b-ld-Asco	8-Myt			2a3-c/c	4a-F sp/v	4b-gw/F	2b2-F-rw
26		2b1-F-rw				2a3-c/c	2a2-c/F	4b-gw/F	
27		3a-F v/s				2a3-c/c	2a2-c/F	4b-gw/F	
28		3c-F s				2b2-F-rw	2a2-c/F	4b-gw/F	
29		3c-F s				4a-F sp/v	2a2-c/F	4b-gw/F	
30		3c-F s				4a-F sp/v	3a-F v/s	4b-gw/F	
31		3c-F s				4a-F sp/v	3a-F v/s	4b-gw/F	
32						4a-F sp/v	3a-F v/s	4b-gw/F	
33						4a-F sp/v	3a-F v/s	4b-gw/F	
34						4a-F sp/v	3e-F sub	2b2-F-rw	
35						4a-F sp/v	3e-F sub	4b-gw/F	
36						4a-F sp/v		4b-gw/F	
37						4b-gw/F		3a-F v/s	
38						4b-gw/F		4b-gw/F	
39						4b-gw/F		3a-F v/s	
40						4b-gw/F		3a-F v/s	
41						4b-gw/F			
42						3a-F v/s			
43						3a-F v/s			
44						3a-F v/s			
45						3a-F v/s			
46						3a-F v/s			

Figuur 8. De eulittorale transecten en gemeenschappen in 2011 langs de kust van Schouwen-Duiveland van west (links) naar oost (rechts). De kleuren geven de verschillende gemeenschappen aan. Zie bijlage 1 voor de verklaring van de codes. Zie= Zierikzee, Zeel-w = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-west, Zeel-m = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-midden, Zeel-o = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-oost.



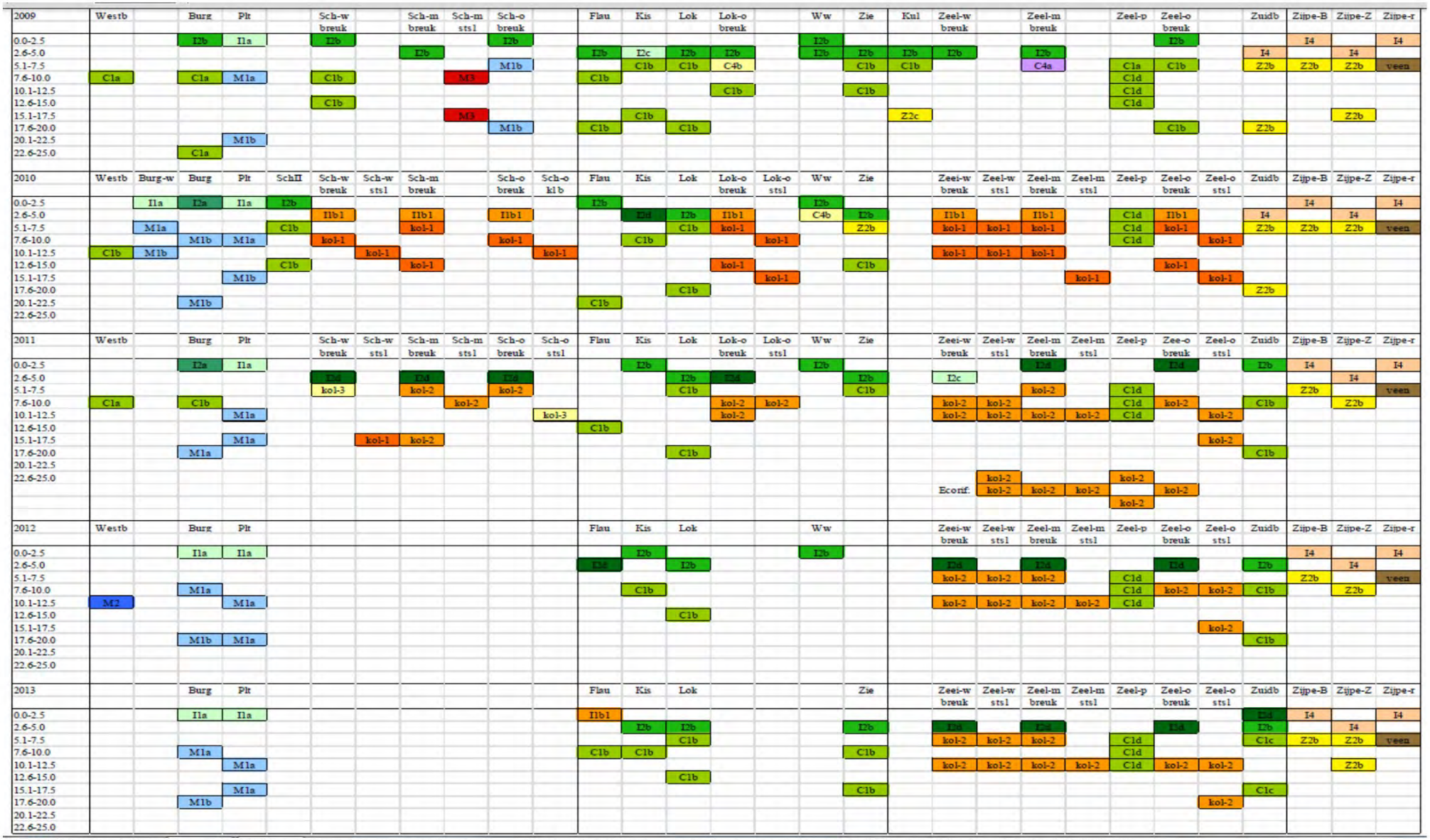
2012	Wb	Burgh-R	Burgh-T0	Pt	Zie	Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o	Val
1	4b-gw/F	1-cir	-	1-cir		-	1-cir	1-cir	0-Xan
2	4a-F sp/v	1-cir	-	1-cir		-	1-cir	1-cir	0-Xan
3	4a-F sp/v	1-cir	-	1-cir		1-cir	1-ld-Bli-1	1-hd-Bli-2	-
4	4a-F sp/v	0-Ent	-	6b-ld-F spi		1-cir	1-hd-Bli-2	6b-ld-F spi	-
5	3a-F v/s	4b-gw/F	-	1-hd-Bli-2		1-cir	1-hd-Bli-2	1-hd-Bli-2	-
6	3a-F v/s	4b-gw/F	1-cir	6b-ld-F spi		1-cir	1-hd-Bli-2	6b-ld-F spi	1-cir
7	3a-F v/s	6b-ld-F spi	1-cir	6b-ld-F spi		1-ld-Bli-1	1-hd-Bli-2	4b-gw/F	1-cir
8	3a-F v/s	4a-F sp/v	4a-F sp/v	3a-F v/s		1-hd-Bli-2	4a-F sp/v	4c-mF-gw	1-ld-Bli-1
9	3a-F v/s	4a-F sp/v	4a-F sp/v	3a-F v/s		1-hd-Bli-2	4c-mF-gw	4c-mF-gw	1-hd-Bli-2
10	3a-F v/s	4a-F sp/v	4a-F sp/v	3a-F v/s		1-hd-Bli-2	4c-mF-gw	4c-mF-gw	1-hd-Bli-2
11	3a-F v/s	4a-F sp/v	4b-gw/F	3a-F v/s		4a-F sp/v	4c-mF-gw	4c-mF-gw	6b-ld-F spi
12	3a-F v/s	4c-mF-gw	4b-gw/F	3a-F v/s		4a-F sp/v	2b2-F-rw	0-Ent	1-hd-Bli-2
13	3a-F v/s	3a-F v/s	4a-F sp/v	3a-F v/s		2b1-F-rw	2b2-F-rw	2b2-F-rw	4c-mF-gw
14	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3a-F v/s		6a-hd-F spi	2b1-F-rw	2a3-c/c	4c-mF-gw
15	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3a-F v/s		4a-F sp/v	2b2-F-rw	2a3-c/c	2b2-F-rw
16	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3a-F v/s		4c-mF-gw	2a3-c/c	2b2-F-rw	2b2-F-rw
17	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3a-F v/s		2b1-F-rw	2a3-c/c	1-cir	2b2-F-rw
18	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3a-F v/s		2b1-F-rw	2b2-F-rw	4b-gw/F	2b2-F-rw
19	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3a-F v/s		2b1-F-rw	5-pio-1	4b-gw/F	2b2-F-rw
20	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3c-F s		2b1-F-rw	2b2-F-rw	4b-gw/F	2b2-F-rw
21	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3c-F s		2f-c/c	2b2-F-rw	4b-gw/F	2b2-F-rw
22	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F			2b1-F-rw	2b2-F-rw	2a2-c/F	2b2-F-rw
23	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F			2b2-F-rw	2b2-F-rw	2a2-c/F	2d2-F-rw
24	9-Fs-sub	2b2-F-rw	2a2-c/F			2b2-F-rw	2b2-F-rw	5-pio-5	2d2-F-rw
25		4b-gw/F				2b2-F-rw	2b2-F-rw	2b2-F-rw	2d2-F-rw
26		3a-F v/s				2b2-F-rw	2b2-F-rw	2b2-F-rw	2d2-F-rw
27		3c-F s				2b2-F-rw	2a2-c/F	2b2-F-rw	2d2-F-rw
28		3c-F s				2b2-F-rw	3a-F v/s	3a-F v/s	
29		3c-F s				2b2-F-rw	3a-F v/s	2b2-F-rw	
30		3c-F s				2b2-F-rw	3a-F v/s	2a2-c/F	
31		3c-F s				2b2-F-rw	3a-F v/s	2b2-F-rw	
32		3c-F s				2b2-F-rw	3a-F v/s	2b2-F-rw	
33						3a-F v/s	3a-F v/s	3a-F v/s	
34						2b2-F-rw	3a-F v/s	3a-F v/s	
35						4b-gw/F	3a-F v/s	3a-F v/s	
36						3a-F v/s	3a-F v/s	3a-F v/s	
37						3a-F v/s		3a-F v/s	
38						3a-F v/s		3a-F v/s	
39						3a-F v/s		3a-F v/s	
40						3a-F v/s		3a-F v/s	
41						3a-F v/s		3a-F v/s	
42						3a-F v/s			
43						3a-F v/s			
44						3a-F v/s			
45						3a-F v/s			

Figuur 9. De eulittorale transecten en gemeenschappen in 2012 langs de kust van Schouwen-Duiveland van west (links) naar oost (rechts). De kleuren geven de verschillende gemeenschappen aan. Zie bijlage 1 voor de verklaring van de codes. Zie= Zierikzee, Zeel-w = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-west, Zeel-m = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-midden, Zeel-o = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-oost.



2013	Wb	Burgh-R	Burgh-T0	Pt	Zie	Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o	Val
1	4a-F sp/v	1-cir	-	1-cir	0-Xan	-	1-cir	1-cir	0-Xan
2	4b-gw/F	1-cir	-	1-cir	1-L sax	-	1-cir	1-cir	0-Xan
3	4a-F sp/v	1-hd-Bli-2	-	1-cir	1-L sax	1-cir	6b-ld-F spi	1-cir	-
4	4a-F sp/v	1-hd-Bli-2	-	1-hd-Bli-2	1-ld-Bli-1	1-cir	6b-ld-F spi	1-hd-Bli-2	-
5	4a-F sp/v	1-hd-Bli-2	-	6a-hd-F spi	1-ld-Bli-1	1-cir	6a-hd-F spi	1-hd-Bli-2	-
6	3a-F v/s	1-hd-Bli-2	-	6a-hd-F spi	1-ld-Bli-1	1-cir	6a-hd-F spi	1-hd-Bli-2	-
7	3a-F v/s	1-hd-Bli-2	1-cir	6a-hd-F spi	1-hd-Bli-2	1-hd-Bli-2	4c-mF-gw	6a-hd-F spi	1-cir
8	3b-ld-Asco	1-hd-Bli-2	1-hd-Bli-2	3a-F v/s	4a-F sp/v	1-hd-Bli-2	4c-mF-gw	6a-hd-F spi	1-ld-Bli-1
9	3a-F v/s	1-hd-Bli-2	4a-F sp/v	3a-F v/s	4a-F sp/v	6b-ld-F spi	4c-mF-gw	6a-hd-F spi	1-hd-Bli-2
10	3a-F v/s	4c-mF-gw	4a-F sp/v	3a-F v/s	4a-F sp/v	6b-ld-F spi	4c-mF-gw	6a-hd-F spi	6a-hd-F spi
11	3a-F v/s	4c-mF-gw	4a-F sp/v	3a-F v/s	4a-F sp/v	4a-F sp/v	4c-mF-gw	6a-hd-F spi	6a-hd-F spi
12	3a-F v/s	3a-F v/s	4a-F sp/v	3a-F v/s	2a2-c/F	4a-F sp/v	4c-mF-gw	4c-mF-gw	4a-F sp/v
13	3a-F v/s	3a-F v/s	4a-F sp/v	3a-F v/s	2a2-c/F	4a-F sp/v	2b2-F-rw	2a2-c/F	6a-hd-F spi
14	3a-F v/s	3a-F v/s	4a-F sp/v	3a-F v/s	2a2-c/F	4a-F sp/v	2b2-F-rw	2a3-c/c	6a-hd-F spi
15	2a2-c/F	4c-mF-gw	2a2-c/F	3a-F v/s	2b2-F-rw	4a-F sp/v	2b2-F-rw	2b2-F-rw	2b2-F-rw
16	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3a-F v/s	2b2-F-rw	4a-F sp/v	2b2-F-rw	2a2-c/F	2b2-F-rw
17	3b-ld-Asco	3a-F v/s	2a2-c/F	3a-F v/s	2b2-F-rw	4a-F sp/v	2b2-F-rw	2b2-F-rw	2b2-F-rw
18	3a-F v/s	3c-F s	2a2-c/F	3a-F v/s	2b2-F-rw	4a-F sp/v	4a-F sp/v	2b2-F-rw	2b2-F-rw
19	3b-ld-Asco	3a-F v/s	2a2-c/F	3c-F s	8-Myt	4a-F sp/v	2a2-c/F	2b2-F-rw	2b2-F-rw
20	3b-ld-Asco	3a-F v/s	2a2-c/F	3c-F s	8-Myt	4a-F sp/v	2a2-c/F	2b2-F-rw	2b2-F-rw
21	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3c-F s	2b1-F-rw	4a-F sp/v	2a2-c/F	2a2-c/F	2b2-F-rw
22	3a-F v/s	3a-F v/s	2a2-c/F	3c-F s	2b1-F-rw	2b2-F-rw	2b2-F-rw	2b2-F-rw	2b2-F-rw
23	3a-F v/s	3a-F v/s	2d1-F-rw		2a3-c/c	2b2-F-rw	2b2-F-rw	4a-F sp/v	2b2-F-rw
24	3c-F s	3a-F v/s	2a2-c/F		2a3-c/c	2b2-F-rw	2b2-F-rw	4a-F sp/v	2a3-c/c
25	3c-F s	3a-F v/s	8-Myt		2a3-c/c	2b2-F-rw	2b2-F-rw	3a-F v/s	2a3-c/c
26		3a-F v/s			2a3-c/c	2a2-c/F	2b2-F-rw	4a-F sp/v	2a3-c/c
27		3a-F v/s			2a3-c/c	2b2-F-rw	3b-ld-Asco	4a-F sp/v	2d2-F-rw
28		3a-F v/s			2a3-c/c	2b2-F-rw	3b-ld-Asco	4a-F sp/v	9-Fs-sub
29		3a-F v/s			2a3-c/c	2b2-F-rw	3b-ld-Asco	2a2-c/F	
30		3c-F s			2a3-c/c	3b-ld-Asco	3a-F v/s	4a-F sp/v	
31		3c-F s				3a-F v/s	3a-F v/s	3a-F v/s	
32		3c-F s				2b2-F-rw	3a-F v/s	2b2-F-rw	
33						3b-ld-Asco	3a-F v/s	2b2-F-rw	
34						3b-ld-Asco	3a-F v/s	2b2-F-rw	
35						3b-ld-Asco	3e-F sub	3b-ld-Asco	
36						2b2-F-rw		3b-ld-Asco	
37						3b-ld-Asco		3a-F v/s	
38						3b-ld-Asco		3b-ld-Asco	
39						3b-ld-Asco		3a-F v/s	
40						3b-ld-Asco		3a-F v/s	
41						3b-ld-Asco		3c-F s	
42						3b-ld-Asco		3c-F s	
43						3b-ld-Asco		3c-F s	
44						3b-ld-Asco			
45						3b-ld-Asco			
46						3a-F v/s			
47						3a-F v/s			
48						3a-F v/s			
49						3a-F v/s			

Figuur 10. De eulittorale transecten en gemeenschappen in 2013 langs de kust van Schouwen-Duiveland van west (links) naar oost (rechts). De kleuren geven de verschillende gemeenschappen aan. Zie bijlage 1 voor de verklaring van de codes. Zie= Zierikzee, Zeel-w = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-west, Zeel-m = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-midden, Zeel-o = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-oost.



Figuur 11. Verdeling van de sublittorale levensgemeenschappen op hard substraat langs de kust van Schouwen-Duiveland in de periode 2009-2013.

3.1.2 Sublittoraal

Evenals de eulittorale zone vertonen de gemeenschappen in het sublittoraal een duidelijke zonering in het mondingsgebied, middengebied en het Zijpe. Zoutgehalte en stroming zijn bepalende factoren voor het voorkomen van soorten (Figuur 11). Een beschrijving van de gemeenschappen die in deze figuren benoemd staan is te vinden in Bijlage 2 en 3.

3.1.3 Infralittoraal

De zonering van hard substraat gemeenschappen in infralittoraal (1.5-4.0 m -NAP) van de Oosterschelde vertoond een duidelijke geografische spreiding met in monding een gemeenschap van hoorntjeswier (*Ceramium rubrum*) en het buiswier (*Polysiphonia nigrescens*) de meest dominante wiersoorten en in de gemeenschap in het tussenliggende gebied, waarin de Zeelandbrug en Zierikzee ligt, het roodwier (*Heterosiphonia japonica*) en het gaffelwier (*Dictyota dichotoma*).

In 2010 (T1) is op het nieuwe breuksteen een pioniersgemeenschap aangetroffen met zeepokken op het substraat en met rood hoorntjeswier (*Ceramium rubrum)* en donker buiswier (*Polysiphonia nigrescens)* als de meest dominante wieren. Op de referentie locaties in het tussenliggende gebied kwamen het roodwier *Heterosiphonia japonica* en Gaffelwier (*Dictyota dichotoma)* voor als de meest dominante wieren.
In 2011 (T2) zijn de zeepokken afgestorven. *Rood hoorntjeswier* en *donker buiswier* zijn sterk afgenomen in bedekking afgenomen terwijl *Heterosiphonia japonica* juist was toegenomen. Op één station werd een afwijkende gemeenschap met een dominantie van het wakame-wier (*Undaria pinnatifida)* en kokerbouwende organismen gevonden.
In 2012 (T3) hadden zich nog geen Japanse oesters op de nieuwe substraten gevestigd en bleef de situatie uit 2011 bestaan met als dominante soort *Heterosiphonia japonica* . De gemeenschap met wakame en kokerbouwende organismen is echter niet teruggevonden.
In 2013 (T4) bleef de situatie van 2012 bestaan (Figuur 12).



Figuur 12. De pioniersgemeenschap op de nieuwe bodem bij de Zeelandbrug in 2013, met de roodwiere:n Agardhiella subulata, rood hoorntjeswier (Heterosiphonia japonica) en Nitophyllum punctatum *(Bron: de Kluijver et al., 2014).*

Op de locatie Zierikzee is in 2013 (T0) de gemeenschap gevonden die ook op de referentie locaties in het tussenliggende gebied voorkwam met Japanse Oester en roodwieren waarvan *Heterosiphonia japonica* dominant.

3.1.4 Circalittoraal

Ook in de circalittorale zone (4.1-18.5 m -NAP) bestaan er duidelijk herkenbare gemeenschappen in de monding, het Zijpe en het tussenliggende gebied.

In 2010 (T1) is op de nieuwe substraten een pioniersgemeenschap gevonden met een dominantie van zeepokken en de solitaire doorzichtige zakpijp (*Ciona intestinalis*). Deze gemeenschap is zowel op breuksteen als staalslakken aangetroffen.
In 2011 (T2) heeft deze pioniersgemeenschap zich verder ontwikkeld. Kokerbouwende organismen en kolonievormende zakpijpen (*Diplosomalisterianum* en *Didemnum vexillum*) vormen de dominante soorten terwijl de zeepokken zijn afgestorven. Ook deze gemeenschap is zowel op breuksteen als staalslakken aangetroffen. De Japanse oester is nog niet aangetroffen.
In 2012 (T3) is dezelfde pioniersgemeenschap op beide substraten aanwezig. Wel treden er binnen de gemeenschap verschuivingen binnen de dominante soorten op. De bedekking van kokerbouwende organismen is afgenomen en die van het mosdier (*Scrupocellaria scruposa)* nam toe.
In 2013 (T4) is opnieuw dezelfde pioniersgemeenschap op beide substraten aanwezig (Figuur 13). Toch zijn er op soortsniveau ontwikkelingen in de toename van bedekkingspercentages zichtbaar. Ook zijn voor het eerst de meerjarige soorten Japanse oester en de mossel (*Mytilus edulis*) aangetroffen.

Analyses op gemeenschapsniveau in 2009-2013 bij de Zeelandbrug tonen aan dat voor de ontwikkelingen van de gemeenschappen op de nieuwe substraten de factor tijd belangrijker is dan de factor breuksteen of staalslakken. Doordat de pioniersgemeenschap uit 2011 in zowel 2012 als in 2013 is blijven bestaan, op beide typen bedekking, kan nog geen uitspraak worden gedaan over eventuele positieve of negatieve effecten door het gebruik van staalslakken of breuksteen op de lange termijn.

De locatie Zierikzee wordt in 2013 (T0) gedomineerd door de Japanse oester, kokerbouwende organismen, kolonievormende zakpijpen (*Didemnum vexillum* en *Diplosoma listerianum*), de hydroïdpoliepen (*Eudendrium ramosum en Halecium halecinum*). Deze gemeenschap is ook gevonden op de referentie locaties in het tussenliggende gebied.



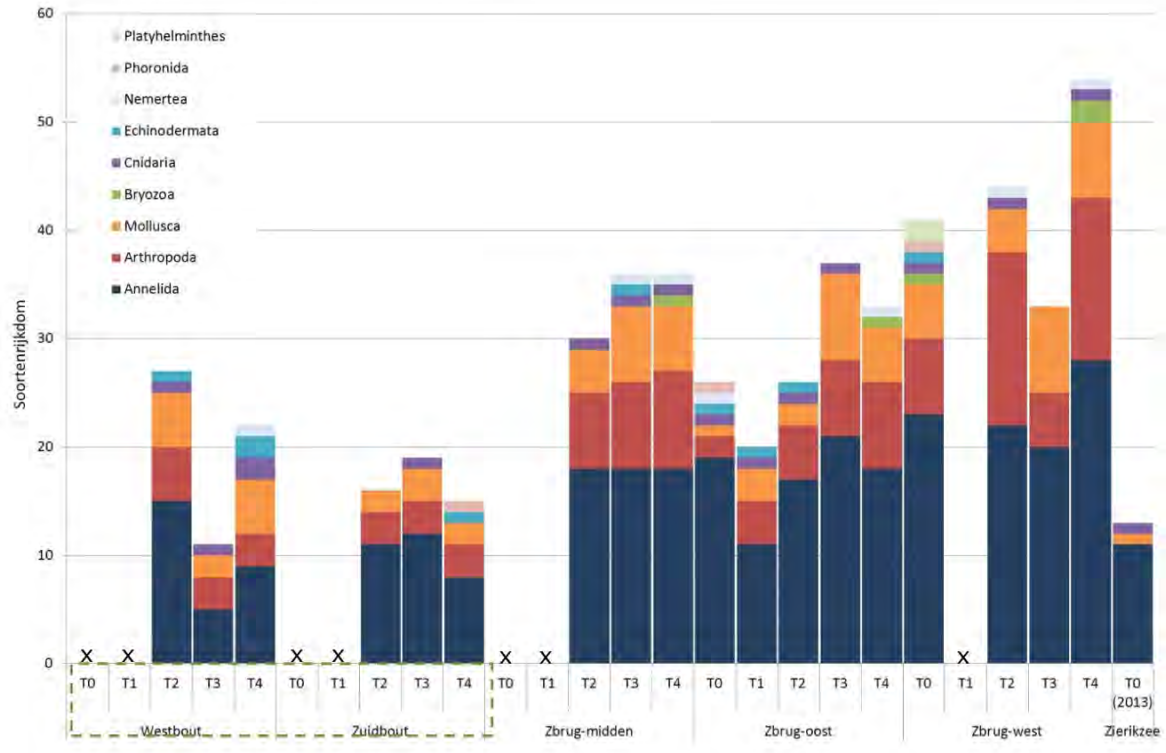
Figuur 13. Pioniergemeenschappen op de nieuwe bodem bij de Zeelandbrug in het circalittoraal. Links: pioniersgemeenschap op breuksteen in 2013, met de hydroïdpoliep (Halecium halecinum), de slibanemoon (Sagartia troglodytes) en de zakpijpen Didemnum vexillum, gewone slingerzakpijp (Botrylloides violacea), vuilwitte zakpijp (Ascidiella aspersa) en doorzichtige zakpijp (Ciona intestinalis). Rechts: De pioniersgemeenschap op staalslakken in 2013, met de hydroïdpoliep (Halecium halecinum), de broodspons (Halichondria panicea) en de zakpijpen Didemnum vexillum, gewone slingerzakpijp, geleikorst zakpijp (Diplosoma listerianum), vuilwitte zakpijp endoorzichtige zakpijp (bron: de Kluiver et al., 2014).

3.2 Inventarisatie van fauna in zacht substraat (sediment) (Infauna)

In dit gedeelte wordt ingegaan op de locaties Zeelandbrug (T4) en Zierikzee (T0) en referentielocaties Westbout en Zuidbout, omdat deze in 2013 zijn bemonsterd. De infauna bemonstering kon op alle locaties worden uitgevoerd, omdat overal voldoende sediment aanwezig was.

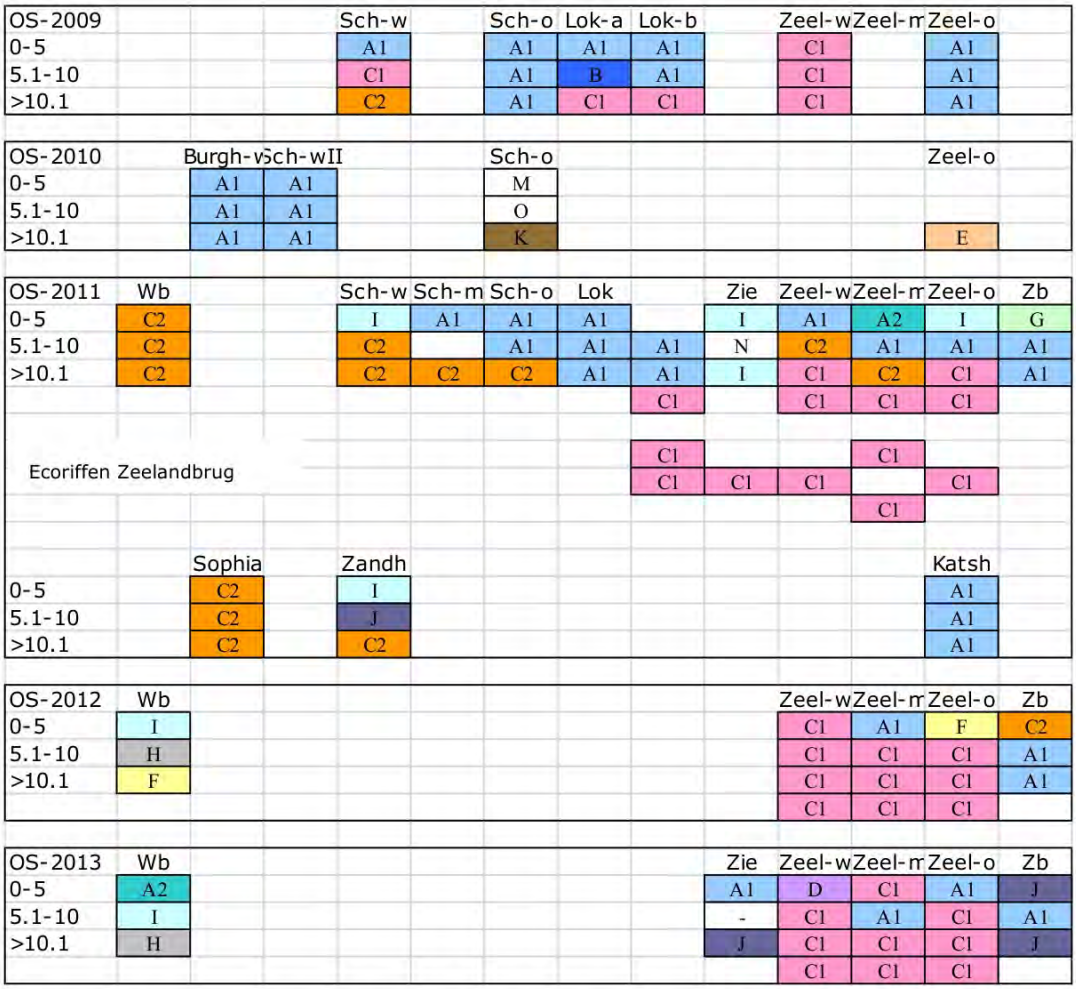
3.2.1 Infauna gemeenschappen

Zowel abundantie als diversiteit van soorten variëren per locatie en per diepte (Figuur 14). De soortenrijkdom en dichtheden van infauna bij de Zeelandbrug tijdens de T4-meting laat met enige fluctuatie herstel zien. De gemiddelde soortenrijkdom op 15 meter is hoger dan op 3 en 7 meter. Zowel de soortenrijkdom als de dichtheden zijn bij de met staalslakken verdedigde vooroever van de Zeelandbrug over het algemeen hoger dan bij de referentielocaties Zuidbout en Westbout. De referentielocaties laten net als de bestorte locaties een jaarlijkse fluctuatie zien in zowel soortenrijkdom als totale dichtheid.
De T0-meting bij Zierikzee resulteert in een totaal van 14 soorten, waarvan 11 soorten aanwezig op 15 meter. Op 7 meter is wel sediment bemonsterd maar hierin zijn geen soorten gevonden.
Op alle locaties vormen Annelida (wormachtigen) de grootste vertegenwoordiging van de soortenrijkdom gevolgd door Arthropoda (geleedpotigen) en Mollusca (weekdieren).



Figuur 14. Soortenrijkdom van de verschillende fyla op de bemonsterde locaties in de Oosterschelde op T0 (2009), T1 (2010), T2 (2011), T3 (2012) en T4 (2013) op locatie Zeelandbrug en T0 (2013) op locatie Zierikzee inclusief twee referentielocaties, Westbout en Zuidbout (aangegeven met een groene gebroken vierkant). X geeft aan wanneer er geen bemonstering plaats heeft gevonden.

De analyse van gemeenschappen laat zien dat er bij de Zeelandbrug op grotere diepte, en op de oude, niet bestorte bodem, de soortenrijke gemeenschap C1 is aangetroffen (Figuur 15 en Tabel 4). Een beschrijving van de gemeenschappen is te vinden in Bijlage 4. Op het talud op minder grote diepte is een enkele maal gemeenschap A1 gevonden, en tussen het breuksteen op 3.5 meter zijn soms soortenarme varianten gevonden. Vanaf twee jaar na de bestorting lijkt vanuit grotere diepten een herstel van het infauna op te treden.
Op de locatie Zierikzee werd in de infralittorale zone gemeenschap A1 gevonden, op 7.5 meter diepte waren geen soorten aanwezig, en op 15 meter werd gemeenschap J gevonden. De dichtheid van de soorten was echter lager dan in gemeenschap J op de oostelijke referentie locatie Zuidbout.



Figuur 15. Schematische verdeling van de clusters over de locaties in de Oosterschelde van west (links) naar oost (rechts). De kleuren geven de verschillende gemeenschappen van soorten aan. Zie Tabel 4 voor de verklaring van de codes. Zeel-w = Zeelandbrug-west, Zeel-m = Zeelandbrug-midden, Zeel-o = Zeelandbrug-oost, Zie = Zierikzee, Wb = Westbout en Zb = Zuidbout.

Tabel 4. Aantal soorten per taxa en de dichtheden binnen de clusters. Vet gedrukte dichtheden geven een presentie van de soort in 66.7% van de stations van een gemeenschap, onderstreepte waarden geven per soort een voorkomen van minimaal 90% van de totale dichtheid binnen de onderzochte stations.

aantal soorten	A1	A2	B	C1	C2	D	E	F	G	H	I	J	K	M	N	O	leeg
Actiniaria	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
Bryozoa	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Crustacea	21	0	1	42	17	3	4	4	1	2	3	2	1	0	1	0	0
Echinodermata	3	0	0	6	3	0	1	0	0	2	1	1	1	0	0	0	0
Hydrozoa	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Mollusca	15	0	0	19	13	5	3	1	0	1	2	2	0	1	0	1	0
Nemertea	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Oligochaeta	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Phoronida	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Platyhelminthes	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polychaeta	36	3	6	70	37	6	11	7	3	5	6	5	1	0	0	0	0
Pycnogonidae	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Porifera	1	0	0	2	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
Ascidiacea	1	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
totaal aantal soorten	82	4	8	152	75	17	20	12	5	16	13	12	5	1	1	1	0

dichtheid	A1	A2	B	C1	C2	D	E	F	G	H	I	J	K	M	N	O	leeg
Actiniaria	60,5	0,0	0,0	59,5	127,2	0,0	200,9	0,0	0,0	125,6	0,0	0,0	351,6	0,0	0,0	0,0	0,0
Ascidiacea	3,9	0,0	0,0	7,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,1	0,0	0,0	50,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Crustacea	133,9	0,0	50,2	1204,1	264,5	200,9	552,5	100,5	50,2	100,5	28,7	25,1	50,2	0,0	50,2	0,0	0,0
Echinodermata	11,6	0,0	0,0	34,4	13,4	0,0	100,5	0,0	0,0	50,2	14,4	25,1	50,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Phoronida	30,9	0,0	0,0	23,8	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Porifera	1,3	0,0	0,0	5,3	0,0	50,2	0,0	0,0	0,0	25,1	0,0	12,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Nemertea	56,7	0,0	0,0	18,5	6,7	0,0	0,0	0,0	0,0	25,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Hydrozoa	0,0	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Polychaeta	1638,2	502,3	452,0	6406,5	3288,2	2762,5	2109,5	426,9	150,7	226,0	150,7	276,2	50,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Mollusca	217,6	0,0	0,0	717,7	2005,7	351,6	200,9	50,2	0,0	25,1	43,1	25,1	0,0	50,2	0,0	50,2	0,0
Oligochaeta	2067,0	75,3	1255,7	1582,1	596,0	301,4	0,0	0,0	50,2	150,7	78,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Bryozoa	1,3	0,0	0,0	6,6	0,0	50,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pycnogonidae	0,0	0,0	0,0	17,2	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Platyhelminthes	0,0	0,0	0,0	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
n/m2	4222,9	577,6	1757,9	10090,2	6308,5	3716,8	3164,3	577,6	251,1	778,5	315,7	389,3	552,5	50,2	50,2	50,2	0,0

3.2.2 Sediment karakteristieken

Bij de T4-monitoring is ook de sedimentsamenstelling op de verschillende locaties en de relatie met gemeenschappen onderzocht. Sedimentatie vindt vooral plaats tijdens de kentering van het getij, als er relatief weinig stroming is waardoor sedimentdeeltjes op de bodem kunnen neerslaan. Van dit neergeslagen sediment zijn de korrelgrootte en percentages droge stof en organische stof bepaald (Figuur 16). De gemeenschappen kunnen in drie verschillende habitats gegroepeerd worden:

1. Clusters die beperkt zijn tot zandige bodems met een zeer laag gehalte aan organische stof (< 2%) en een hoog percentage droge stof (> 75%): G en H. Deze clusters zijn in relatief lage dichtheden aangetroffen en onder specifieke omstandigheden voor: een ondiep zandplateau op de oostelijke referentie locatie en in de stroomgeul van de westelijke referentie locatie.
2. Clusters die in een brede range voorkomen van zandige bodems (percentage droge stof 50-75%) en met een laag gehalte aan organisch stof (2-6%): C1, C2, F en J. Cluster C1 en C2 zijn soortenrijk en de individuen zijn in hoge dichtheden aangetroffen. Gezien de verdeling van deze clusters tijden de T0-situatie in 2009 en op de referentielocaties in 2011 zijn dit een westelijke en een oostelijke gemeenschap op relatief geëxponeerde locaties. In 2011 is gemeenschap C2 op gehele vooroever voor op de westelijke locaties Westbout en Sophiahaven en in de diepere delen op de locatie Schelphoek aangetroffen. Gemeenschap C1 vertoonde zich vooral voor in de diepere delen op de locaties Lokkersnol en Zeelandbrug. De clusters F en J zijn soortenarm, en aanwezige individuen zijn in lage dichtheden aangetroffen. Opvallend is dat deze gemeenschappen vooral op de referentielocaties zijn aangetroffen en dat ze in 2012 en 2013 meer algemeen waren dan in de periode 2009-2011. Qua verspreiding lijken dit soortenarme varianten van de gemeenschappen C2 en A1, maar voor het ontstaan van deze soortenarme varianten kan op dit moment geen verklaring worden gegeven.

3. Clusters die beperkt zijn tot slibbige bodems met een hoog gehalte aan organisch stof (> 6%) en een laag percentage aan droge stof (< 50%): clusters A1, I, A2, D, N en zelfs een station zonder soorten. Cluster A1 was algemeen en isvooral hoger op de vooroever voor, boven de gemeenschappen C2 en C1, aangetroffen. Cluster D is in 2013 in de infralittorale zone op de locatie Zeelandbrug-west gezien, en was nog soortenrijk. De overige clusters zijn arm aan soorten, en dichtheden waren laag. Op het station met het laagste percentage droge stof (30.0%) en een hoog percentage organische stof (10.9%) kwamen helemaal geen soorten voor.

De sedimentatie van fijne fracties gedurende de kentering lijkt redelijk uniform. Op de ongestoorde oude zandbodem blijken de fijne gesedimenteerde fracties direct te worden afgevoerd. Op het staalslakbed blijft het sediment alleen op beschutte plaatsen liggen en is het sediment rijker aan organische stof. Op minder grote diepte, waar de staalslakken gedeeltelijk zijn afgedekt met breuksteen, vindt een accumulatie van gesedimenteerd materiaal plaats. Er zijn dus duidelijk verschillen in bodemsamenstelling zichtbaar bij de Zeelandbrug. Het hogere percentage droge stof op 15 meter diepte duidt mogelijk op meer horizontaal transport van zand en mogelijk ook meer sedimentatie ten opzichte van 3 en 7 meter.

Met een CAP-analyse (canonionical analysis of principal coordinates)zijn verschillende gemeenschappen over sedimenten geprojecteerd. Hieruit blijkt dat de soortenrijke gemeenschap C1 op de oude bodem en in de diepere sedimenten voorkomen (Figuur 17). Uit de analyses komen twee sturende factoren voor type soortengemeenschappen naar voren: variatie in de tijd en een sterke verhoging van het percentage organische stof binnen de bodemsedimenten.

OS-2009				Sch-w		Sch-o	Lok-a	Lok-b		Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o	
0-5				28,7		72,5	53,3			32,0		50,0	
5.1-10				-		40,3	63,3			-		39,6	
>10.1				42,1		23,5	85,3			-		4,7	

OS-2010		Burgh-w	Sch-wII		Sch-o						Zeel-o	
0-5		29,6	20,2		65,6							
5.1-10		30,8	43,9		74,5							
>10.1		20,0	28,9		78,3						72,7	

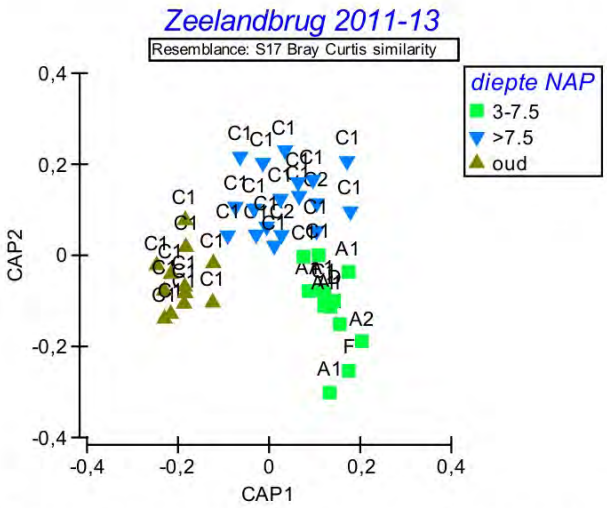
OS-2011	Wb			Sch-w	Sch-m	Sch-o	Lok		Zie	Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o	Zb
0-5	6,1			90,2	76,0	64,7	83,5		88,0	69,9	54,0	69,4	3,2
5.1-10	3,0			28,5		73,7	85,3	71,9	87,6	34,8	76,0	60,0	20,0
>10.1	4,0			49,2	43,1	33,6	70,9	69,3	75,7	10,4	23,1	26,6	36,8
								22,8		14,8	13,4	3,5	
								60,1			6,9		
								13,7	13,2	11,9		13,6	
											10,0		
		Sophia		Zandh								Katsh	
0-5		16,7		53,3								15,5	
5.1-10		8,4		38,6								15,7	
>10.1		7,3		37,0								18,0	

OS-2012	Wb									Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o	Zb
0-5	15,2									64,4	38,8	63,4	25,1
5.1-10	9,3									41,3	63,0	13,6	31,8
>10.1	20,7									22,3	17,5	15,4	31,3
										9,8	8,6	5,4	

OS-2013	Wb								Zie	Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o	Zb
0-5	17,7								43,6	59,0	52,6	74,4	7,2
5.1-10	10,0								77,2	63,6	71,4	30,9	31,5
>10.1	17,4								87,6	51,6	32,5	38,4	29,9
										38,9	11,6	11,0	

Type sediment:	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
dominante fractie in mm	>2.8	2.8-1.4	1.4-0.6	0.6-0.3	0.3-0.15	0.15-0.09	0.09-0.05	<0.05
Benaming	schelprest		zeer grof zand	grof zand	fijn zand	zeer fijn zand	ultra fijn zand	slib

Figuur 16. De samenstelling van de bodemsedimenten en de percentages droge en organische stof. De verschillende typen zijn in kleuren weergegeven (V-blauw, VI-groen, V(dis)-bruin en VIII-rood). De typologie van de kleuren is onderaan nader beschreven. De getallen geven het percentage van de fracties ≤90 µm aan.



Figuur 17. Verdeling van de gemeenschappen over de vooroever van de Zeelandbrug en de oude bodem. Wanneer de verschillende gemeenschappen over sedimenten geprojecteerd worden, blijkt dat ook hier de soortenrijke gemeenschap C1 op de oude bodem en in de diepere sedimenten voorkomen.

3.3 Inventarisatie van zware metalen in schelpdieren

3.3.1 Gehalten in schelpdieren

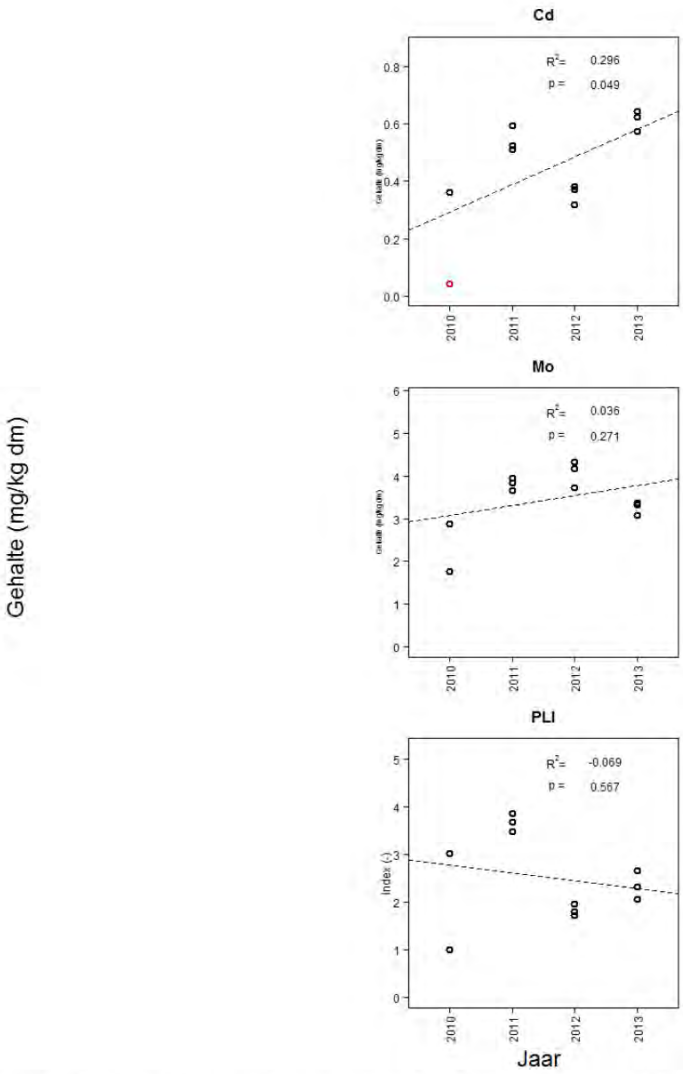
In 2013 zijn de gemiddelde metaalconcentraties in oester- en mosselweefsel bij locatie Zeelandbrug in 2013 gemeten. Voor veruit de meeste metalen is in 2013 geen significant toe- of afname in de tijd geconstateerd (Bijlage 5).

Figuur 18 en Figuur 19 geeft een overzicht van trends van metaalgehalten in oesters en mosselen en de Pollution Load Index (PLI) die in de periode 2009-2013 significante toe- of afname vertoonden. De overige dataseries van metaalconcentraties zijn opgenomen in Bijlage 6.

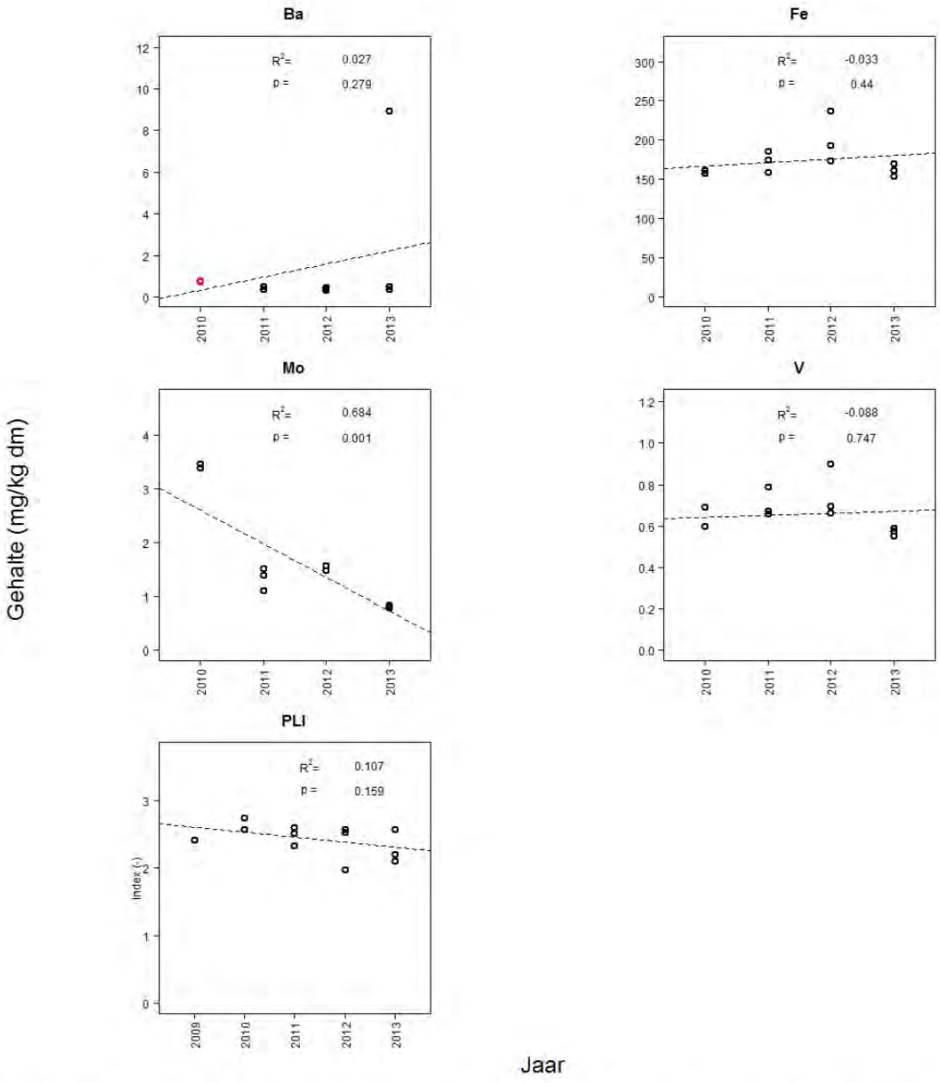
In mosselen is alleen voor cadmium (Cd) een significant toenemende trend gevonden (Figuur 18). Deze trend wordt veroorzaakt door een laag gehalte gemeten in 2010 onder de detectielimiet, zie figuur 1B in Bijlage B. Zonder dat punt onder de detectielimiet is er geen significant lineaire trend ($p=0.232$). Echter, ook als de cadmium concentratie in 2010 nul was zou de positieve trend significant blijven. Voor molybdeen (Mo) in mosselen is in de tijdserie tot en met 2012 een significante toename vastgesteld ($p=0.012$; Glorius e.a., 2013). In 2013 lijkt deze trend gekeerd en zijn de gemeten waarden vergelijkbaar met die van 2010 (t-test tussen 2010 en 2013: $p=0.334$, Figuur 18).

In Japanse oester neemt de molybdeenconcentratie significant af (Figuur 19). Hier geldt dat dit m.n. veroorzaakt wordt door verschil in concentratie van de eerste twee metingen (2009 en 2010) met metingen uitgevoerd in 2011 t/m 2013. Een significant negatief lineaire trend in bariumconcentratie tot 2012 (Glorius et al. 2013) is niet langer significant met inbegrip van 2013 ($p= 0.279$,Figuur 19). 2013 laat voor barium een hoge waarde zien, maar ook zonder deze uitbijter blijft de trend niet significant ($p=0.397$). IJzer- en vanadiumconcentratie namen tot en met 2012 significant toe (Glorius et al. 2013). Met toevoeging van de meting van 2013 zijn ook deze beide significant positief lineaire trends verdwenen (Figuur 19).

Voor beide schelpdiersoorten geldt dat de PLI geen significante toe- of afname laat zien (Figuur 18 en Figuur 19).



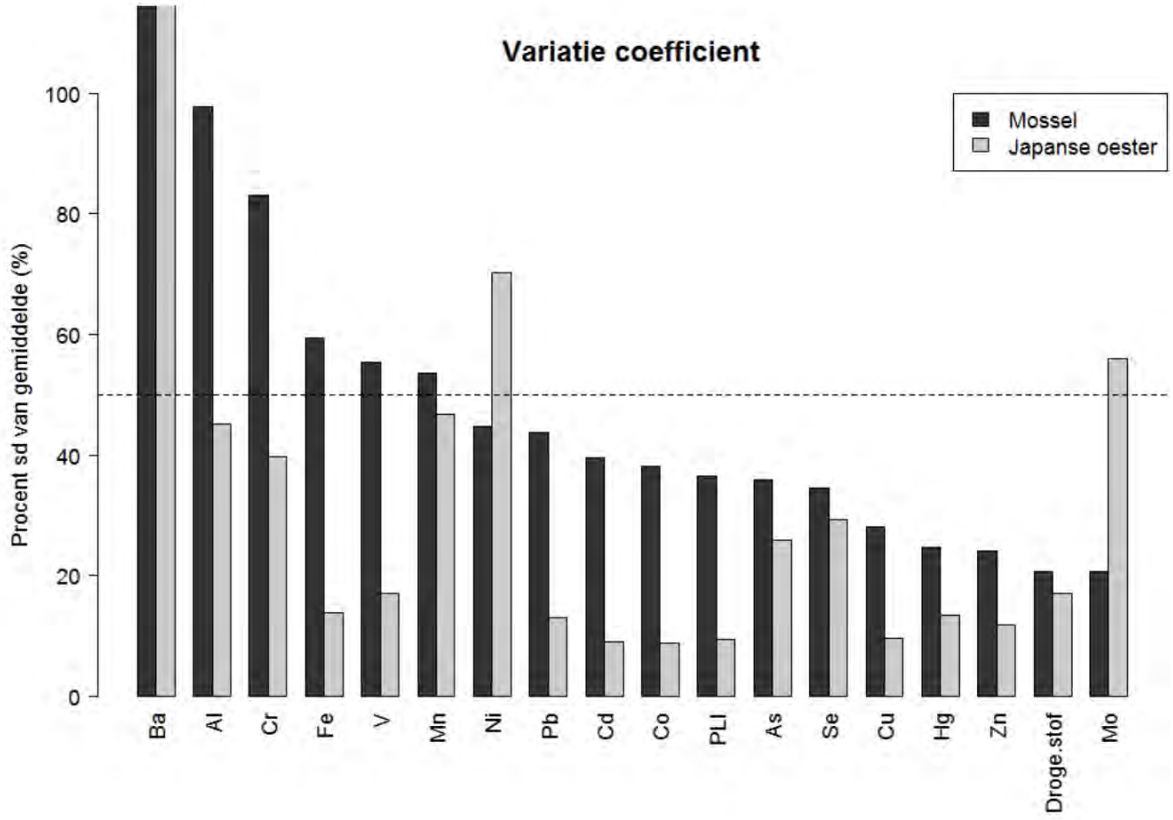
*Figuur 18. Trend in metaalconcentratie (Cadmium, Barium en Pollution Load Index (PLI)) gemeten in **mosselen** (mg/kg droge stof). Rode datapunten betreffen waarden < detectielimiet. Met de stippellijn wordt de lineaire trendlijn weergegeven. Significantie van de lijn aangegeven in R2 en p-waarde. Variatie metaalconcentratie*



*Figuur 19. Trend in metaalconcentratie (Cadmium, Barium en Pollution Load Index (PLI)) gemeten in **oesters**(mg/kg droge stof). Rode datapunten betreffen waarden < detectielimiet. Met de stippellijn wordt de lineaire trendlijn weergegeven. Significantie van de lijn aangegeven in R2 en p-waarde. Variatie metaalconcentratie*

De variatie in metaalconcentratie over de jaren is in mosselen voor de meeste metalen (m.u.v. Molybdeen en Nikkel) groter dan in oesters (Figuur 20). De grotere variatie in metaalconcentraties in mosselen kan veroorzaakt worden doordat er meer variatie tussen individuele mosselen zit in de opname van metalen (door bv. variatie in filtratie), of de verwerkingssnelheid van metalen.

Veel van de metalen komen in mosselen en oesters in min of meer gelijke gemiddelde concentratie voor. Koper- en zinkconcentraties zijn daarentegen hoger in oesters dan in mosselen, zonder een aanwijsbare trend in de tijd. Dit verschil wijst op een specifieke opname en verwerking (opslag dan wel uitscheiding) van deze twee metalen door oesters.



Figuur 20. Procentueel aandeel van de standaarddeviatie op de gemiddelde metaalconcentratie, droge stof en Pollution Load Index. Met de horizontale stippellijn wordt de (arbitraire) grens van een sd van 50% van het gemiddelde weergegeven. Procent sd van gemiddelde waarde van barium (Ba) is voor mosselen 165% en voor Japanse oesters 204%, hetgeen veroorzaakt wordt door 1 monsterpunt in beide soorten uit 2013. Zonder die punten is het procent sd van gemiddelde waarde van barium 73 en 32% respectievelijk voor mosselen en Japanse oesters.

3.3.2 Droge stof

Het gehalte droge stof ligt in mosselen hoger (gem. 15.35 %, sd = 3.18) dan in de Japanse oester (gem. 10.41 %, sd = 1.77). Het gehalte droge stof, een indicatie voor de grootte van individuen, is niet toe- of afgenomen over de tijd (2009-2013) in beide soorten. Hierdoor is aan te nemen dat de trends in metaalconcentraties over de tijd niet veroorzaakt worden door een verschil in individuele grootte over de tijd.

3.3.3 Vergelijking met consumptienormen

Door het vergelijken gehalten aan zware metalen in de organismen met bestaande normen voor biota kan verder ingeschat worden of een metaal effect kan geven. Normen voor metalen in biota zijn echter vrijwel niet beschikbaar.

De Kaderrichtlijn Water (KRW) heeft voor drie prioritaire stoffen een MilieuKwaliteitsNorm (MKN) voor biota afgeleid: (methyl)kwik, hexachloorbenzeen en hexachloorbutadieen (EC, 2008). De MKN voor (methyl)kwik is vastgesteld op 0,02 mg/kg natgewicht (Tabel 5). In ongewervelde dieren is grofweg 50% van het gemeten kwik aanwezig in de vorm van (methyl)kwik. Het natgewicht gehalte aan kwik in organismen is om te rekenen aan de hand van het drooggewicht gehalte en het droge stof percentage. Als het berekende natgewicht gehalte vervolgens wordt gehalveerd kan toetsing aan de MKN-norm plaatsvinden.

OSPAR heeft voor de Quality Status Report van 2010 (QSR2010) drie zware metalen in schelpdieren (mosselen en oesters) geevalueerd: kwik, lood en cadmium (Tabel 5)(OSPAR, 2009). In afwezigheid van een aanbevolen Environmental Assessment Concentration (EAC) voor metalen in biota is er voor QRS2010 gewerkt met bestaande normen voor schelpdieren voor humane consumptie (EC No 1881/2006). Deze worden standaard weergegeven op basis van natgewicht. OSPAR heeft t.b.v. het Quality status report van 2010 een afgeleide humane consumptie norm berekend op basis van doorgewicht i.p.v. natgewicht. Deze norm hanteren wij in dit rapport. OSPAR heeft daarvoor een standaardomrekening gemaakt van natgewicht naar drooggewicht door het vermenigvuldigen van de natgewichtnorm met het getal vijf, waardoor normen op basis van drooggewicht zijn uitgedrukt (Tabel 5).

De gehalten aan kwik in mosselen en oesters van de T4 monitoring in 2013 (Tabel 6 en Tabel 7) liggen onder -MKN-norm voor (methyl)kwik die onder KRW gehanteerd wordt. Gehalten aan kwik in mosselen en oesters bedragen respectievelijk 0,024-0,026 mg/kg natgewicht en 0,021-0,025 mg/kg natgewicht. 50% hiervan (zie twee alinea's hierboven) is respectievelijk 0,012-0,013 mg/kg natgewicht en 0,011-0,013 mg/kg natgewicht. Dit is lager dan de MKN norm van 0.02 mg/kg natgewicht. Vergelijking van gehalten in mosselen en oesters van de T4 monitoring in 2013 uit de Oosterschelde (Tabel 6 en Tabel 7) met normen voor zware metalen laat tevens zien dat alle gehalten onder de norm voor humane consumptie liggen. Voor de andere zware metalen zijn geen normen beschikbaar in dieren waardoor geen vergelijking met normen kan plaatsvinden.

Tabel 5. Milieu- en consumptienormen voor schelpdieren.

Metaal	Norm	Specificatie	Soort norm	Referentie
(Methyl)Kwik	0.02 mg/kg natgewicht	Biota	KRW	EC (2008)
Kwik	2.5 mg/kg drooggewicht	Mosselen en oesters	OSPAR/humane consumptie	OSPAR (2009)
Lood	7.5 mg/kg drooggewicht	Mosselen en oesters	OSPAR/humane consumptie	OSPAR (2009)
Cadmium	5.0 mg/kg drooggewicht	Mosselen en oesters	OSPAR/humane consumptie	OSPAR (2009)

Tabel 6. Gehalten aan metalen (mg/kg drooggewicht) in mossel (Mytilus edulis) uit de Oosterschelde.

Locatie	**Metaal**	**Gehalte** (mg/kg d.s.)	**Periode**	**Referentie**
Wemeldinge	cadmium	0.4 – 1.4	1996 - 2002	Mubiana e.a. (2005)
Roompot tot Krabbendijke	cadmium	1 - 2	2002	Mubiana & Blust (2006)
Burghsluis tot Yerseke	cadmium	0.28-0.47	2009	Poelman e.a. (2010)
Burghsluis tot Yerseke	cadmium	0.24-0.26	2010	Poelman e.a. (2011)
Schelphoek tot Zeelandbrug	cadmium	0.22 – 0.38	T0 Cluster 1 (2009)	vdHeuvel-Greve e.a. (2011)
Zeelandbrug-pijler	cadmium	<0.042-0.36	T1 Cluster 1 (2010)	vdHeuvel-Greve e.a. (2011)
Burghsluis-west	cadmium	0.3 - 0.4	T0 Cluster 2 (2010)	vdHeuvel-Greve e.a. (2011)
Zeelandbrug-pijler	cadmium	0.51 - 0.59	T2 Cluster 1 (2011)	vdHeuvel-Greve e.a. (2012)
Zeelandbrug-pijler	cadmium	0.32 - 0.38	T3 Cluster 1 (2012)	vdHeuvel-Greve e.a. (2013)
Zeelandbrug-pijler	cadmium	0.57 – 0.64	T4 Cluster 1 (2013)	Dit rapport
Wemeldinge	chroom	0.8 – 5.3	1996 - 2002	Mubiana e.a. (2005)
Roompot tot Krabbendijke	chroom	1.5 – 2.0	2002	Mubiana & Blust (2006)
Burghsluis tot Yerseke	chroom	1.0 - 2.0	2009	Poelman e.a. (2010)
Burghsluis tot Yerseke	chroom	0.9 - 1.9	2010	Poelman e.a. (2011)
Schelphoek tot Zeelandbrug	chroom	0.8 – 1.9	T0 Cluster 1 (2009)	vdHeuvel-Greve (2009)
Zeelandbrug-pijler	chroom	<0.21 – 2.4	T1 Cluster 1 (2010)	vdHeuvel-Greve e.a. (2011)
Burghsluis-west	chroom	0.80 – 0.97	T0 Cluster 2 (2010)	vdHeuvel-Greve e.a. (2011)
Zeelandbrug-pijler	chroom	1.6 – 2.9	T2 Cluster 1 (2011)	vdHeuvel-Greve e.a. (2012)
Zeelandbrug-pijler	chroom	0.4 - 0.9	T3 Cluster 1 (2012)	vdHeuvel-Greve e.a. (2013)
Zeelandbrug-pijler	chroom	0.40 – 0.51	T4 Cluster 1 (2013)	Dit rapport
Wemeldinge	ijzer	54 - 413	1996 - 2002	Mubiana e.a. (2005)
Roompot tot Krabbendijke	ijzer	100 - 200	2002	Mubiana & Blust (2006)
Schelphoek tot Zeelandbrug	ijzer	90 - 154	T0 Cluster 1 (2009)	vdHeuvel-Greve (2009)
Zeelandbrug-pijler	ijzer	151 - 244	T1 Cluster 1 (2010)	vdHeuvel-Greve e.a. (2011)
Burghsluis-west	ijzer	157 - 173	T0 Cluster 2 (2010)	vdHeuvel-Greve e.a. (2011)
Zeelandbrug-pijler	ijzer	355 - 381	T2 Cluster 1 (2011)	vdHeuvel-Greve e.a. (2012)
Zeelandbrug-pijler	ijzer	90 - 105	T3 Cluster 1 (2012)	vdHeuvel-Greve e.a. (2013)
Zeelandbrug-pijler	ijzer	116.1- 134.9	T4 Cluster 1 (2013)	Dit rapport
Wemeldinge	mangaan	9.2 - 39	1996 - 2002	Mubiana e.a. (2005)
Roompot tot Krabbendijke	mangaan	10 - 20	2002	Mubiana & Blust (2006)
Schelphoek tot Zeelandbrug	mangaan	8 - 12	T0 Cluster 1 (2009)	vdHeuvel-Greve (2009)

Zeelandbrug-pijler	mangaan	10 - 18	T1 Cluster 1 (2010)	vdHeuvel-Greve e.a. (2011)
Burghsluis-west	mangaan	<2.5 - <2.7	T0 Cluster 2 (2010)	vdHeuvel-Greve e.a. (2011)
Zeelandbrug-pijler	mangaan	31 - 37	T2 Cluster 1 (2011)	vdHeuvel-Greve e.a. (2012)
Zeelandbrug-pijler	mangaan	11 - 13	T3 Cluster 1 (2012)	vdHeuvel-Greve e.a. (2013)
Zeelandbrug-pijler	mangaan	14.05- 22.26	T4 Cluster 1 (2013)	Dit rapport
Schelphoek tot Zeelandbrug	kwik	0.14 – 0.15	T0 Cluster 1 (2009)	vdHeuvel-Greve (2009)
Zeelandbrug-pijler	kwik	0.11 – 0.17	T1 Cluster 1 (2010)	vdHeuvel-Greve e.a. (2011)
Zeelandbrug-pijler	kwik	0.19 – 0.21	T2 Cluster 1 (2011)	vdHeuvel-Greve e.a. (2012)
Zeelandbrug-pijler	kwik	0.11 - 0.12	T3 Cluster 1 (2012)	vdHeuvel-Greve e.a. (2013)
Zeelandbrug-pijler	kwik	0.16 – 0.18	T4 Cluster 1 (2013)	Dit rapport
Schelphoek tot Zeelandbrug	lood	0.87 – 1.3	T0 Cluster 1 (2009)	vdHeuvel-Greve (2009)
Zeelandbrug-pijler	lood	0.09 – 1.3	T1 Cluster 1 (2010)	vdHeuvel-Greve e.a. (2011)
Zeelandbrug-pijler	lood	1.8 – 1.9	T2 Cluster 1 (2011)	vdHeuvel-Greve e.a. (2012)
Zeelandbrug-pijler	lood	0.8 - 0.9	T3 Cluster 1 (2012)	vdHeuvel-Greve e.a. (2013)
Zeelandbrug-pijler	lood	1.16- -1.31	T4 Cluster 1 (2013)	Dit rapport

Tabel 7. Gehalten aan metalen (mg/kg drooggewicht) in oesters (Crassostrea gigas) uit de Oosterschelde.

Locatie	**Metaal**	**Gehalte** (mg/kg d.s.)	**Periode**	**Referentie**
Schelphoek tot Zeelandbrug	cadmium	0.84 – 1.3	T0 Cluster 1 (2009)	vdHeuvel-Greve (2009)
Zeelandbrug-pijler	cadmium	0.90 – 1.0	T1 Cluster 1 (2010)	vdHeuvel-Greve e.a. (2011)
Zeelandbrug-pijler	cadmium	0.90 – 0.97	T2 Cluster 1 (2011)	vdHeuvel-Greve e.a. (2012)
Zeelandbrug-pijler	cadmium	1.0 - 1.1	T3 Cluster 1 (2012)	vdHeuvel-Greve e.a. (2013)
Zeelandbrug-pijler	cadmium	0.95 - 1.02	T4 Cluster 1 (2013)	Dit rapport
Schelphoek tot Zeelandbrug	chroom	0.21 – 0.49	T0 Cluster 1 (2009)	vdHeuvel-Greve (2009)
Zeelandbrug-pijler	chroom	<0.61-<0.64	T1 Cluster 1 (2010)	vdHeuvel-Greve e.a. (2011)
Zeelandbrug-pijler	chroom	<0.37-<0.53	T2 Cluster 1 (2011)	vdHeuvel-Greve e.a. (2012)
Zeelandbrug-pijler	chroom	0.28 - 0.64	T3 Cluster 1 (2012)	vdHeuvel-Greve e.a. (2013)
Zeelandbrug-pijler	chroom	0.16 - 0.46	T4 Cluster 1 (2013)	Dit rapport
Schelphoek tot Zeelandbrug	ijzer	162 - 207	T0 Cluster 1 (2009)	vdHeuvel-Greve (2009)
Zeelandbrug-pijler	ijzer	158 - 161	T1 Cluster 1 (2010)	vdHeuvel-Greve e.a. (2011)
Zeelandbrug-pijler	ijzer	174 - 185	T2 Cluster 1 (2011)	vdHeuvel-Greve e.a. (2012)
Zeelandbrug-pijler	ijzer	173 - 237	T3 Cluster 1 (2012)	vdHeuvel-Greve e.a. (2013)
Zeelandbrug-pijler	ijzer	154.1– 169.4	T4 Cluster 1 (2013)	Dit rapport
Schelphoek tot Zeelandbrug	mangaan	45 - 59	T0 Cluster 1 (2009)	vdHeuvel-Greve (2009)
Zeelandbrug-pijler	mangaan	7.7 - 10	T1 Cluster 1 (2010)	vdHeuvel-Greve e.a. (2011)
Zeelandbrug-pijler	mangaan	38 - 52	T2 Cluster 1 (2011)	vdHeuvel-Greve e.a. (2012)
Zeelandbrug-pijler	mangaan	22 - 32	T3 Cluster 1 (2012)	vdHeuvel-Greve e.a. (2013)
Zeelandbrug-pijler	mangaan	32.0 - 62.5	T4 Cluster 1 (2013)	Dit rapport
Schelphoek tot Zeelandbrug	kwik	0.20 – 0.30	T0 Cluster 1 (2009)	vdHeuvel-Greve (2009)
Zeelandbrug-pijler	kwik	0.22 – 0.29	T1 Cluster 1 (2010)	vdHeuvel-Greve e.a. (2011)
Zeelandbrug-pijler	kwik	0.19 – 0.23	T2 Cluster 1 (2011)	vdHeuvel-Greve e.a. (2012)
Zeelandbrug-pijler	kwik	0.19 - 0.22	T3 Cluster 1 (2012)	vdHeuvel-Greve e.a. (2013)
Zeelandbrug-pijler	kwik	0.19 – 0.21	T4 Cluster 1 (2013)	Dit rapport
Schelphoek tot Zeelandbrug	lood	0.69 – 0.87	T0 Cluster 1 (2009)	vdHeuvel-Greve (2009)
Zeelandbrug-pijler	lood	0.65 – 0.67	T1 Cluster 1 (2010)	vdHeuvel-Greve e.a. (2011)
Zeelandbrug-pijler	lood	0.50 – 0.60	T2 Cluster 1 (2011)	vdHeuvel-Greve e.a. (2012)
Zeelandbrug-pijler	lood	0.49 – 0.67	T3 Cluster 1 (2012)	vdHeuvel-Greve e.a. (2013)
Zeelandbrug-pijler	lood	0.48 – 0.53	T4 Cluster 1 (2013)	Dit rapport

Tabel 8. Gehalten aan aluminium (Al), barium (Ba), cadmium (Cd), kobalt (Co), chroom (Cr), koper (Cu) en ijzer (Fe) in water van de Oosterschelde in µg/l (op basis van RWS-data uit 2010, 2011 en 2012).Oranje gearceerde vakken betreffen een meer dan een factor 2 hoger gehalte dan het hoogste gemeten gehalte op de referentielocatie Wissenkerke.

Locatie	Meetdatum	Afstand boven bodem	Al	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Fe
Schelphoek - west	01-06-2010	14,57	2,61	12,1	0,08	0,10	0,03	0,72	0,86
	01-06-2010	1,07	2,32	12,5	0,08	0,09	0,05	0,81	1,18
	01-06-2010	2,19	2,35	11,7	0,08	0,09	0,04	0,70	0,99
Schelphoek - west	19-09-2011	1,00		14,2	<0,1	0,390	2,6	1,48	1,200
	19-09-2011	1,99	-	13,4	<0,1	0,249	1,72	1,25	0,676
	19-09-2011	7,22	-	12,4	<0,1	0,146	<1	1,04	0,273
Schelphoek – west (ZLXX_OEVERBES_SCHELPHD+500)	06-09-2012	HD	-	10,4	<0,1	0,1	<1	<1	0,147
	06-09-2012	1MBODM	-	10,7	<0,1	0,1	<1	<1	0,138
	06-09-2012	2MBODM	-	10,7	<0,1	0,1	<1	<1	0,140
Schelphoek – dijkrest oost	01-06-2010	18,52	2,66	12,3	0,08	0,10	0,05	0,76	1,13
	01-06-2010	1,06	2,60	12,2	0,08	0,09	0,08	0,79	1,07
	01-06-2010	2,18	3,73	12,1	0,09	0,10	0,12	0,82	1,48
Schelphoek – dijkrest oost	29-06-2010	17,82	-	14,6	0,08	-	-	-	-
	29-06-2010	1,15	2,38	14,4	0,08	0,10	0,02	0,78	0,33
	29-06-2010	2,08	2,31	14,3	0,08	0,10	0,09	0,96	0,18
Schelphoek - oost	29-06-2010	16,79	-	14,5	0,08	-	-	-	-
	29-06-2010	1,02	-	14,7	0,08	-	-	-	-
	29-06-2010	2,00	2,57	14,4	0,08	0,10	0,12	0,76	1,13
Schelphoek - oost	19-09-2011	1,00	-	12,8	<0,1	0,189	1,04	1,07	0,416
	19-09-2011	2,01	-	13,2	<0,1	0,149	<1	<1	0,271
	19-09-2011	4,42	-	12,3	<0,1	0,134	<1	1,05	0,228
Schelphoek – oost (ZLXX_OEVERBES_SCHELPHD-500)	06-09-2012	HD	-	10,7	<0,1	0,125	<1	<1	0,294
	06-09-2012	1MBODM	-	10,4	<0,1	0,110	<1	<1	0,134
	06-09-2012	2MBODM	-	10,7	<0,1	0,106	<1	<1	0,148
Referentielocatie Wissenkerke	01-06-2010	16,96	3,97	12,3	0,06	0,09	0,14	0,92	1,47
	29-06-2010	26,52	2,74	14,1	0,08	0,08	0,04	0,78	-0,43
Referentielocatie Wissenkerke	19-09-2011	26,47	-	12,2	<0,1	0,139	<1	1,04	0,263
Referentielocatie Wissenkerke	06-09-2012	-	-	12,5	<0,1	0,09	<1	1,18	0,114

Locatie	Meetdatum	Afstand boven bodem	Mn	Mo	Sb	Sn	V	Zn
Schelphoek - west	01-06-2010	14,57	5,07	9,69	0,18	0,07	1,23	0,16
	01-06-2010	1,07	3,98	9,76	0,16	0,07	1,22	0,22
	01-06-2010	2,19	4,45	9,30	0,17	0,07	1,14	0,07
Schelphoek - west	19-09-2011	1,00	30,80	12,0	0,237	0,164	4,89	5,71
	19-09-2011	1,99	16,90	11,9	0,226	0,102	3,41	3,77
	19-09-2011	7,22	10,60	11,7	0,221	<0,1	2,50	2,16
Schelphoek – west (ZLXX_OEVERBES_SCHELPHD+500)	06-09-2012	HD	11,7	10,5	0,245	0,482	2,38	1,67
	06-09-2012	1MBODM	11,5	10,4	0,235	0,456	2,34	1,28
	06-09-2012	2MBODM	11,4	10,4	0,242	0,404	2,48	1,37
Schelphoek – dijkrest oost	01-06-2010	18,52	5,33	9,68	0,18	0,07	1,21	0,29
	01-06-2010	1,06	3,56	10,0	0,16	0,08	1,20	0,14
	01-06-2010	2,18	4,47	9,88	0,17	0,09	1,24	0,00
Schelphoek – dijkrest oost	29-06-2010	17,82	-	10,0	-	0,06	-	-
	29-06-2010	1,15	3,97	9,91	0,18	0,06	1,50	0,10
	29-06-2010	2,08	5,59	9,98	0,19	0,06	1,52	0,76
Schelphoek - oost	29-06-2010	16,79	-	9,78	-	0,06	-	-
	29-06-2010	1,02	-	10,2	-	0,07	-	-
	29-06-2010	2,00	3,26	10,2	0,18	0,06	1,50	0,09
Schelphoek - oost	19-09-2011	1,00	14,00	12,0	0,238	<0,1	3,01	3,04
	19-09-2011	2,01	10,40	12,0	0,233	<0,1	2,56	2,48
	19-09-2011	4,42	9,43	11,9	0,211	<0,1	2,41	2,17
Schelphoek – oost (ZLXX_OEVERBES_SCHELPHD-500)	06-09-2012	HD	16,0	10,4	0,222	0,496	2,51	2,66
	06-09-2012	1MBODM	11,2	11,0	0,226	0,439	2,32	1,46
	06-09-2012	2MBODM	11,5	10,7	0,236	0,446	2,34	1,61
Referentielocatie Wissenkerke	01-06-2010	16,96	3,42	9,57	0,16	0,12	1,28	0,27
	29-06-2010	26,52	0,95	9,60	0,18	0,06	1,38	0,37
Referentielocatie Wissenkerke	19-09-2011	26,47	9,61	12,0	0,227	<0,1	2,50	2,38
Referentielocatie Wissenkerke	06-09-2012	-	7,70	10,7	0,217	0,315	2,13	1,61

4. Conclusies en discussie

In deze sectie wordt per paragraaf een kennisvraag behandeld.

4.1 Hardsubstraat gemeenschappen

Kennisvraag hard substraat gemeenschappen:

1. *a. Zijn op de Cluster 1 locaties drieënhalf tot vier jaar na het aanbrengen van de vooroeververdediging flora en fauna gevestigd op het nieuwe hard substraat en hoe zijn de aangetroffen soorten te vergelijken met de T0, T1, T2, T3 en referentielocaties?*
   b. Is er verschil in gemeenschappen op breukstenen en staalslakken in het sublittoraal?
   c. Welke hard substraat gemeenschappen komen voor bij Cluster 2.2 Zierikzee in de T0-situatie?

4.1.1 Eulittoraal (getijdezone)

In het eulittoraal is een geografische verdeling herkenbaar van gemeenschappen op de westelijke locaties met de gezaagde zee-eik en op de oostelijke locaties blaaswier met oesters en zeepokken. Op de locatie Zeelandbrug was de zonering van de oostelijke gemeenschappen in 2009 aanwezig.

De hard substraat gemeenschappen op het talud bij de Zeelandbrug zijn niet direct door de versterking van de vooroever beïnvloed. Jaarlijkse verschillen in bedekkingen van fauna-groepen en bruin- en groenwieren kwamen verschilde niet van de referentie locaties. In 2013 bleek dit ook het geval.

Op de kreukelberm bij de Zeelandbrug is in 2013 een zonering van blaaswier en gezaagde zee-eik aangetroffen. De bedekking van de gezaagde zee-eik is verder toegenomen ten opzichte van 2012 en 2011. Dit geeft aan dat de gemeenschap nog steeds in ontwikkeling is. Deze gemeenschap van wieren die in 2013 zijn aangetroffen is anders dan de gemeenschap van oesters in zeepokken die in 2009 voor de versterking van de vooroever zijn aangetroffen.

Op de ongestoorde locatie Zierikzee zijn de hard substraat gemeenschappen in 2013 passend binnen de geografische verdeling van gemeenschappen van klein darmwier, gemengde Fucus en blaaswier.

4.1.2 Sublittoraal (beneden de laagwaterlijn)

Infralittoraal

In 2013 verschillen de hard substraat gemeenschappen bij de Zeelandbrug van de **T0-situatie** in 2009. Op het nieuwe substraat is een begroeiing ontstaan van zeepokken (op het breuksteen) en roodwieren met andere soorten dan in 2009. In 2011, 2012 en 2013 worden dezelfde gemeenschappen aangetroffen met roodwieren en het voorkomen van een afwijkende gemeenschap van wakame en kokerbouwende organismen op één station. Er hebben zich in 2013 nog geen Japanse oesters gevestigd.

In het sublitoraal zijn (indien mogelijk) zowel de hard substraat gemeenschappen op de staalslakken en het breuksteen bemonsterd. Uit de similariteit-analyse komt duidelijk naar voren dat het type substraat (breuksteen of staalslakken) veel minder bepalend is voor het voorkomen van soorten dan de locatie en het stadium van ontwikkeling van de pioniersgemeenschap in de tijd.
Op de locatie Zierikzee werd in **2013 (T0)** in het infralittoraal de gemeenschap gevonden die ook op de referentie locaties in het tussenliggende gebied voorkwam met Japanse Oester en roodwieren.

Circalittoraal

In 2013 is bij de Zeelandbrug een pionier gemeenschap aanwezig (zowel op de staalslakken als het breuksteen) die duidelijk afwijkt van de **T-0 situatie** in 2009, met kokerbouwende organismen en de kolonievormende zakpijpen en een mosdier soort. Ten opzichte van 2011 en 2012 zijn verschuivingen

opgetreden in dominantie van soorten. Ook werd in 2013 voor het eerst de meerjarige soorten Japanse oester en mossel aangetroffen.

Analysen op gemeenschapsniveau in 2009-2013 bij de Zeelandbrug tonen aan dat voor de ontwikkelingen van de gemeenschappen op de nieuwe substraten de factor tijd belangrijker is dan de materiaalkeuze van breuksteen of staalslakken. Doordat de pioniersgemeenschap uit 2011 in 2012 en in 2013 is blijven bestaan, op zowel breuksteen als staalslakken, kan nog geen uitspraak worden gedaan over eventuele positieve of negatieve effecten door het gebruik van staalslakken op de lange termijn.

De ongestoorde locatie Zierikzee wordt in **2013 (T0)** gedomineerd door de Japanse oester, kokerbouwende organismen, kolonievormende zakpijpen, en hydroïdpoliepen. Deze gemeenschap is ook gevonden op de referentie locaties in het tussenliggende gebied.

4.2 Infauna

Kennisvraag infauna:

2. *a. Hebben op de Cluster 1 locaties infauna soorten zich gevestigd in nieuw gevormde zandplekken (sediment) op het nieuwe hard substraat drieënhalf tot vier jaar na het aanbrengen van de vooroeververdediging en hoe zijn de aangetroffen soorten te vergelijken met de T0, T1, T2, T3 en referentielocaties?*
   b. Welke infauna gemeenschappen komen voor bij Cluster 2.2 Zierikzee in de T0-situatie?

In **2009 (T0)** laten de ongestoorde locaties aan de kust van Schouwen-Duiveland in 2010 en 2011 laten een gevarieerd patroon zien in zowel soortenrijkdom als dichtheden op verschillende locaties en diepten. Ook werden drie algemene gemeenschappen gevonden met een ruimtelijke verspreiding (C-gemeenschappen: C1 en C2 en A-gemeenschap: A1). De soortenrijke gemeenschap (C1) werd vooral aangetroffen op de diepere stations op de meer oostelijk gelegen locaties. Deze gemeenschap komt voor in bodems met een relatief hoog gehalte aan droge stof en een relatief laag gehalte aan organische stof.

Na de versterking van de vooroever in de winter 2009/voorjaar 2010 op de locaties Schelphoek, Lokkersnol en Zeelandbrug was er in de zomer van **2010 (T1)** alleen bij Schelphoek-oost en Zeelandbrug-oost op 15 meter diepte voldoende sediment aanwezig om infauna te bemonsteren. Dit sediment was zeer fijn van samenstelling en er kwamen afwijkende samenstellingen van infauna soorten voor. Op het station op 15 meter diepte op de Zeelandbrug-oost was het aantal soorten en hun dichtheden relatief hoog, zelfs hoger dan die op dit station tijdens de T0-situatie. Mogelijk zijn hier een aantal soorten door horizontale sedimenttransporten van de nabij gelegen oude, niet bestorte bodem, aangevoerd. Veel van de dominante soorten binnen de gemeenschappen ontbraken echter nog op dit station.

In **2011 (T2)** is er op de westelijke locatie Schelphoek op de diepere stations opnieuw gemeenschap C2 gevonden en op de minder diepe stations gemeenschap A1. Meer naar het oosten bij Lokkersnol werd gemeenschap A1 aangetroffen in het nieuw gevormde sediment. Op de locatie Zeelandbrug op het diepe deel van de bestorting opnieuw de soortenrijke gemeenschap C1 aanwezig die ook op de oude bodem is aangetroffen. Hoger op het talud werden de gemeenschappen A1 en C2 gevonden. Alleen tussen de breukstenen op de stations op 3.5 meter werden soortenarme varianten gevonden.

Na 2011 is alleen de ontwikkeling op de locatie Zeelandbrug verder onderzocht. In **2012 en 2013** (**T3 en T4)** lijkt het herstel van soortenrijkdom en dichtheden van infauna zich hier met enige fluctuatie door te zetten. Over de verschillende diepten ligt de gemiddelde soortenrijkdom op 15 meter hoger als op 3 en 7 meter. Zowel de soortenrijkdom als de dichtheid per locatie is bij de Zeelandbrug over het algemeen hoger als bij de referentielocaties Zuidbout en Westbout. Zowel deze referentielocaties als de oude bodem laten een jaarlijkse fluctuatie zien in zowel soortenrijkdom als de totale dichtheid. Een

mogelijk meer intensief gebruik van de naastgelegen mosselpercelen bij Westbout en Zuidbout kan echter leiden tot een afname in de diversiteit van het macrofauna op deze referentie locaties.
Twee jaar na de bestorting lijkt vanuit grotere diepten een herstel van het infauna op te treden. Op het talud op minder grote diepten, in sedimenten met een verhoogd slib en organisch gehalte ontwikkelt zich een soortenarme gemeenschap, en tussen het breuksteen op minder grote diepten, vaak in slibrijke sedimenten, komen ook soortenarme varianten voorkomen. De ontwikkeling volgt het patroon van de ruimtelijke spreiding van de gemeenschappen, zoals die tijdens de T0-situatie aanwezig was. Drie en vier jaar na de bestorting is dit patroon nog duidelijker.

Op de ongestoorde locatie Zierikzee **(T0-meting)** werd in de infralittorale zone gemeenschap A1 gevonden, op 7.5 meter diepte waren geen soorten aanwezig, en op 15 meter werd gemeenschap J gevonden. De dichtheid van de soorten was echter lager dan in gemeenschap J op de oostelijke referentie locatie. Op het station op 7.5 meter diepte bestond het sediment voor 77% uit fracties ≤90 µm

Uit deze studie komt naar voren dat er veel variatie is tussen locaties en tijdstippen. Hierdoor is het lastig om een eenduidige conclusie te trekken. De resultaten van deze studie wijzen op herstel van de infaunapopulatie twee jaar na de ingreep. De tijdserie is echter nog te kort om significante verschillen tussen verschillende jaren aan te tonen. Infaunasoorten lijken te profiteren van nieuw gevorm habitat in de kuilen van de bestorting met staalslakken waar sediment neerslaat. Mogelijk zorgt een heterogeen patroon van zacht en hard habitat ook voor meer diversiteit in soorten ten opzichte van de T0-situatie omdat zowel in- als epifauna soorten lijken te profiteren van het nieuwe habitat. Het hogere percentage droge stof op 15 meter diepte duidt mogelijk op meer horizontaal transport van zand en mogelijk ook meer sedimentatie ten opzichte van 3 en 7 meter.

4.2 Zware metalen

Kennisvraag zware metalen:

3. *Wat zijn de gehalten aan zware metalen in schelpdieren die op de pijler van de Zeelandbrug voorkomen, drieënhalf tot vier jaar na het aanbrengen van de vooroeververdediging op de Cluster 1 locaties en hoe zijn deze gehalten vergeleken met de T0, T1, T2, T3 en referentielocaties?*

Voor de meeste metalen is geen significant verschil aangetoond in verandering van metaalconcentratie. Dit heeft voornamelijk te maken met de grote variatie tussen jaren, metingen onder de detectielimiet, verschillen tussen replica's en beperkt aantal meetjaren. Daarnaast kunnen er mogelijk statistisch significante trends worden weergegeven op deze korte termijn (4-5 jaar), terwijl deze in een langere datareeks (>10 jaar) mogelijk in de natuurlijke variatie wegvallen. Dit maakt de interpretatie van gehalten aan zware metalen in biota in het veld lastig.

In zowel oesters als mosselen is er een toenemende trend in molybdeen gehalten aangetroffen, gevolgd door een afname. De afname van molybdeen geldt voor zowel oesters als mosselen maar lijkt voor de individuele soorten op een ander tijdstip te zijn ingezet. In mosselen heeft de toename geduurd tot 2012 en nam de concentratie af in 2013, terwijl in oesters de concentratie al af nam vanaf 2010. Mogelijk heeft dit verschil te maken met verschillen in de biologie van de twee soorten, bv. de verwerkingssnelheid van dit metaal. In oester zijn ook de concentraties van ijzer en vanadium na een toename tot en met 2012 in 2013 lager. Dit is echter nog geen significante trend.

Ook in de Pollution Load Index is het verschil in trends en afbuiging van de toename en tussen beide soorten zichtbaar; de maximale waarde van de sterk variërende PLI voor mosselen is tot dusverre

waargenomen in 2011, terwijl voor oesters de maximale waarde is waargenomen 2010. Analyses op de tijdseries voor PLI in zowel oesters als mosselen laten echter geen significante trend zien.

De variatie in metaalconcentratie is tussen jaren over het algemeen groter dan in replica's binnen jaren. Dat geeft vertrouwen in de validiteit van de metingen en geeft aan dat de variatie die gemeten wordt geen ruis is, maar mogelijk bepaald wordt door concentraties in de omgeving van deze schelpdieren en de biologische variatie. Daarnaast is de variatie in metaalconcentratie in mosselen voor de meeste metalen groter dan in oesters. De grotere variatie in metaalconcentraties in mosselen kan veroorzaakt worden doordat er meer variatie in mosselen zit in de opname van metalen (door bv. variatie in filtratie), of de verwerkingssnelheid van metalen. Veel van de metalen komen in mosselen en oesters in min of meer gelijke gemiddelde concentratie voor. Koper- en zinkconcentraties zijn daarentegen hoger in oesters dan in mosselen, zonder een aanwijsbare trend in de tijd. Dit verschil wijst op een specifieke opname en verwerking (opslag dan wel uitscheiding) van deze twee metalen door oesters.

Beschikbare normen in biota (KRW en consumptienormen) worden niet overschreden in mosselen en oesters bij Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug. Gehalten aan cadmium, chroom, ijzer, mangaan, kwik en lood in mosselen uit deze monitoring zijn vergelijkbaar met gerapporteerde gehalten aan deze zware metalen in mosselen uit de Oosterschelde zoals in voorgaande jaren gerapporteerd.

4.3 Aanbevelingen

Het onderzoek van 2013 betrof een T4-meting die de opeenvolgende resultaten geeft in aanvulling op de T1, T2 en T3 metingen.

- Wij bevelen aan de jaarlijkse monitoring op verschillende stortlocaties te vervolgen zodat de effecten in de tijd van storten ten opzichte van natuurlijke variatie in ruimte en tijd beter begrepen kan worden. De reden ligt in het feit dat zowel de zacht- als hard substraat gemeenschappen bij de Zeelandbrug zijn vier jaar na bestorten nog steeds in ontwikkeling. Natuurlijke dynamiek in diversiteit en dichtheden van soorten speelt een grote rol op zowel referentie locaties als gestorte locaties. Ook kent de Oosterschelde verschillende epifauna gemeenschappen waar onderscheid gemaakt kan worden tussen gemeenschappen die typerend zijn voor de monding, middendeel en de Kom. Ook infauna gemeenschappen kunnen per locatie verschillen. Resultaten van de Zeelandbrug zijn daardoor niet per definitie representatief voor ontwikkeling van gemeenschappen op andere stortlocaties in de Oosterschelde.
- Het onderzoek naar hard substraat gemeenschappen was gericht op sessiele bodemsoorten (vastzittend op de bodem). Het in kaart brengen van vagiele bodemsoorten (kruipend of lopend over de bodem) zoals b.v. kreeften, krabben, garnalen en bodemvissen zal een completer beeld geven van het herstel van bodem habitat omdat een ander deel van het ecosysteem (de soorten die ervan afhankelijk zijn) in kaart worden gebracht. Voor het vangen van verschillende typen vagiele soorten is het gebruik van verschillende tuigen van belang (verschil in maaswijdte van de fuiken).
- Een studie naar gevolgen (positief of negatief) van uitlogende stoffen op biota kan bestaan uit een langduriger studie waarbij in gesloten experimentele ecosystemen (mesocosms) de invloed van de staalslakken op de levensgemeenschap en de chemie kan worden vastgesteld, ten opzichte van een controle zonder staalslakken. In het veld is het lastig om eventuele effecten van uitloging van metalen uit staalslakken op biota vast te stellen Het kan jaren duren voordat effecten zich kunnen manifesteren (mede door de natuurlijke dynamiek). Met behulp van experimentele ecosystemen wordt natuurlijke variatie zeer klein gemaakt, en eventuele effecten worden zodoende zichtbaarder. Het voordeel van een mesocosm experiment boven een laboratorium 'single species test' is dat complexe interacties tussen soorten onderling in een mesocosm wel een rol spelen. Dit is bijvoorbeeld van belang voor bioaccumulatie onderzoek als

sprake is van opname via de voedselketen of bij het zichtbaar maken van indirecte ecologische effecten van een verstoring. Bovendien zal een stof zich in een complexe mesocosmsituatie meer natuurgetrouw gedragen dan in een bekerglas in een laboratorium.

5. Kwaliteitsborging

IMARES beschikt over een ISO 9001:2008 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem (certificaatnummer: 124296-2012-AQ-NLD-RvA). Dit certificaat is geldig tot 15 december 2015. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV Certification B.V. Daarnaast beschikt het chemisch laboratorium van de afdeling Vis over een NEN-EN-ISO/IEC 17025:2005 accreditatie voor testlaboratoria met nummer L097. Deze accreditatie is geldig tot 1 april 2017 en is voor het eerst verleend op 27 maart 1997; deze accreditatie is verleend door de Raad voor Accreditatie.

Referenties

De Kluiver, M.J., Dubbeldam, M.C. en van Broekhoven, B.J.L. (in preparation) (2014). Levensgemeenschappen op de harde substraten in het eulittoraal en op de vooroever aan de zuidkust van Schouwen-Duiveland T4-inventarisatie Zuidhoek/De Val; T0-inventarisatie Zierikzee, 2013. Stichting Zeeschelp. P 112.

EC (2008). Richtlijn 2008/105/EG van het Europees parlement en de Raad van 16 december 2008 inzake milieukwaliteitsnormen op het gebied van het waterbeleid tot wijziging en vervolgens intrekking van de Richtlijnen 82/176/EEG, 83/513/EEG, 84/156/EEG, 84/491/EEG en 86/280/EEG van de Raad, en tot wijziging van Richtlijn 2000/60/EG.

Glorius, S.T., M.J. van den Heuvel-Greve en E.M. Foekema (2013). Variatie gehalte zware metalen op locatie Zeelandbrug en toxiciteit molybdeen – data rapport. IMARES Rapport C105/13.

Heuvel-Greve, M.J. van den (2010). T0 monitoring vooroeververdediging Oosterschelde; cluster 1 - 2009. IMARES Wageningen UR, rapport C137/09.

Heuvel-Greve, M. van den, A. van den Brink, S. Glorius, C. Schipper, M. de Kluijver, M. Dubbeldam (2011). Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde 2010: T1 Cluster 1/T0 Cluster 2. IMARES Wageningen UR, rapport C029/11.

Heuvel-Greve, M. van den, A. van den Brink, S. Glorius, C. Schipper, A. Gittenberger, M.J. de Kluijver, M. Dubbeldam (2012). Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde en Westerschelde 2011: T2 Cluster 2. IMARES Wageningen UR, rapport C081/12.

Heuvel-Greve, M. van den, A. van den Brink, S. Glorius, M.J. de Kluijver, M. Dubbeldam (2013). Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde en Westerschelde 2012: T3 Cluster 1. IMARES Wageningen UR, rapport C102/13.

Kaandorp, J.A., 1986. Rocky substrate communities of the infralittoral fringe of the Boulonnais coast, NW France: a quantitative survey. Mar. Biol., 92: 255-265.

Kovach, W.L., 1999. MVSP - A Multi Variate Statistical Package for Windows, version 3.1. Kovach Computing Services, Pentraeth, Wales, UK.

OSPAR (2009). Background document on CEMP Assessment Criteria for QSR 2010.

R Development Core Team (2012). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL http://www.R-project.org/.

Schellekens, T., Glorius, S., Van den Heuvel-Greve, M. (2014) Variatie en trends van de gehaltes zware metalen op locatie Zeelandbrug. Data rapport 2013. IMARES Wageningen UR. Rapport: C055/014

Tangelder, M., Brummelhuis, E.B.M. de Kluijver M. & Van den Heuvel-Greve, M.J (2014). Data rapport: Het effect van vooroeververdediging op bodemorganismen in de Oosterschelde: 2013. IMARES rapport.

Tomlinson, D. L., Wilson, J. G., Harris, C. R., en Jeffrey, D. W. (1980). Problems in the assessment of heavy-metal levels in estuaries and the formation of a pollution index, Helgoland Marine Research (33), pp 566 – 575.

Verantwoording

Rapportnummer : C102.14
Projectnummer : 4303101404

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en het betreffende afdelingshoofd van IMARES.

Akkoord:

Handtekening:

Datum: 9

Akkoord:

Handtekening:

Datum:

Bijlage 1. Hard substraat: soortensamenstelling eulittorale gemeenschappen

Soortensamenstelling van de eulittorale gemeenschappen op Schouwen-Duiveland (2009-2013). Onderstreepte waarden geven per soort een voorkomen van minimaal 90% van de totale kwantiteit binnen de gemeenschappen aan. Afkortingen: An - anemoon, Bi - tweekleppige, Br - bryozoo, BW -bruinwier, Cr - kreeftachtige, Ech - stekelhuidige, Ga - slak, GW - groenwier, Hy - hydroïd, In - insect, Li- korstmos, Po - polychaet, RW - roodwier, Sp - spons en Tu - zakpijp.

		1-Id-Bl--hd-Bl--id-Bl-	1-cir	1-L sa	2a2-c/	2a3-c/	tbt-F-rvb2-F-rvd1-F-rvd2-F-rv	2F-c/c	a-F vf	3-Bl-	3-cir	3-hd-Asle-F su	4-cir	5-piu-cpx/	5-mf-pi	5-pio	5-pio-15-pio-25-pio-35-pio-55-pio-6-hd-F	p-id-F	7-id-Fu	8-Myt	8-Pat	9-Ent	9-wier	9-Pat	9-Xan
Xanthoria spec.	Li	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17,8
Patella vulgata	Ga	-	0,0	-	0,1	-	0,4	1,9	1,1	1,2	1,0	2,4	-	0,3	0,5	0,4	-	0,0	0,1	0,0	0,6	-	0,2	-	-	0,3	-	0,6	0,2	-	0,5	0,3	0,3	-	0,5	-
Ulva spec.	GW	0,0	0,0	-	0,0	-	0,1	0,1	0,8	0,9	10,0	4,6	-	1,8	0,8	2,4	7,5	14,2	0,9	1,3	1,0	9,1	0,3	8,1	5,0	-	31,7	-	0,4	0,3	-	8,8	-	-	6,0	-	-
Mastocarpus stellatus	RW	-	-	-	-	-	0,6	0,1	0,5	0,6	6,5	3,0	-	0,5	1,9	1,0	10,0	-	0,0	0,0	0,2	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,6	-	-	4,0	-	-
Enteromorpha spec.	GW	0,3	0,1	-	0,8	-	0,0	1,8	3,8	3,2	-	0,3	0,1	5,8	2,6	4,6	2,5	0,4	10,1	21,1	11,1	37,3	16,6	31,9	9,0	-	9,6	1,1	11,7	-	1,3	10,5	-	37,3	-	-	-
Bildingia minima	GW	22,6	20,9	1,0	0,0	-	-	-	-	0,0	-	-	-	0,0	0,2	-	-	-	0,1	0,5	1,1	-	-	-	-	-	-	0,4	2,2	-	-	-	-	0,2	-	-	-
Porphyra spec.	RW	0,5	1,4	-	0,0	-	0,0	0,0	0,0	0,1	-	-	-	0,2	0,2	0,2	-	0,0	0,1	0,2	0,1	-	1,5	8,8	-	3,3	-	0,1	0,6	0,1	-	0,3	-	-	-	-	-
Littorina saxatilis	Ga	0,3	0,2	-	0,3	0,5	0,2	0,1	0,2	0,2	-	-	0,2	0,0	0,0	-	-	-	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,0	-	0,1	-	0,3	0,2	0,0	-	0,1	0,3	0,1	-	-	-
Fucus spiralis	BW	-	21,9	-	0,2	-	-	-	1,3	0,4	-	-	-	3,0	0,1	-	-	-	21,0	1,0	11,3	-	0,0	-	-	-	-	72,1	30,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Anurida maritima	In	0,0	0,1	-	0,1	-	0,0	0,1	0,2	0,1	-	0,0	-	0,0	0,1	-	-	-	0,0	0,1	0,2	-	-	-	-	-	-	0,3	0,1	-	-	-	0,3	0,0	-	-	-
Fucus vesiculosus	BW	3,0	11,0	-	0,3	-	48,4	0,0	12,3	21,1	13,5	0,3	-	37,0	40,8	6,5	2,5	12,4	36,5	43,0	23,6	13,2	0,4	7,4	-	3,8	-	3,5	2,5	31,0	0,5	3,5	1,3	-	-	-	-
Actinia equina	An	0,0	0,1	-	0,1	-	0,0	0,1	0,3	0,1	-	-	0,1	0,1	0,2	0,1	-	-	0,0	0,0	0,3	-	-	-	-	-	-	0,4	0,1	0,0	-	-	0,5	0,0	-	-	-
Feldmanophycus okamurae	RW	-	0,6	-	0,0	-	0,1	0,2	0,0	4,9	-	1,5	-	0,4	0,3	0,0	1,5	0,0	0,2	0,3	12,1	-	-	0,0	-	-	-	1,5	0,0	0,1	1,0	-	-	0,0	-	-	-
Ulothrix spec.	GW	-	-	0,2	-	-	-	0,0	0,0	0,2	-	0,0	-	0,0	-	-	-	-	0,0	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cirripedia	Cr	0,7	3,4	-	2,9	-	41,7	33,0	16,0	28,2	35,0	31,6	15,6	28,4	40,7	34,0	1,5	9,9	15,4	14,4	6,9	0,6	16,3	12,9	0,3	18,6	7,0	13,4	7,2	6,6	3,3	20,2	20,3	1,0	-	-	-
Littorina littorea	Ga	-	0,0	-	0,0	-	0,6	1,0	0,9	0,7	1,3	0,5	0,8	0,3	0,3	0,1	0,8	0,0	0,1	0,1	0,1	-	0,6	0,1	0,3	0,6	-	0,1	0,0	-	1,0	0,1	-	-	-	-	-
Mytilus edulis	Bi	-	0,1	-	0,0	-	1,4	0,4	0,4	0,2	15,5	0,2	-	0,5	0,1	0,2	-	0,0	0,1	0,2	0,4	0,0	-	-	-	-	-	0,2	0,1	0,0	14,3	-	-	-	-	-	-
Crassostrea gigas	Bi	-	0,0	-	0,0	-	2,4	2,8	4,7	3,0	10,0	14,0	0,1	4,0	3,3	6,7	12,5	2,0	0,5	1,1	0,8	-	-	0,1	0,5	0,1	-	0,1	0,1	-	0,1	2,2	-	-	-	-	-
Littorina obtusata	Ga	-	0,0	-	-	-	0,2	0,0	0,1	0,2	0,3	0,1	-	0,4	0,3	0,3	-	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	-	-	-	0,1	-	0,3	0,0	-	-	0,1	-	-	-	-	-
Gelidium pusillum	RW	-	0,1	-	-	-	0,0	0,0	9,0	0,1	-	0,9	-	0,2	0,4	0,0	-	-	0,0	-	0,6	-	-	-	-	-	-	1,5	0,6	-	0,4	0,1	-	-	-	-	-
Nucella lapillus	Ga	-	-	-	-	-	0,0	-	0,0	0,0	-	0,0	-	0,0	0,0	0,1	-	-	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-
Bryopsis hypnoides	GW	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	0,0	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-
Chondrus crispus	RW	-	-	-	-	-	-	0,2	0,0	0,0	2,3	2,4	-	0,2	0,0	0,7	-	0,0	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,3	2,9	-	-	0,5	-	-
Lanice conchilega	Po	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,4	-	-	-	-	-	-
Dynamena pumila	Hy	-	-	-	-	-	0,0	-	0,0	0,0	0,3	0,0	-	0,1	0,0	0,8	-	0,0	-	-	0,0	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-
Ceramium deslongchampsii	RW	-	-	-	-	-	0,0	-	0,0	0,0	0,3	-	-	0,0	-	0,1	-	0,0	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	1,3	0,3	-	-	-	-	-
Ceramium rubrum	RW	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,3	0,1	-	0,1	0,0	0,6	-	0,6	0,0	0,0	-	0,0	-	0,1	-	-	0,5	-	-	-	0,3	5,3	-	-	-	-	-
Sagartia troglodytes	An	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,0	0,5	-	-	0,0	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL-Phymatolithon lenormandii	RW	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	0,0	-	1,2	-	0,2	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-
Dictyota dichotoma	BW	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	0,2	-	0,0	0,0	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	0,8	-	-	-	-	-	-
Nitophyllum punctatum	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dumontia contorta	RW	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Scytosiphon lomentaria	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Griffithsia devoniensis	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dladumene luciae	An	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fucus serratus	BW	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,4	-	0,2	-	28,2	19,4	65,1	-	24,0	0,1	0,0	0,2	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	0,8	19,0	-	-	-	-	-
Electra pilosa	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,0	0,0	0,3	-	0,2	-	-	-	-	-	0,0	-	-	0,0	-	-	-	0,1	0,3	-	-	-	-	-	-
Ascophyllum nodosum	BW	-	-	-	-	-	0,0	-	0,3	0,1	-	-	-	0,3	10,0	-	-	0,0	0,9	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	60,0	-	-	-	-	-
Spirorbidae	Po	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,3	0,1	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-
Halichondria panicea	Sp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	-	0,3	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-
Didemnum vexillum	Tu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,1	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-
Ectocarpales	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,0	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-
Styela clava	Tu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,3	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-
Polysiphonia violacea	RW	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	0,6	-	0,0	-	0,0	-	0,7	-	-	-	-	-	0,0	-	-	19,8	-	-	-	1,3	0,2	-	-	-	-	-	-
Sycon ciliatum	Sp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-
Heterosiphonia japonica	RW	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	0,1	-	0,0	-	0,0	-	1,0	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-	1,9	-	-	-	-	-	-
Polysiphonia nigrescens	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,0	0,0	0,0	-	1,7	0,0	-	-	-	-	0,0	-	-	0,1	-	-	-	-	3,3	-	-	-	-	-	-
Polysiphonia nigra	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	0,4	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-
Cystoclonium purpureum	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,2	-	1,5	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-
Tricellaria inopinata	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-
Bowerbankia imbricata	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-
Sargassum muticum	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	0,0	-	0,0	-	1,2	-	0,0	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	2,8	-	-	-	-	-	-
Antithamnion plumula	RW	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	0,0	-	-	0,0	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-
Hypoglossum hypoglossoides	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Callithamnion tetragonum	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alcyonidium gelatinosum	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Crepidula fornicata	Ga	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	-	0,3	0,0	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Elachista spec.	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sphacelaria furcigera	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gracilaria spec.	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Flustrellidra hispida	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Callithamnion byssoides	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aplidium glabrum	Tu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dladumene cincta	An	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Obelia geniculata	Hy	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Metridium senile	An	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ascidiella aspersa	Tu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Diplosoma listerianum	Tu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Griffithsia flosculosa	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fucus juveniel	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,2	-	-	1,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cladophora albida	GW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,0	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,0	0,0	-	-	-	-	-	-
Chaetomorpha aerea	GW	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-
Obelia dichotoma	Hy	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-
Cladophora sericea	GW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-
Botryllus schlosseri	Tu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-
Sarsia tubulosa	Hy	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-
index		0,999	1,344	0,241	0,900	0,000	1,160	1,042	1,924	1,782	2,489	2,013	0,627	1,725	1,832	1,611	2,562	2,090	1,408	1,384	2,099	1,207	1,508	1,678	1,269	1,190	1,800	1,136	1,362	0,885	2,339	2,430	0,608	0,342	1,201	0,000	0,000
evenness		0,552	0,569	0,241	0,578	0,000	0,453	0,433	0,609	0,566	0,695	0,607	0,452	0,551	0,570	0,514	0,774	0,666	0,584	0,540	0,634	0,613	0,656	0,700	0,714	0,524	0,618	0,399	0,594	0,681	0,702	0,667	0,291	0,224	0,758	0,000	0,000
gem. aantal soorten		3,5	5,2	1,3	2,8	1,0	6,0	5,1	9,0	8,9	12,0	10,1	2,8	9,1	9,5	9,5	10,0	9,4	5,7	6,2	10,1	4,1	5,2	5,4	3,5	5,0	7,8	7,5	5,3	2,6	9,5	13,3	4,3	2,0	3,0	1,0	1,0
totaal aantal soorten		9	17	2	15	1	21	22	30	31	15	30	6	52	32	41	12	41	27	29	25	8	10	16	5	8	14	17	17	8	20	43	7	7	3	1	1
aantal kwadranten		38	70	3	150	10	92	73	143	137	2	21	6	427	61	56	2	62	280	169	67	17	21	60	2	8	23	20	36	16	4	13	3	22	1	1	65

Bijlage 2. Hard substraat: soortensamenstelling infralittorale gemeenschappen

Geordende tabel van de gemeenschappen in de infralittorale zone in 2009-2013. Vet gedrukte dichtheden geven een presentie van de soort in minimaal 66.7% van de stations binnen een gemeenschap aan en onderstreepte waarden geven per soort een voorkomen van minimaal 90% van de totale kwantiteit binnen de gemeenschappen aan. Afkortingen: An - anemoon, Bi - tweekleppige, Br - bryozoo, BW - bruinwier, Cr - kreeftachtige, En - entoproct, GW - groenwier, Hy - hydroïd, Po - polychaet, RW - roodwier, Sc - kwal, Sp - spons en Tu - zakpijp.

Gemeenschap		IIa	IIb1	IIa	IIb	IIc	IIe	I4
Crassostrea gigas	Bi	**37,3**	-	**66,7**	**61,1**	-	-	**59,7**
Ceramium rubrum	RW	**25,4**	**10,7**	**11,7**	3,1	**3,7**	1,8	0,6
Polysiphonia nigrescens	RW	**16,2**	**10,2**	**15,3**	2,0	1,5	**4,2**	0,2
Ulva spec.	GW	**5,0**	**13,3**	**3,7**	**3,1**	**3,9**	**4,3**	2,0
Chondrus crispus	RW	**3,5**	-	0,1	0,5	-	0,0	0,3
Electra pilosa	Br	**2,1**	0,4	**2,4**	**0,8**	**0,4**	**0,6**	0,2
Polysiphonia violacea	RW	**1,5**	**2,8**	**0,9**	**3,2**	0,4	1,2	**1,2**
Cystoclonium purpureum	RW	**0,4**	**0,6**	0,2	**3,1**	0,2	**1,3**	-
Cladophora sericea	GW	**0,3**	0,0	**0,3**	-	-	-	0,0
BL *Undaria pinnatifida*	BW	**3,1**	-	**3,4**	**6,8**	**9,2**	0,7	**8,7**
Polysiphonia nigra	RW	**1,3**	**1,2**	-	**0,4**	**0,2**	0,1	0,1
Phyllophora pseudoceranoides	RW	**0,5**	-	**0,2**	**0,1**	-	0,0	-
Ectocarpus spec.	BW	**0,4**	0,1	-	0,0	**0,5**	-	**0,8**
Fucus serratus	BW	**0,4**	-	**0,2**	**0,0**	-	-	-
Undaria pinnatifida	BW	**0,4**	-	-	**1,1**	**1,5**	0,2	**0,9**
Laminaria saccharina	BW	**0,3**	0,0	-	**0,2**	-	**0,0**	-
Ceramium diaslongchampsii	RW	**0,3**	**0,3**	**0,6**	**1,0**	-	0,2	**1,1**
Obelia dichotoma	Hy	**0,2**	**0,2**	-	**0,1**	-	0,0	**0,3**
Clytia hemisphaerica	Hy	**0,2**	**0,7**	**0,4**	**0,2**	**0,3**	**0,2**	0,2
Mytilus edulis	Bi	**0,2**	0,1	**0,1**	**1,3**	-	0,0	**0,1**
Bryopsis hypnoides	GW	**0,1**	-	**0,1**	0,0	-	-	**0,6**
Enteromorpha prolifera	GW	**0,1**	**0,4**	**0,2**	0,0	**0,2**	0,0	0,0
Scypha ciliata	Sp	**0,1**	-	-	0,0	-	**0,0**	**0,1**
Obelia geniculata	Hy	**0,1**	-	**0,1**	0,0	-	-	-
Halichondria panicea	Sp	**0,1**	-	**0,1**	**0,0**	-	-	0,0
Sphacelaria plumigera	BW	**0,1**	-	**0,2**	-	-	-	-
Cliona celata	Sp	**0,1**	-	**0,2**	0,0	-	**0,0**	-
Verruca stroemia	Cr	**0,1**	-	**0,2**	-	-	-	-
Hymeniacidon perlevis	Sp	**0,1**	-	-	**0,0**	-	-	**0,0**
Pedicellina cernua	En	**0,0**	-	-	0,0	-	**0,0**	**0,0**
Spirorbidae	Po	**0,0**	-	-	**0,0**	-	-	-
Sarsia tubulosa	Hy	**0,0**	-	-	**0,0**	-	**0,0**	**0,1**
zeepokken	Cr	1,1	**20,8**	0,4	**1,3**	0,2	3,9	**12,3**
Heterosiphonia japonica	RW	0,1	**9,8**	2,0	**16,2**	**17,3**	**23,6**	**8,3**
Enteromorpha linza	GW	0,1	**2,4**	-	0,0	**0,3**	0,0	0,0
Hypoglossum hypoglossoides	RW	0,7	**1,1**	**3,4**	**2,0**	**1,7**	**1,3**	**3,4**
Ciona intestinalis	Tu	0,0	**4,0**	0,2	**0,4**	0,2	**0,6**	0,2
BL *Sargassum muticum*	BW	0,9	**2,1**	0,2	**4,6**	**1,7**	**7,0**	**2,2**
Sargassum muticum	BW	0,4	**0,5**	**0,4**	**2,0**	**0,5**	**2,7**	**0,7**
Chondria dasyphylla	RW	-	**0,4**	-	**0,6**	-	**0,4**	-
Ascidiella aspersa	Tu	-	**0,3**	-	**0,2**	**0,4**	**0,5**	**0,2**
Lomentaria clavellosa	RW	-	**0,3**	-	**0,1**	-	**0,0**	0,0
Obelia bidentata	Hy	-	**0,3**	-	**0,0**	-	0,0	-
Sagartia troglodytes	An	0,0	**0,2**	**0,2**	0,0	-	**0,1**	**0,1**
Griffithsia devoniensis	RW	-	**0,2**	-	**0,2**	-	**0,4**	0,0
Bugula plumosa	Br	-	**0,1**	-	**0,1**	**0,2**	**0,2**	-
Gracilaria gracilis	RW	-	**0,0**	-	-	-	**0,0**	-
Eudendrium ramosum	Hy	-	**0,0**	-	**0,0**	-	**0,0**	-

Vervolg

Gemeenschap		I1a	I1b1	I2a	I2b	I2c	I3a	I4
Enteromorpha compressa	GW	0,2	0,1	-	-	-	-	-
Porphyra spec.	RW	0,3	-	-	-	-	-	-
Operculatella lacerata	Hy	0,0	-	-	-	-	-	-
Calycella syringa	Hy	0,0	-	-	-	-	-	-
Codium fragile	GW	0,0	-	-	-	-	-	-
Chaetomorpha melagonium	GW	0,0	-	-	-	-	-	-
Sagartia elegans	An	-	0,0	-	-	-	-	-
Dictyota dichotoma	BW	-	0,9	0,1	**12,3**	5,9	**4,0**	**10,8**
Didemnum vexillum	Tu	-	0,0	0,2	**2,0**	**1,3**	**1,8**	**6,2**
Botryllodes violacea	Tu	-	-	-	0,2	0,5	0,4	**4,4**
Antithamnion plumula	RW	0,1	0,1	**3,5**	**1,2**	**0,7**	0,5	**1,5**
Styela clava	Tu	-	-	0,2	0,4	**0,8**	0,3	**1,4**
Diplosoma listerianum	Tu	0,1	-	**0,3**	**1,9**	-	**0,9**	**0,4**
Griffithsia flosculosa	RW	-	0,0	-	0,4	**0,8**	0,0	0,6
Dasya baillouviana	RW	-	-	-	0,2	0,2	0,2	0,5
Aplidium glabrum	Tu	-	-	-	0,1	-	0,0	0,2
Metridium senile	An	-	-	2,2	0,0	-	0,0	0,2
Tricellaria inopinata	Br	-	-	-	0,4	-	0,5	0,1
Desmarestia viridis	BW	-	-	-	0,1	-	-	0,1
Mycale micracanthoxea	Sp	-	-	-	0,1	-	-	0,1
Diadumene cincta	An	-	-	0,1	0,1	-	-	0,1
Leucosolenia variabilis	Sp	-	-	0,1	0,1	-	0,0	0,1
Conopeum reticulum	Br	-	-	-	0,0	-	-	0,0
Bowerbankia spec.	Br	-	-	0,3	0,0	-	0,0	0,0
Molgula spec.	Tu	-	-	0,1	-	-	0,0	0,0
Lamice conchilega	Po	-	-	-	0,0	-	0,0	0,0
Grateloupia turuturu	RW	-	-	-	-	-	-	4,2
Botryllus schlosseri	Tu	-	-	-	-	-	-	0,1
Codiales (tijle fase)	GW	-	-	-	-	-	-	0,0
Sagartiogeton undatus	An	-	-	-	-	-	-	0,0
Diadumene lucize	An	-	-	-	-	-	-	0,0
Agardhiella subulata	RW	-	-	-	1,2	1,7	**4,9**	0,4
lokerbouwende organismen	Po/Cr	0,2	**0,3**	**0,7**	**1,1**	**16,9**	**1,4**	**0,4**
Nitophyllum punctatum	RW	-	-	-	1,1	0,7	**1,0**	-
Callithamnion tetragonum	RW	-	-	-	2,1	0,7	2,4	0,0
Halecium halecinum	Hy	-	-	-	0,4	-	0,1	-
Scrupocellaria scruposa	Br	-	-	0,1	0,0	0,1	0,1	-
Fenestrulina cf delicia	Br	-	-	-	0,0	-	0,0	-
Scruparia ambigua	Br	-	-	-	-	-	0,0	-
BL *Laminaria saccharina*	BW	-	-	0,9	-	-	-	-
Callopora cf dumerilii	Br	-	-	0,3	0,0	-	-	-
Rhodochorton purpureum	RW	-	-	-	0,2	-	-	-
Halichondria bowerbanki	Sp	-	-	-	0,1	-	-	-
Bicellariella ciliata	Br	-	-	-	0,0	-	-	-
Smittoidea cf prolifica	Br	-	-	-	0,0	-	-	-
Crypotsula pallasiana	Br	-	-	-	0,0	-	-	-
Ceramium cimbricum	RW	-	-	-	0,0	-	-	-
Barentsia gracilis	En	-	-	-	0,0	-	-	-
Chaetomorpha aerea	GW	-	-	-	0,0	-	-	-
Cladophora rupestris	GW	-	-	-	0,0	-	-	-
Cladostephus spongiosus	BW	-	-	-	0,0	-	-	-
Phymatolithon lenormandii	RW	-	-	-	0,0	-	-	-
Callithamnion byssoides	RW	-	-	-	-	0,1	-	-
Polysiphonia elongata	RW	-	-	-	-	0,2	-	-
index (base2)		2,575	2,931	2,487	2,747	3,238	2,939	2,749
evenness		0,601	0,696	0,504	0,581	0,695	0,663	0,590
gemiddeld aantal soorten		20,3	18,6	30,5	27,0	25,5	22,0	25,3
aantal soorten		48	38	43	81	35	60	61
aantal stations		8	8	2	32	2	15	17
% kaal		51,3	57,5	23,4	26,0	53,4	61,3	22,7

Bijlage 3. Hard substraat: soortensamenstelling circalittorale gemeenschappen

Geordende tabel van de gemeenschappen in de circalittorale zone in 2009-2013. Vet gedrukte dichtheden geven een presentie van de soort in minimaal 66.7% van de stations binnen een gemeenschap aan en onderstreepte waarden geven per soort een voorkomen van minimaal 90% van de totale kwantiteit binnen de gemeenschappen aan. Afkortingen: An - anemoon, Bi - tweekleppige, Br - bryozoo, BW - bruinwier, Cr - kreeftachtige, En - entoproct, GW - groenwier, Hy - hydroïd, Po - polychaet, RW - roodwier, Sc - kwal, Sp - spons en Tu - zakpijp.

Station		M1a	M1b	C1a	C1b	C1c	C1d	Z2b	Z2c	M2	M3	kol-2	kol-1	C4a	C4b	veen	kol-3
Scrupocellaria scruposa	Br	0,0	0,1	1,5	2,7	2,2	5,7	-	0,5	1,2	0,7	4,9	0,0	-	0,2	-	1,5
Obelia dichotoma	Hy	0,0	0,3	5,8	2,1	7,5	1,0	3,6	-	-	0,7	0,6	2,3	0,5	-	3,2	1,5
Sagartia troglodytes	An	0,2	0,1	0,3	0,0	0,1	0,0	0,0	-	-	-	0,2	0,2	-	-	0,1	1,2
Ascidiella aspersa	Tu	-	-	0,1	0,1	0,4	1,1	1,6	-	-	0,3	1,3	1,4	-	0,6	0,9	0,4
Antithamnion plumula	RW	-	0,0	-	0,1	-	-	0,2	-	-	-	0,0	0,0	0,7	0,3	-	0,1
kokerbouwende organismen	Po/Cr	0,1	0,4	16,6	5,7	1,1	5,0	0,5	0,5	41,7	0,4	25,9	0,3	1,0	0,6	27,7	2,2
Didemnum vexillum	Tu	0,1	0,2	7,7	6,4	8,2	3,9	13,7	0,5	0,3	0,5	4,7	0,6	3,3	4,7	16,5	0,5
Diplosoma listerianum	Tu	0,0	0,3	7,3	12,5	2,5	4,4	4,3	0,3	2,3	21,8	7,5	0,9	4,0	6,2	2,9	1,7
Botrylloides violacea	Tu	-	-	-	0,2	7,0	1,5	4,6	-	2,2	-	0,7	0,2	-	-	4,2	-
Bowerbankia spec.	Br	-	-	0,0	0,0	-	0,0	-	-	-	0,1	0,0	0,0	0,3	-	0,1	-
Polysiphonia violacea	RW	-	-	-	0,0	-	-	0,0	-	-	-	0,0	-	-	0,2	0,0	-
Aurelia aurita (strobilus)	Sc	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-
Crassostrea gigas	Bi	78,6	80,2	82,3	81,9	76,7	25,0	83,1	90,0	70,0	0,6	0,1	0,3	83,3	91,7	-	-
Metridium senile	An	20,7	16,7	1,8	1,1	0,3	0,1	2,2	5,3	0,7	-	0,2	0,1	4,0	0,2	-	0,2
Verruca stroemia	Cr	0,5	0,4	-	0,0	-	-	-	-	-	0,2	0,0	-	-	-	-	-
Electra pilosa	Br	0,4	0,5	3,9	0,1	0,3	0,4	0,0	-	0,2	-	0,5	0,9	-	-	-	0,2
Halichondria panicea	Sp	0,7	0,6	-	0,3	-	0,5	0,0	0,3	-	-	0,7	-	-	-	-	-
Cliona celata	Sp	0,2	0,1	0,1	0,0	0,5	1,0	0,1	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-
Callopora cf dumerilii	Br	0,1	0,3	-	0,0	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,2	-	-	-
Spirorbidae	Po	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-
Smittoidea cf prolifica	Br	0,0	0,0	-	-	-	0,0	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-
Calycella syringa	Hy	0,0	0,0	0,1	0,0	-	0,1	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-
Anguinella palmata	Br	0,0	-	0,0	0,0	-	0,1	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-
Conopeum reticulum	Br	0,1	0,4	0,1	0,0	-	0,2	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-
Diadumene cincta	An	-	0,9	4,3	2,1	-	1,7	2,1	0,2	-	-	0,0	0,0	-	-	-	-
Tubularia indivisa	Hy	0,0	0,2	3,3	0,1	-	0,9	-	-	-	-	0,1	0,2	-	-	-	-
Clytia hemisphaerica	Hy	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,0	-	0,2	0,1	0,1	0,9	-	0,2	-	-
Schizomavella linearis	Br	-	0,0	0,1	0,0	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Molgula spec.	Tu	-	0,0	0,2	0,0	-	0,1	0,0	-	-	-	0,0	0,0	-	-	-	-
Pomatoceros triqueter	Po	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,0	-	-	-	-	-
Alcyonidium mytili	Br	-	0,0	0,0	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ostrea edulis	Bi	0,1	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hypoglossum hypoglossoides	RW	-	-	-	0,1	-	-	0,1	-	-	-	0,0	0,1	-	1,0	-	-
Obelia bidentata	Hy	0,1	0,1	-	1,4	-	1,1	0,1	-	-	-	0,1	0,8	-	3,9	-	-
Polysiphonia nigrescens	RW	-	-	-	-	0,4	-	-	-	-	-	0,0	0,0	-	2,0	-	0,1
Halecium halecinum	Hy	-	-	0,1	4,3	0,9	0,1	0,4	-	-	0,5	3,0	0,5	-	1,7	-	-
Styela clava	Tu	0,0	0,1	0,5	1,2	1,0	6,5	1,7	0,3	-	1,1	0,6	0,0	-	1,0	0,1	-
Ceramium deslongchampsii	RW	-	-	-	0,0	0,4	-	0,1	-	-	-	0,0	0,0	-	0,4	-	-
Griffithsia devoniensis	RW	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	0,2	-	-
Aplidium glabrum	Tu	-	-	0,1	-	-	0,8	0,0	-	-	-	0,1	0,1	-	0,2	-	-
Bugula plumosa	Br	-	0,0	-	0,7	1,1	0,3	-	-	-	0,5	1,0	0,1	-	0,1	0,1	0,3
zeepokken	Cr	0,2	0,3	6,3	0,7	0,3	7,7	3,2	0,5	-	0,6	2,1	24,0	2,0	0,9	0,0	-
Mycale micracanthoxea	Sp	0,0	0,1	0,8	0,6	-	3,0	0,2	1,7	-	1,7	0,1	-	1,3	-	0,3	-
Eudendrium ramosum	Hy	0,0	0,0	1,1	9,9	1,7	1,6	0,3	-	2,5	0,2	2,3	1,0	1,3	-	-	-
Haliclona xena	Sp	-	-	-	0,0	-	-	0,3	-	-	-	0,1	-	1,0	-	0,0	-
Leucosolenia variabilis	Sp	0,1	0,1	0,6	0,3	-	0,3	0,1	0,2	-	0,4	0,2	0,0	0,2	-	-	-

Vervolg.

Station		M1a	M1b	C1a	C1b	C1c	C1d	Z2b	Z2c	M2	M3	kol-2	kol-1	C4a	C4b	veen	kol-3
Heterosiphonia japonica	RW	-	-	-	0,4	0,4	0,0	0,4	-	-	-	0,4	0,1	6,7	16,5	0,2	-
Callithamnion tetragonum	RW	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,7	0,4	-	-
Dictyota dichotoma	BW	-	0,0	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	0,3	-	-
Nitophyllum punctatum	RW	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,9	-	-
Callithamnion byssoides	RW	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-
BL *Undaria pinnatifida*	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,7	-	-	-
Codiales (ijle fase)	GW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,8	-	-	-
Undaria pinnatifida	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-
Ciona intestinalis	Tu	0,0	0,7	1,0	0,8	1,3	16,6	1,2	4,0	-	0,6	2,6	21,2	0,3	0,9	0,2	0,2
Bicellariella ciliata	Br	-	-	0,1	1,1	0,4	0,6	0,1	-	-	0,5	0,8	0,2	-	-	-	-
Tubularia larynx	Hy	-	-	0,4	0,2	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-
Sabella pavonina	Po	-	-	-	0,2	-	0,1	-	-	-	-	0,2	0,1	-	-	-	-
Lanice conchilega	Po	0,0	-	0,1	0,0	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	-	-	-	-
Pedicellina cernua	En	-	-	-	0,0	-	0,0	0,0	-	-	-	0,0	0,0	-	-	-	-
Scruparia ambigua	Br	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	0,0	0,0	-	-	-	-
Ceramium rubrum	RW	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	-	-	-	-
Sertularia cupressina	Hy	-	-	0,3	0,1	0,4	0,0	-	-	-	0,2	0,6	-	-	-	-	-
Tricellaria inopinata	Br	-	-	-	0,1	-	0,5	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-
Scypha ciliata	Sp	-	-	0,1	0,0	-	0,4	-	0,2	0,2	-	0,2	0,0	-	-	0,0	-
Haliclona oculata	Sp	-	-	0,1	0,6	0,1	0,3	0,1	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-
KL *Schizomavella linearis*	Br	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-
Polysiphonia nigra	RW	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-
Cystoclonium purpureum	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-
Bowerbankia citrina	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-
KL *Callopora cf dumerilii*	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-
Halichondria bowerbanki	Sp	-	0,1	2,9	0,5	-	0,5	0,1	-	3,7	1,5	0,1	-	-	-	-	-
KL *Electra pilosa*	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	-	0,0	-	-	-	-
KL *Conopeum reticulum*	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	0,0	-	-	-	-	-
KL *Fenestrulina cf delicia*	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,0	-	-	-	-	-
KL *Smittoidea cf prolifica*	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-
Sagartia elegans	An	0,0	-	0,5	0,2	-	0,0	-	-	2,7	0,1	-	0,1	-	-	-	-
Sagartogeton undatus	An	-	-	-	0,0	-	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-
Fenestrulina cf delicia	Br	0,0	-	-	0,1	-	-	0,0	0,2	-	-	0,0	-	-	-	-	-
Bougainvillia ramosa	Hy	-	-	0,2	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cryptosula pallasiana	Br	-	-	-	-	0,1	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sarsia tubulosa	Hy	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Griffithsia flosculosa	RW	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mytilus edulis	Bi	0,2	0,3	15,0	0,2	-	3,6	0,1	-	-	0,4	0,0	0,2	0,2	-	-	-
Hymeniacidon perlevis	Sp	-	-	-	0,0	0,3	0,9	0,1	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-
Prosuberites epiphytum	Sp	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Barentsia gracilis	En	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Halisarca dujardini	Sp	-	-	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-
Alcyonium digitatum	An	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Opercularella lacerata	Hy	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
index (base2)		0,955	1,099	2,558	2,242	2,002	3,299	1,770	0,989	1,792	3,076	2,602	1,934	1,979	1,800	1,733	2,790
eveness		0,307	0,275	0,577	0,516	0,453	0,690	0,441	0,247	0,459	0,703	0,596	0,494	0,444	0,424	0,556	0,841
gemiddeld aantal soorten		9,6	16,3	23,0	20,6	21,5	27,9	16,4	16,0	15,0	22,0	20,4	14,9	22,0	19,0	9,2	10,0
aantal stations		12	9	5	39	2	15	17	1	1	2	44	22	1	2	5	2
aantal soorten		33	37	42	60	27	50	43	16	15	28	64	41	22	27	18	13
% kaal		21,1	16,5	9,0	17,9	23,3	14,9	16,4	10,0	25,0	64,9	40,9	49,3	16,7	13,4	49,7	95,5

Bijlage 4. Infauna: soortensamenstelling infauna gemeenschappen

Tabel. Geordende tabel van de zachtsubstraat gemeenschappen in de Oosterschelde. Vet gedrukte dichtheden geven een presentie van de soort in 66.7% van de stations van een gemeenschap, onderstreepte waarden geven per soort een voorkomen van minimaal 90% van de totale kwantiteit binnen de onderzochte stations. Afkortingen: An - Anthozoa, Br - Bryozoa, Cr - Crustacea, Ech - Echinodermata, Mol - Mollusca, Ne - Nemertea, Ol - Oligochaeta, Ph - Phoronida, Pl - Plathyhelminthes, Po - Polychaeta, Pyc - Pycnogonidae, Sp - Porifera en Tu - Tunicaten.

		A1	A2	B	C1	C2	D	E	F	G	H	I	J	K	M	N	O	leeg
Nudibranchia	Mol	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**50,2**	-
Brachyura	Cr	2,6	-	-	-	3,3	-	**50,2**	-	-	-	-	-	-	-	**50,2**	-	-
Mytilus edulis	Mol	1,3	-	-	11,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**50,2**	-	-	-
Actiniaria	An	60,5	-	-	59,5	**127,2**	-	**200,9**	-	-	**125,6**	-	-	**351,6**	-	-	-	-
Malmgreniella (Harmothoe) lunulata	Po	-	-	-	9,3	10,0	**50,2**	-	-	-	-	-	-	**50,2**	-	-	-	-
Ascidiacea	Tu	3,9	-	-	6,6	-	-	-	-	-	25,1	-	-	**50,2**	-	-	-	-
Asterias rubens	Ech	-	-	-	5,3	-	-	-	-	-	25,1	-	-	**50,2**	-	-	-	-
Photis spec.	Cr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**50,2**	-	-	-	-
Nephtys hombergii	Po	59,2	-	**50,2**	76,7	73,7	-	-	-	-	-	21,5	**150,7**	-	-	-	-	-
Streblospio shrubsoli	Po	**161,0**	-	-	85,9	63,6	-	-	-	-	-	-	**50,2**	-	-	-	-	-
Ophiuroidea	Ech	-	-	-	14,5	6,7	-	-	-	-	25,1	-	25,1	-	-	-	-	-
Phoronida	Ph	30,9	-	-	23,8	3,3	-	-	-	-	-	-	25,1	-	-	-	-	-
Amphipoda	Cr	-	-	-	14,5	-	-	-	-	-	-	-	12,6	-	-	-	-	-
Ensis spec.	Mol	1,3	-	-	41,0	16,7	-	**50,2**	-	-	-	-	12,6	-	-	-	-	-
Eteone spec.	Po	5,2	-	-	59,5	30,1	-	-	-	-	-	-	12,6	-	-	-	-	-
Monocorophium insidiosum	Cr	3,9	-	-	14,5	6,7	-	-	-	-	-	-	12,6	-	-	-	-	-
Ruditapes philippinarum	Mol	1,3	-	-	7,9	10,0	-	-	-	-	-	-	12,6	-	-	-	-	-
Sycon ciliatum	Sp	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	25,1	-	12,6	-	-	-	-	-
Fabricia stellaris stellaris	Po	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50,2	-	-	-	-	-
Gammarus locusta	Cr	-	-	-	4,0	10,0	-	-	-	**50,2**	-	14,4	-	-	-	-	-	-
Ophiothrix fragilis	Ech	6,4	-	-	1,3	3,3	-	-	-	-	-	14,4	-	-	-	-	-	-
Cerastoderma edule	Mol	-	-	-	2,6	-	-	-	-	-	-	7,2	-	-	-	-	-	-
Platynereis dumerilli	Po	-	-	-	4,0	-	-	-	-	-	-	7,2	-	-	-	-	-	-
Nephtys caeca	Po	-	-	-	-	3,3	-	-	-	-	-	7,2	-	-	-	-	-	-
Crangon crangon	Cr	10,3	-	-	17,2	23,4	**50,2**	-	-	-	**75,3**	7,2	-	-	-	-	-	-
Carcinus maenas	Cr	-	-	-	4,0	-	**50,2**	-	-	-	25,1	-	-	-	-	-	-	-
Hydrozoa	Hy	-	-	-	4,0	-	-	-	-	-	25,1	-	-	-	-	-	-	-
Nemertea	Ne	56,7	-	-	18,5	6,7	-	-	-	-	25,1	-	-	-	-	-	-	-
Nephtys spec.	Po	18,0	-	-	6,6	36,8	-	**50,2**	25,1	-	25,1	-	-	-	-	-	-	-
Pseudopolydora pulchra	Po	10,3	-	-	72,7	16,7	-	-	-	-	25,1	-	-	-	-	-	-	-
Spiophanes bombyx	Po	2,6	-	-	38,3	127,2	-	-	-	-	25,1	-	-	-	-	-	-	-
Tornus subcarinatus	Mol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25,1	-	-	-	-	-	-	-
Gattyana cirrosa	Po	5,2	-	-	42,3	-	-	-	-	**50,2**	-	-	-	-	-	-	-	-
Arenicola spec.	Po	-	-	-	-	-	-	-	-	**50,2**	-	-	-	-	-	-	-	-
Heteromastus filiformis	Po	157,1	**75,3**	**50,2**	**606,7**	**334,8**	-	**100,5**	100,5	-	**75,3**	-	-	-	-	-	-	-
Aoridae	Cr	15,5	-	**50,2**	27,8	-	-	-	25,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Corophium spec.	Cr	21,9	-	-	33,0	30,1	-	-	25,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nereis diversicolor	Po	-	-	-	4,0	-	-	**50,2**	25,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pholoe inornata	Po	-	-	-	37,0	-	-	-	25,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Streblospio spec.	Po	-	-	-	1,3	-	-	-	25,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Corophiidae	Cr	-	-	-	-	-	-	-	25,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Scoloplos armiger	Po	225,4	-	-	**1628,4**	**1218,8**	-	**1054,8**	-	**50,2**	-	7,2	-	-	-	-	-	-
Phyllodoce mucosa	Po	3,9	-	-	**138,8**	13,4	-	**351,6**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cheirocratus sundevallii	Cr	-	-	-	108,4	3,3	-	**150,7**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lanice conchilega	Po	5,2	-	-	434,9	144,0	-	**150,7**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Eumida spec.	Po	-	-	-	29,1	16,7	-	**100,5**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ampharete acutifrons	Po	2,6	-	-	95,2	-	-	**100,5**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Crepidula fornicata	Mol	1,3	-	-	113,7	3,3	**50,2**	**100,5**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Notomastus latericeus	Po	10,3	-	-	**196,9**	26,8	-	**50,2**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Decapoda	Cr	-	-	-	27,8	-	-	**301,4**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ophiura spec.	Ech	-	-	-	4,0	-	-	**100,5**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bodotria pulchella	Cr	-	-	-	1,3	-	-	**50,2**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Autolytus spec.	Po	1,3	-	-	-	-	-	**50,2**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Syllis gracillis	Po	-	-	-	-	-	-	**50,2**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aphelochaeta marioni	Po	**604,0**	25,1	-	**1817,4**	**793,6**	**2260,2**	-	**200,9**	-	75,3	28,7	12,6	-	-	-	-	-
Oligochaeta	Ol	**2067,0**	75,3	**1255,7**	**1582,1**	**596,0**	**301,4**	-	-	**50,2**	**150,7**	78,9	-	-	-	-	-	-
Capitella capitata	Po	179,0	**401,8**	-	227,3	3,3	**200,9**	-	25,1	-	-	**78,9**	-	-	-	-	-	-
Cossura longocirrata	Po	121,1	-	**150,7**	107,1	50,2	**150,7**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Macoma balthica	Mol	5,2	-	-	41,0	13,4	**150,7**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Caprellidae	Cr	5,2	-	-	**466,6**	10,0	**100,5**	-	25,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bryozoa	Br	1,3	-	-	6,6	-	**50,2**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Flabelligera affinis	Po	-	-	-	19,8	-	**50,2**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polydora cornuta	Po	2,6	-	-	44,9	-	**50,2**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Veneridae	Mol	5,2	-	-	80,6	3,3	**50,2**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Abra prismatica	Mol	-	-	-	-	-	**50,2**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Porifera	Sp	1,3	-	-	4,0	-	**50,2**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Abra alba	Mol	177,7	-	-	**326,5**	**1895,2**	**50,2**	**50,2**	**50,2**	-	-	35,9	-	-	-	-	-	-
Aora typica	Cr	11,6	-	-	93,8	26,8	-	-	-	-	-	7,2	-	-	-	-	-	-
Bivalvia	Mol	10,3	-	-	4,0	23,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Corophium sextonae	Cr	33,5	-	-	89,9	60,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nereis spec.	Po	5,2	-	-	1,3	6,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Exogone naidina	Po	5,2	-	-	9,3	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Melita spec.	Cr	2,6	-	-	-	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ophiura albida	Ech	1,3	-	-	7,9	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Abra nitida	Mol	2,6	-	-	14,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bodotria scorpioides	Cr	2,6	-	-	14,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Echinocadium cordatum	Ech	3,9	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Glycera spec.	Po	5,2	-	-	74,0	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hesionidae	Po	3,9	-	-	5,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Melita obtusata	Cr	3,9	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polynoidae	Po	5,2	-	-	2,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stenothoidae	Cr	1,3	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Venerupis corrugata	Mol	3,9	-	-	39,7	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Owenia fusiformis	Po	5,2	-	**100,5**	27,8	56,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Phyllodoce spec.	Po	11,6	-	**50,2**	33,0	33,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bathyporeia spec.	Cr	2,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gammaridae	Cr	2,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gammarus spec.	Cr	2,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gastropoda	Mol	2,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Neoamphitrite spec.	Po	2,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tellimya ferruginosa	Mol	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tellina fabula	Mol	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tellina tenuis	Mol	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pectinaria koreni	Po	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lumbrineridae	Po	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Spionidae	Po	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Vervolg.

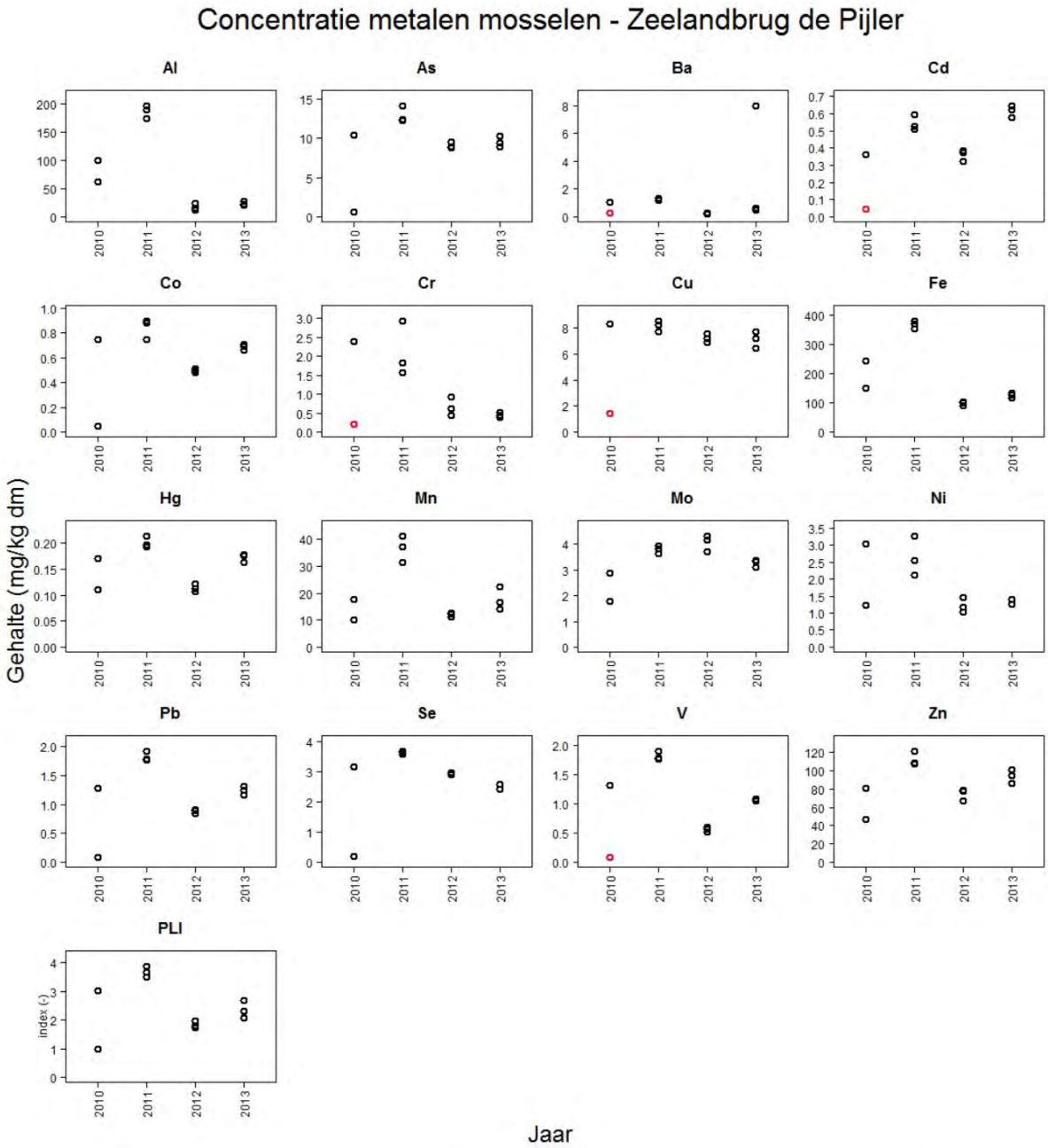
		A1	A2	B	C1	C2	D	E	F	G	H	I	J	K	M	N	O	leeg
Pygospio elegans	Po	1,3	-	**50,2**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pholoe baltica	Po	-	-	-	17,2	113,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Microdeutopus anomalus	Cr	5,2	-	-	101,8	40,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sthenelais boa	Po	6,4	-	-	51,5	33,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nereis longissima	Po	2,6	-	-	38,3	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Microdeutopus spec.	Cr	1,3	-	-	31,7	10,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Neoamphitrite figulus	Po	1,3	-	-	33,0	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sabella spec.	Po	-	-	-	9,3	16,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mya arenaria	Mol	1,3	-	-	7,9	13,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Perioculodes longimanus	Cr	1,3	-	-	7,9	10,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polychaeta	Po	1,3	-	-	5,3	10,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kefersteinia cirrata	Po	-	-	-	13,2	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jassa spec.	Cr	-	-	-	2,6	13,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Crassicorophium bonellii	Cr	1,3	-	-	7,9	6,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nassarius spec.	Mol	-	-	-	5,3	10,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Idotea spec.	Cr	1,3	-	-	10,6	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Anoplodactylus petiolatus	Pyc	-	-	-	7,9	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Petricola pholadiformis	Mol	-	-	-	7,9	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Phyllodoce groenlandica	Po	-	-	-	4,0	6,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nereis virens	Po	-	-	-	1,3	6,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Spisula subtruncata	Mol	-	-	-	1,3	6,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bodotriidae	Cr	-	-	-	1,3	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Eteone longa	Po	-	-	-	1,3	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polycirrus spec.	Po	2,6	-	-	103,1	6,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pholoe minuta	Po	1,3	-	-	51,5	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ampelisca brevicornis	Cr	-	-	-	38,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Harmothoe impar	Po	-	-	-	33,0	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ostracoda	Cr	1,3	-	-	23,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Glycera tridactyla	Po	-	-	-	22,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cheirocratus spec.	Cr	-	-	-	15,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Microphthalmus aberrans	Cr	-	-	-	11,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Eumida sanguinea	Po	-	-	-	9,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aonides oxycephala	Po	-	-	-	7,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Eteone flava/longa	Po	-	-	-	6,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Eteoninae	Po	-	-	-	6,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GAMMARIDEA	Cr	-	-	-	6,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lepidonotus squamatus	Po	-	-	-	6,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Syllidia armata	Po	-	-	-	6,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Achelia echinata	Pyc	-	-	-	5,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nephtys cirrosa	Po	-	-	-	5,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nicolea zostericola	Po	-	-	-	5,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Balanus crenatus	Cr	-	-	-	5,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ensis directus	Mol	-	-	-	5,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nereis succinea	Po	-	-	-	4,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kurtiella bidentata	Mol	-	-	-	4,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pholoe spec.	Po	-	-	-	4,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Amphilochus neapolitanus	Cr	-	-	-	2,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lepidonotus spec.	Po	-	-	-	2,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nymphon spec.	Pyc	-	-	-	2,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Platyhelminthes	Pl	-	-	-	2,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Proceraea cornuta	Po	-	-	-	2,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ammothea hilgendorfi	Pyc	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aphroditidae	Po	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Arenicola marina	Po	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Atylidae	Cr	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Atylus swammerdami	Cr	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Autolytus edwardsi	Po	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Autylus profiler	Po	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ciona intestinalis	Tu	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Crangon spec.	Cr	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Epitonium clathrus	Mol	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Eulalia viridis	Po	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Harmothoe spec.	Po	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Harmothoe imbricata	Po	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hippolyte	Cr	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hippolyte varians	Cr	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jassa marmorata	Cr	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Liocarcinus holsatus	Cr	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Liocarcinus navigator	Cr	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Macropodia rostrata	Cr	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Magelona spec.	Po	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polydora ciliata	Po	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sabillida	Po	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Scolelepis fuliginosa	Po	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Spio martinensis	Po	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stenothoe marina	Cr	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stenothoe monoculoides	Cr	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tanaidacea	Cr	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Terebellidae	Po	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nassarius reticulatus	Mol	-	-	-	-	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polydora spec.	Po	-	-	-	-	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Spio spec.	Po	-	-	-	-	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
n/m2		4222,9	577,6	1757,9	10090,2	6308,5	3716,8	3164,3	577,6	251,1	778,5	315,7	389,3	552,5	50,2	50,2	50,2	0,0
Index (log base 2)		2,314	1,149	1,619	3,355	2,742	2,396	3,518	2,342	2,322	2,929	1,393	1,511	1,673	0,000	0,000	0,000	****
Evenness		0,677	0,725	0,540	0,716	0,691	0,586	0,814	0,842	1,000	0,945	0,617	0,837	0,720	0,000	0,000	0,000	****
Gemiddeld aantal soorten		10,8	3,0	8,0	26,8	17,1	17,0	20,0	7,0	5,0	10,0	3,7	4,0	5,0	1,0	1,0	1,0	0,0
totaal aantal soorten		82	4	8	152	75	17	20	12	5	16	13	12	5	1	1	1	1
n stations		39	2	1	38	15	1	1	2	1	2	7	4	1	1	1	1	1

Bijlage 5. Gemiddelde metaal gehalten in schelpdieren in 2013.

Tabel 8. Gemiddelde metaalconcentratie (gem), spreiding (variantie en standaard deviatie) en testresultaten voor lineaire trends (R^2 en p-waarde (richting)) in mosselen en Japanse oesters bemonsterd op Zeelandbrug in 2013. De vetgedrukte waarden geven significante ($p<0.05$) waarden aan. Voor de in rood afgedrukte waarden lag een of twee metingen onder de detectielimiet (uitgezonderd Cr: 5 van de 11 metingen in oesters onder de detectielimiet). In die gevallen is de concentratie gelijk aan de detectiegrens gebruikt in de berekening van het gemiddelde, standaarddeviatie en trend.

	mosselen					Japanse oester				
	gem	var	sd	R^2	p	gem	var	sd	R^2	p
Al	76.87	5644.93	75.13	0.362	0.05	24.26	120.24	10.97	0.037	0.548
As	9.65	11.96	3.46	0.025	0.640	17.01	19.43	4.41	0.007	0.794
Ba	1.35	5.02	2.24	0.103	0.336	1.20	5.98	2.45	0.116	0.279
Cd	0.45	0.03	0.18	**0.366**	**0.049 (+)**	0.97	0.01	0.09	0.002	0.905
Co	0.62	0.06	0.24	0.027	0.629	0.28	0.00	0.03	0.135	0.239
Cr	1.11	0.85	0.92	0.307	0.077	0.43	0.03	0.17	0.102	0.311
Cu	7.03	3.87	1.97	0.061	0.464	111.48	113.35	10.65	0.001	0.980
Fe	197.69	13798.61	117.47	0.305	0.078	173.14	564.85	23.77	0.061	0.440
Hg	0.16	0.00	0.04	0.001	0.934	0.22	0.00	0.03	0.296	0.068
Mn	20.57	121.49	11.02	0.060	0.469	34.10	254.55	15.95	0.094	0.333
Mo	3.46	0.51	0.71	0.133	0.271	1.73	0.93	0.97	**0.713**	**0.0005 (-)**
Ni	1.80	0.65	0.81	0.351	0.054	0.64	0.20	0.45	0.198	0.147
Pb	1.20	0.28	0.53	0.002	0.874	0.57	0.01	0.08	0.304	0.063
Se	2.78	0.92	0.96	0.011	0.756	3.21	0.89	0.94	0.235	0.110
V	1.07	0.35	0.59	0.013	0.738	0.66	0.01	0.11	0.011	0.747
Zn	87.98	446.05	21.12	0.033	0.591	2203.40	67026.38	258.89	0.003	0.866
Dr. stof	15.35	10.12	3.18	0.076	0.413	10.41	3.14	1.77	0.254	0.095
PLI	2.51	0.84	0.92	0.038	0.567	2.43	0.05	0.23	0.188	0.159

Bijlage 6. Dataserie in metaalconcentratie.



Dataserie in metaalconcentratie (mg.kg droge stof) gemeten in mosselen. Rode datapunten betreffen waarden < detectielimiet.

Bijlage 7. Ruwe data zware metalen T0 Zierikzee

Ruwe data van de T0 (2013) bemonstering bij Zierikzee voor *Ciona intestinalis* (doorzichtige zakpijp), *Styela clava* (japanse zakpijp), *Ascidiella spec., Crassostrea gigas* (japanse oester) en *Fucus vesiculosus* (blaaswier). De waarden zijn weergegeven in mg/kg en mg/kg/ds.

		Ciona intestinalis			***Styela clava***			***Ascidiella spec***			***Crassostrea Japanse oester***			***Fucus vesiculosus***	
		A	**B**	**C**	**A**	**B**	**C**	**A**	**B**	**C**	**A**	**B**	**C**	**A**	**B**
Al	(mg/kg)	247	249	240	157	145	151	195	182	173	0.92	0.99	0.53	3	4
As	(mg/kg)	0.9	1.4	1.0	0.9	1.8	4.5	1.6	1.7	1.5	1.7	1.4	1.7	5	5
Cu	(mg/kg)	0.62	0.60	0.62	0.59	0.59	0.63	0.51	0.53	0.46	5.5	6.7	6.1	3	3
Fe	(mg/kg)	348	336	337	241	215	224	327	284	266	17.5	18.0	19.6	0	0
Mn	(mg/kg)	44	36	35	70	68	82	63	59	49	5.9	3.9	6.3	0	0
Zn	(mg/kg)	6.9	6.6	6.5	4.7	5.1	4.9	7.4	6.9	6.0	152	164	185	0	0
Ba	(µg/kg)	1068	2177	1450	1361	3271	11206	1221	1398	1428	27	23	23	0	0
Cd	(µg/kg)	12	10	10	5.6	5.2	5.8	11	10.0	9.4	79	80	81	12	15
Co	(µg/kg)	216	203	214	384	382	490	260	272	237	25	26	28	0	0
Cr	(µg/kg)	719	718	725	623	652	670	719	683	661	17	20	18	15	15
Hg	(µg/kg)	7.0	6.6	6.4	5.8	5.6	6.6	7.2	7.5	6.5	19	22	18	0	0
Mo	(µg/kg)	86	85	80	133	134	145	211	205	276	86	94	99	1	1
Ni	(µg/kg)	395	382	387	796	768	901	434	434	386	52	44	52	0	0
Pb	(µg/kg)	605	581	591	564	495	604	637	613	528	67	73	63	< 0.02	< 0.02
Se	(µg/kg)	177	171	179	334	353	376	280	318	261	327	282	376	0	0
Sb	(µg/kg)	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 0.02	< 0.02
Sn	(µg/kg)	37	37	37	23	21	25	35	35	29	< 20	< 20	< 20	0	0
V	(µg/kg)	8330	7653	7989	765	1493	811	10986	10829	11203	40	48	44	13	12
Droge stof	(% m/m)	6.1	6.1	6.0	9.3	9.3	10.0	7.1	7.1	6.8	10.4	11.5	11.0	0	0
Al	(mg/kg ds)	4056	4053	3992	1694	1555	1512	2755	2580	2541	9	9	5	12	18
As	(mg/kg ds)	15.5	22.7	16.7	9.3	19.6	44.7	21.9	23.7	22.5	16.5	12.2	15.2	18	19
Cu	(mg/kg ds)	10.3	9.8	10.4	6.4	6.3	6.3	7.2	7.4	6.7	53.3	58.7	55.5	11	11
Fe	(mg/kg ds)	5712	5479	5605	2599	2305	2247	4605	4020	3902	169	157	178	0	0

Mn	(mg/kg ds)	723	580	589	760	728	823	894	832	711	57	34	57	1	1
Zn	(mg/kg ds)	113	107	109	50	55	49	104	98	89	1465	1433	1686	0	0
Ba	(µg/kg ds)	17537	35505	24121	14709	35036	112413	17198	19769	20928	261	202	206	2	2
Cd	(µg/kg ds)	191	162	165	60	55	58	150	141	138	765	695	734	49	62
Co	(µg/kg ds)	3551	3306	3568	4152	4089	4912	3663	3853	3469	246	225	254	0	0
Cr	(µg/kg ds)	11814	11707	12065	6733	6984	6722	10136	9665	9684	162	175	164	61	64
Hg	(µg/kg ds)	115	107	107	62	60	66	102	105	95	186	189	167	1	1
Mo	(µg/kg ds)	1411	1382	1328	1440	1435	1458	2977	2896	4038	832	821	898	3	4
Ni	(µg/kg ds)	6492	6232	6442	8599	8229	9041	6114	6136	5660	502	386	472	0	0
Pb	(µg/kg ds)	9942	9466	9838	6097	5307	6056	8980	8669	7729	651	635	571	< 0.08	< 0.08
Se	(µg/kg ds)	2901	2790	2984	3612	3783	3776	3946	4504	3827	3158	2458	3422	0	0
Sb	(µg/kg ds)	< 75	< 75	< 75	< 75	< 75	< 75	< 75	< 75	< 75	< 75	< 75	< 75	< 0.08	< 0.08
Sn	(µg/kg ds)	601	602	613	252	226	246	496	489	429	< 150	< 150	< 150	0	0
V	(µg/kg ds)	136819	124785	132927	8269	15995	8140	154788	153145	164137	383	423	399	50	52



Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde 2015

Locaties: Zeelandbrug en Lokkersnol

Auteur: [redacted], [redacted] & [redacted][1]
[1]Stichting Zeeschelp

Wageningen Marine
Research Rapport:
C098/16

WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde 2015

Locaties: Zeelandbrug en Lokkersnol

Auteur(s): [redacted], [redacted] & [redacted][1]

[1] Stichting Zeeschelp

Publicatiedatum: 11 oktober 2016

Wageningen Marine Research
Yerseke, oktober 2016

Wageningen Marine Research rapport
C098/16



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

stichting Zeeschelp

Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde Wageningen Marine Research (University & Research centre), rapport C098/16.

Keywords: vooroeververdediging, epifauna, infauna, staalslakken, breukstenen, zware metalen.

Opdrachtgever: RWS WVL/ RWS Zee en Delta
Poelendaelesingel 18
4335 JA Middelburg

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van Rijkswaterstaat

Wageningen Marine Research is ISO 9001:2008 gecertificeerd.

© 2016 Wageningen Marine Research Wageningen UR

Wageningen Marine Research, onderdeel van Stichting Wageningen Research
KvK nr. 09098104,
IMARES BTW nr. NL 8113.83.696.B16.
Code BIC/SWIFT address: RABONL2U
IBAN code: NL 73 RABO 0373599285

De Directie van Wageningen Marine Research is niet aansprakelijk voor gevolgschade, noch voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Wageningen Marine Research opdrachtgever vrijwaart Wageningen Marine Research van aanspraken van derden in verband met deze toepassing.
Dit rapport is vervaardigd op verzoek van de opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag weergegeven en/of gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier gebruikt worden zonder schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

A_4_3_1 V24

Inhoud

Samenvatting **5**

1 Inleiding **7**

1.1 Vooroever bestortingen in de Ooster- en Westerschelde 7
1.2 Gevolgen voor het onderwaterleven 9
1.3 Doel van dit onderzoek 10
1.4 Monitoring in de afgelopen jaren in de Ooster- en Westerschelde 11
1.5 Resultaten uit andere onderzoeken 14
1.6 Leeswijzer 14

2 Methoden **15**

2.1 Onderzoekslocaties 15
2.2 Werkverdeling 17
2.3 Inventarisatie van flora en fauna op hard substraat 17
2.4 Inventarisatie van fauna in zacht substraat (sediment) 19
2.5 Sedimentbelasting en sediment dikte 20
2.6 Determinatie van zware metalen in biota 21

3 Resultaten **25**

3.1 Ontwikkeling van hard substraat gemeenschappen 25
Eulittoraal (getijden zone): talud en kreukelberm 25
Sublittoraal 31
3.2 Ontwikkeling van infauna gemeenschappen 36
Lokkersnol 41
Zeelandbrug T5 41
Sedimentkarakteristieken 42
3.3 Sedimentbelasting en sedimentdikte 44
Sedimentbelasting 44
3.4 Inventarisatie van zware metalen in schelpdieren 47
Uniformiteit van gehalten aan metalen in oesters en mosselen 47
Trends aan metaalgehalten in biota in de tijd 47
Vergelijking metaalgehalten op stortlocatie en referentielocatie 48

4 Discussie **50**

4.1 Hard substraat gemeenschappen 50
Eulittoraal 50
Infralittoraal 50
Circalittoraal 51
Ontwikkeling Japanse Oester 51
4.2 Infauna gemeenschappen 51
Ontwikkeling infauna gemeenschappen 2009-2015 51
Sedimentsamenstelling en infauna 52
Invloed van de harde ondergrond (staalslakken of breukstenen) 52
Referentielocaties 52
4.3 Sedimentbelasting en sedimentdikte 53
4.4 Zware metalen 53
Trends aan metaalgehalten in biota in de tijd 53
Vergelijking metaalgehalten op stortlocatie en referentielocatie 54

Vergelijking resultaten veldmonitoring en mesocosm experiment 55
Vergelijking met milieunormen 56

5 Conclusie en aanbevelingen 57

5.1 Hard substraat gemeenschappen 57
5.2 Zacht substraat gemeenschappen 57
5.3 Zware metalen 58
5.4 Aanbevelingen 59

6 Kwaliteitsborging 60

Referenties 61

Verantwoording 63

Bijlage 1. Hard substraat: soortensamenstelling eulittorale gemeenschappen in de Oosterschelde 65
Bijlage 2. Hard substraat: soortensamenstelling infralittorale gemeenschappen Oosterschelde 68
Bijlage 3. Hard substraat: soortensamenstelling circalittorale gemeenschappen Oosterschelde 70
Bijlage 4. Verdeling van de sublitorale levensgemeenschappen op hard substraat 72
Bijlage 5 Infauna: soortensamenstelling infauna gemeenschappen Oosterschelde 74
Bijlage 6 Ruwe data sedimentvallen en sediment dikte 78
Bijlage 7. Ruwe data zware metalen 82
Bijlage 8. Relevante figuren mesocosm experiment 2015 84

Samenvatting

Rijkswaterstaat bestort de vooroevers van de dijken in de Ooster- en Westerschelde om de bescherming tegen overstromingen te kunnen blijven waarborgen. Voor deze bestortingen wordt gebruik gemaakt van materialen als staalslakken, breukstenen en zeegrind. De bestorting van vooroevers in de Oosterschelde en Westerschelde gebeurt in drie fasen, zogenoemde 'Clusters': Cluster 1 locaties zijn eind 2009 / begin 2010 bestort, Cluster 2 locaties in 2011 (2.1) en eind 2014 (2.2), en Cluster 3 locaties worden naar verwachting in 2017/2018 bestort.

Om de gevolgen van het bestorten voor het plaatselijke onderwaterleven inzichtelijk te maken wordt in opdracht van Rijkswaterstaat monitoring uitgevoerd door WAGENINGEN MARINE RESEARCH. Hierbij wordt onderzoek gedaan naar hard substraat soorten (planten en dieren gevestigd op de harde oever: "epifauna"), zacht substraat soorten (dieren die in het sediment op de vooroever leven: "infauna") en mogelijke uitloging van zware metalen en ophoping in biota (planten en dieren) als gevolg van de vooroeverbestorting. Het monitoringsonderzoek in 2009-2011 was gericht op het monitoren van meerdere locaties in de Ooster- en Westerschelde. In 2012 en 2013 heeft de monitoring zich toegespitst op de vooroever bij locatie Zuidhoek-de Val ("Zeelandbrug") Oosterschelde. In 2014 is wederom een brede monitoring uitgevoerd in de Ooster- en Westerschelde om inzicht te krijgen in de gevolgen van bestorten vijf jaar na bestorten. In 2015 is de monitoring toegespitst op Cluster 1 locaties Zeelandbrug en locatie Cauwersinlaag ("Lokkersnol") in de Oosterschelde. Hieronder worden de belangrijkste bevindingen van zeven jaar monitoren samengevat.

Bij locatie Zeelandbrug is in de periode 2009-2015 ieder jaar monitoring uitgevoerd. Daarnaast is in 2009-2011 en in 2015 ook monitoring uitgevoerd bij locatie Lokkersnol (alleen infauna in 2015). Deze locaties zijn bestort met staalslakken en breukstenen. Uit deze monitoring blijkt dat:

- **Hard substraat soorten** bij de Zeelandbrug direct worden beïnvloed doordat ze worden overstort en daardoor afsterven. Binnen een half jaar tot een jaar is sprake van ontwikkeling van eerste pioniersgemeenschappen op het hard substraat: hier vestigen zich onder andere roodwieren en groenwieren in de wierzone (infralittoraal) en zeepokken en zakpijpen in de zone vanaf 4 meter diepte (circalittoraal), zowel op breuksteen als op staalslak. In de jaren daarna ontwikkelden pioniergemeenschappen zich verder met toename in soorten en bedekkingen. Uit de monitoring in 2015 blijkt dat op locatie Zeelandbrug een nieuwe gemeenschap is aangetroffen die overeenkomt met gemeenschappen in de Kom van de Oosterschelde. Deze gemeenschap was ook aanwezig op de referentie locaties in het Hammen. De gemeenschappen op staalslakken en breuksteen verschillen niet van elkaar. Op de "kreukelberm" in de golfzone wijken gemeenschappen nog steeds af van de oorspronkelijke situatie. Redenen hiervoor kunnen zijn dat de wieren hier zich snel hebben kunnen ontwikkelen op de kale ondergrond en dat de Japanse oester hier (nog) niet tot ontwikkeling heeft kunnen komen. De gemeenschappen hebben zich dus nog niet volledig hersteld als dit vergeleken wordt met referentielocaties en de situatie voor bestorten. Hierbij lijkt zowel het effect van het bestorten van de vooroever als natuurlijke variatie van gemeenschappen in de Oosterschelde een rol te spelen en mogelijk speelt hierbij ook het oester herpus virus een rol.
- **Zacht substraat soorten** bij locaties Zeelandbrug en Lokkersnol worden direct beïnvloed doordat ze worden overstort en, als gevolg, afsterven. Binnen een half jaar tot een jaar zijn de eerste soorten bodemdieren aangetroffen in het zachte substraat daar waar een nieuwe sedimentlaag zich heeft gevormd op de nieuwe ondergrond. Na anderhalf tot twee jaar is op sommige plekken (vooral in de diepere zone) een eerste herstel opgetreden van bodemdiergemeenschappen, zowel in het sediment op staalslakken als op breuksteen. In de jaren daarna ontwikkelden infauna gemeenschappen zich verder op het nieuwe talud met een toename van soorten en dichtheden. In 2015 is op beide locaties een infauna gemeenschap gevonden die vergelijkbaar is met een gemeenschap die vóór de vooroeverbestortingen werd aangetroffen en typerend is voor dit deel van de Oosterschelde. De soortenrijkdom en dichtheden van infaunasoorten zijn gelijk of hoger dan in de situatie vóór bestorten. De sedimentatie en kolonisatie van bodemgemeenschappen blijkt niet afhankelijk te zijn van het gebruikte materiaal voor vooroeververdediging (staalslakken of breukstenen). Wel kunnen structuren die op vooroevers worden aangebracht (bijv. ecoriffen) de sedimentatie en dus kolonisatie beïnvloeden. Sedimentsamenstelling is een belangrijke factor voor

het voorkomen van infauna soorten. Uit de resultaten blijkt dat op de referentielocaties, Westbout en Zuidbout, de samenstelling van de infauna gemeenschappen van jaar tot jaar verschillen. Onafhankelijk van de uitvoering van vooroeverbestortingen kunnen veranderende sedimentatiepatronen zorgen voor verschuivingen in gemeenschappen en daarnaast kunnen biologische factoren (populatiedynamiek, effect van strenge/milde winters etc.) een rol spelen.

- **Jaarlijkse variatie in metaalgehalten** in mosselen *Mytilus edulis* en Japanse oesters *Crassostrea gigas* op de Zeelandbrug in de periode 2009 (voorafgaand aan de stort) tot en met 2015 (6 jaar na de stort van breukstenen en staalslakken) worden eerder verklaard door autonome ontwikkelingen dan door het storten van de vooroeververdediging. De invloed van de bestortingen met staalslakken en breukstenen op de gehalten aan zware metalen in lokaal levende mosselen en oesters wordt ingeschat als niet tot zeer gering, doordat:
    1. er geen duidelijke verschillen in metaalgehalten voor (T0) en na (T1) bestorting geconstateerd zijn;
    2. trends in metaalgehalten niet eenduidig zijn; trends kunnen stijgend zijn voor enkele metalen in mosselweefsel en afwezig dan wel dalend voor metalen in oesterweefsel;
    3. de in deze studie gemeten gehalten aan metalen in mosselen binnen of onder gerapporteerde waarden vallen die eerder gemeten zijn in mosselen in de Oosterschelde (Wemeldinge) in de periode 1996 – 2003.

  In 2014 en 2015 zijn er hogere molybdeen en mangaangehalten aangetroffen in oesters bemonsterd op de stortlocatie in vergelijking tot oesters bemonsterd op de referentielocatie. Dit heeft waarschijnlijk een andere oorzaak dan de vooroeverbestortingen, aangezien:
    1. voor molybdeen en mangaan geen langjarige stijgende trends worden waargenomen in de tijd;
    2. mangaangehalten vergelijkbaar zijn met eerder gemeten gehalten in mosselen bemonsterd bij Wemeldingen in de periode 1997-2003 (molybdeen werd in deze studie niet geanalyseerd);
    3. monitoringsresultaten niet consistent zijn met de resultaten van een in 2015 uitgevoerd gecontroleerd mesocosm experiment met verschillende materialen (zeegrind, breuksteen en staalslak). In het mesocosm experiment zijn geen verhoogde molybdeen en mangaan gehalten in biota aangetroffen na blootstelling aan staalslakken of breukstenen. Vanadium kwam in dit experiment naar voren als het metaal dat het sterkst uit staalslakken uitloogt en het best opgenomen wordt door biota en nikkel in het geval van breukstenen. Voor deze beide metalen (vanadium en nikkel) zijn geen verhoogde gehalten aangetroffen in biota op stortlocaties in het veld.

  Voor drie metalen zijn milieukwaliteitsnormen vastgesteld (OSPAR 2009). Er zijn geen overschrijdingen van deze normen geconstateerd.
  Op basis van het in 2015 uitgevoerde mesocosm experiment en de (veld)monitoring tot nu toe zijn er geen ecologische effecten van uitloging van zware metalen uit verdedigde vooroevers waargenomen.

1 Inleiding

Zowel in de Oosterschelde als in de Westerschelde zorgt de getijdestroming op een aantal locaties voor voortgaande erosie van de vooroever. Dit is het gedeelte van de waterkering dat onder water zit. Waar de erosie de stabiliteit van de vooroever en daarmee dus ook de stabiliteit van de dijk in gevaar brengt, moet dit worden tegengegaan door het verdedigen van deze vooroever. Rijkswaterstaat voert daarvoor bestortingen uit om de dijkstabiliteit en daarmee de bescherming tegen overstromingen te garanderen.

1.1 Vooroever bestortingen in de Ooster- en Westerschelde

Historisch werden voor bestortingen primaire (natuurlijke) bouwstoffen gebruikt, zoals natuur- en breuksteen, maar sinds enkele decennia worden ook secundaire bouwstoffen (reststromen uit de industrie), zoals fosfor- en staalslakken, toegepast. Het gebruik van LD-staalslakken (bijproduct bij de bereiding van staal volgens de methode Linz-Donawitz) wordt in de duurzaam bouwen (Dubo) maatregelen in de waterbouw van Rijkswaterstaat geprefereerd boven het gebruik van breuksteen. De milieuwinst van het gebruik van LD-staalslakken boven primaire bouwstoffen is dat op de plaatsen waar de primaire materialen gewonnen worden het landschap wordt gespaard, het gebruiksklaar maken van de slakken minder energie kost dan het winnen van de primaire grondstof en de transportafstanden korter zijn. Daarnaast bedragen de kosten van staalslakken slechts 40% van die van breuksteen. De toepassing van deze secundaire bouwstoffen past binnen het kader van de Waterwet en de Wet beheer Rijkswaterstaatwerken. Beide materialen zijn qua fysische eigenschappen goed geschikt voor vooroeververstersking en voldoen aan de kwaliteitseisen uit het Besluit bodemkwaliteit (2007).

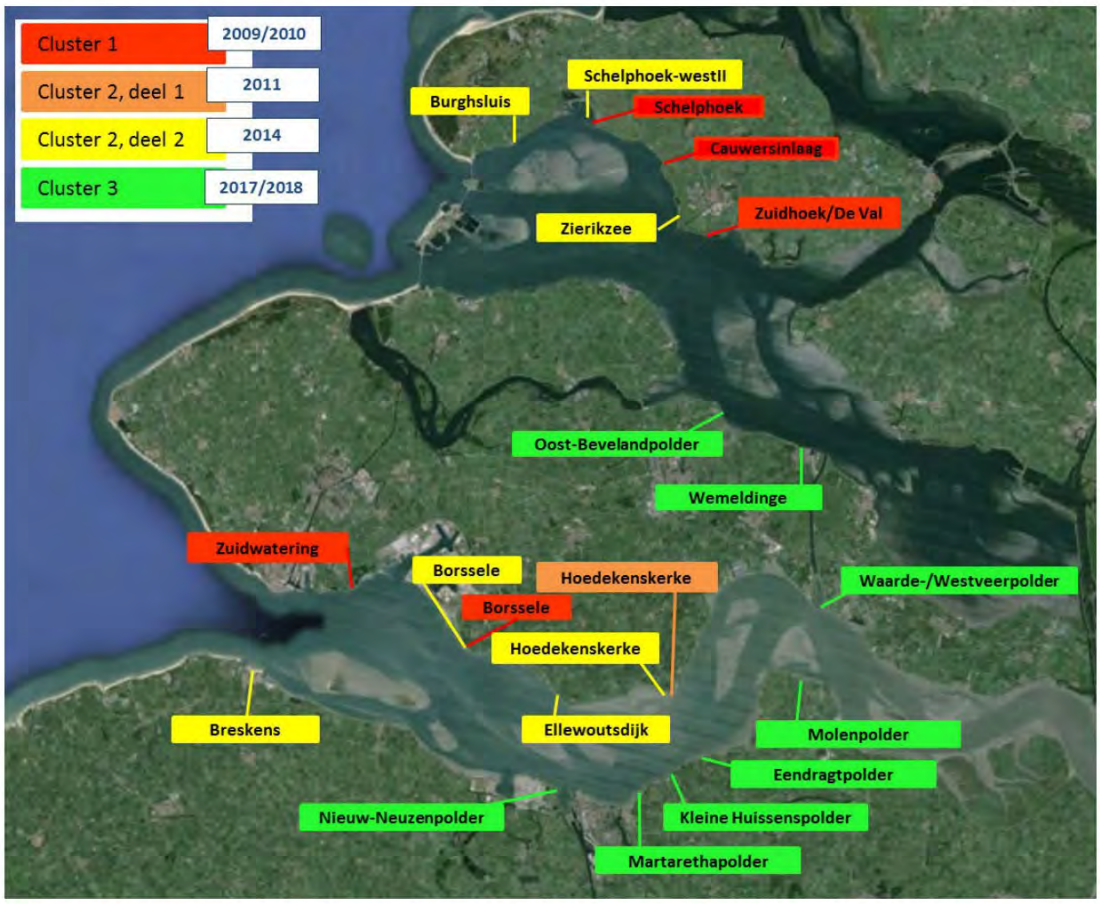
Zowel breuksteen als staalslakken (**Figuur 1**) en hebben een hoog soortelijk gewicht, waardoor ze in stroming en golfslag niet makkelijk wegspoelen. Breuksteen is een natuursteen, die uit steengroeven wordt gewonnen en varieert van samenstelling. De exacte samenstelling is afhankelijk van de steengroeve waar ze gewonnen zijn. Een staalslak is een steenachtig product, dat als restproduct overblijft bij de productie van staal. Ook de samenstelling van staalslakken verschilt afhankelijk van het productieproces. In 2014 is voor het eerst zeegrind toegepast op verschillende locaties in de Ooster- en Westerschelde. Zeegrind wordt gewonnen langs de Engelse kust en is relatief fijn ten opzichte van breuksteen en staalslakken.



***Figuur 1**. Links: breuksteen (bron: RWS Beeldbank), rechts: LD-staalslakken (bron: www.dehoop-bouwgrondstoffen.nl)*

De realisering van de vooroeververdedigingen wordt in fasen uitgevoerd, in zogenaamde clusters. Cluster 1 heeft betrekking op de locaties Schelphoek, Cauwersinlaag/Lokkersnol-oost en Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug in de Oosterschelde, en in de Westerschelde op de locaties Zuidwatering en Borssele

(**Figuur 2**). Dit werk is reeds gerealiseerd (**Tabel 1**). Cluster 2 heeft betrekking op de locaties Schelphoek (II), Burghsluis en Zierikzee in de Oosterschelde en de locaties Hoedekenskerke, Ellewoutsdijk, Borssele en Breskens in de Westerschelde en is gerealiseerd in 2011 (Hoedekenskerke) en 2014 (voor de overige locaties). Cluster 3 is momenteel in voorbereiding.



***Figuur 2**. Vooroeverbestortingen in het Nederlands Deltagebied, onderverdeeld in "clusters" 1,2 en 3.*

Tabel 1.
Overzicht van de perioden waarin vooroeververdedigingen hebben plaatsgevonden voor Cluster 1, 2 en 3 (zie Figuur 2) en gaan plaatsvinden in de Ooster- en Westerschelde.

	Locaties	Cluste	Toplaag bestorting		(geplande) periode aanleg vooroeververdediging
			Golfzone*	Stroomzone**	
Oosterschelde	Schelphoek (west/midden/oost)	1	Breuksteen	Staalslakken met een afdekking van een breuksteen op Schelphoek-midden	16/12/2009 – 29/03/2010
	Cauwersinlaag/ Lokkersnol-oost	1	Breuksteen	Staalslakken met daarop ecoriffen van breuksteen	01/12/2009 – 22/01/2010
	Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug (west/midden/oost)	1	Breuksteen	West: staalslakken met daarop een ecorif van breuksteen in verschillende vormen Midden: staalslakken met daarop breuksteen rondom de pijlers Oost: staalslakken met breuksteen in de golfzone	07/12/2009 – 23/02/2010
	Burghsluis	2.2	Breuksteen	Zeegrind	2014
	Schelphoek (Schelphoek-westII)	2.2	Breuksteen	Zeegrind met daarop ecoriffen van zandsteen en breuksteen	2014
	Zierikzee	2.2	Zeegrind	Zeegrind	2014
	Anna Frisopolder	3	onbekend	onbekend	Gepland 2017/2018
	Oost-Bevelandpolder	3	onbekend	onbekend	Gepland 2017/2018
	Wemeldinge (west/oost)	3	onbekend	onbekend	Gepland 2017/2018
Westerschelde	Zuidwatering/Ritthem (west/midden/oost)	1	Breuksteen	Staalslakken	11/08/2009 – 01/12/2009
	Borssele	1	Breuksteen	Staalslakken	27/07/2009 – 01/12/2009
	Hoedekenskerke (haven/zuid/noord)	2.1	Breuksteen	Staalslakken	2011
	Breskens	2.2	Breuksteen	Staalslakken	2014
	Borssele	2.2	Breuksteen	Staalslakken	2014
	Ellewoutsdijk	2.2	Breuksteen	Staalslakken	2014
	Hoedekenskerke	2.2	Breuksteen	Staalslakken	2014
	Nieuw-Neuzenpolder	3	onbekend	onbekend	Gepland 2017/2018
	Margarethapolder	3	onbekend	onbekend	Gepland 2017/2018
	Kleine Huissenspolder	3	onbekend	onbekend	Gepland 2017/2018
	Eendrachtpolder	3	onbekend	onbekend	Gepland 2017/2018
	Molenpolder	3	onbekend	onbekend	Gepland 2017/2018
	Waarde- en Westveerpolder	3	onbekend	onbekend	Gepland 2017/2018

*Golfzone: vanaf de laagwaterlijn tot ca. 5 meter onder NAP
**Stroomzone: beneden 5 meter NAP

1.2 Gevolgen voor het onderwaterleven

Door de "bestortingen" zal de aanwezige lokale flora en fauna (tijdelijk) verdwijnen. Organismen die op de oude stenen oever leven (hard substraat), maar ook de organismen die in de bodem (het zachte sediment) leven worden afgedekt ("infauna"). Nieuwe organismen zullen zich weer opnieuw vestigen op het harde substraat van de bestorting of in het sediment wat op de bestorting neerslaat. Door het gebruik van staalslakken en breukstenen in de vooroeververdediging kunnen zware metalen uitlogen in het water. Welke metalen uitlogen en in welke mate is afhankelijk van de chemische samenstelling en eigenschappen van de breukstenen en staalslakken en het omringende milieu (Intron, 2010a-f). Over uitloging van breukstenen en staalslakken en effecten op biota onder mariene omstandigheden is

tot dusverre weinig gepubliceerd. De data uit deze monitoring genereren hiervoor dus relevante informatie. Daarnaast is een mesocosmos studie uitgevoerd om de effecten van uitloging van zware metalen op biota te onderzoeken.
Sinds 2009 wordt in de Ooster- en Westerschelde monitoring uitgevoerd om een beter beeld te krijgen van de eco(toxico)logische effecten van de bestorting met staalslakken. In 2009 is daartoe, voorafgaand aan de werkzaamheden op deze locaties, een zogenaamd T0-onderzoek (T-nul) uitgevoerd, waarin zowel de soortendiversiteit van flora en fauna als de gehalten aan zware metalen in een aantal organismen op de te verdedigen vooroevers zijn bepaald. Na 2009 in de Oosterschelde en Westerschelde hebben een T1-monitoring (één jaar na aanleg van de vooroeververdediging van Cluster 1), T2-monitoring (twee jaar na aanleg), T3-monitoring (drie jaar na aanleg), T4-monitoring (vier jaar na aanleg) en T5-monitoring (vijf jaar na aanleg) plaatsgevonden (zie monitoringsrapportages Van den Heuvel-Greve et al., 2010; Van den Heuvel-Greve et al., 2011; Van den Heuvel-Greve et al., 2012, Van den Heuvel-Greve et al., 2013, Tangelder et al., 2014, Tangelder et al., 2015). Daarnaast is in 2010, 2011, 2013 en 2014 ook monitoring uitgevoerd op sommige Cluster 2 en Cluster 3 locaties.

1.3 Doel van dit onderzoek

Rijkswaterstaat heeft aan Wageningen Marine Research opdracht gegeven om in 2015 de T6-monitoring uit te voeren voor Cluster 1 locaties Zuidhoek-De Val ("Zeelandbrug") en Cauwersinlaag ("Lokkersnol") in de Oosterschelde. Het doel van deze monitoring is het bepalen van de samenstelling en biodiversiteit van de aanwezige levensgemeenschappen op harde en zachte substraten, en de bepaling van de gehalten aan zware metalen in mosselen en oesters. Voor locatie Lokkersnol is de monitoring alleen op levensgemeenschappen van zachte substraten gericht. De monitoring is uitgevoerd in samenwerking met Stichting Zeeschelp en TNO. De **kennisvragen** voor deze 2015 monitoring in de Oosterschelde zijn opgesplitst in drie delen:

<u>Hardsubstraat gemeenschappen:</u>

1. Hoe verloopt de ontwikkeling van flora en fauna gevestigd op het nieuwe hard substraat van staalslakken en breukstenen op locatie Zeelandbrug zes jaar na bestorten en hoe zijn de aangetroffen soorten te vergelijken met de T0, T1, T2, T3, T4 en T5 en referentielocaties?

<u>Zacht substraat gemeenschappen (infauna):</u>

2. Hoe verloopt de ontwikkeling van infauna gemeenschappen in het afgezette sediment op de aangelegde vooroevers van staalslakken en breuksteen bij locatie Zeelandbrug en Lokkersnol zes jaar na bestorten en hoe zijn de aangetroffen soorten te vergelijken met de T0, T1, T2, T3, T4 en T5 en referentielocaties?

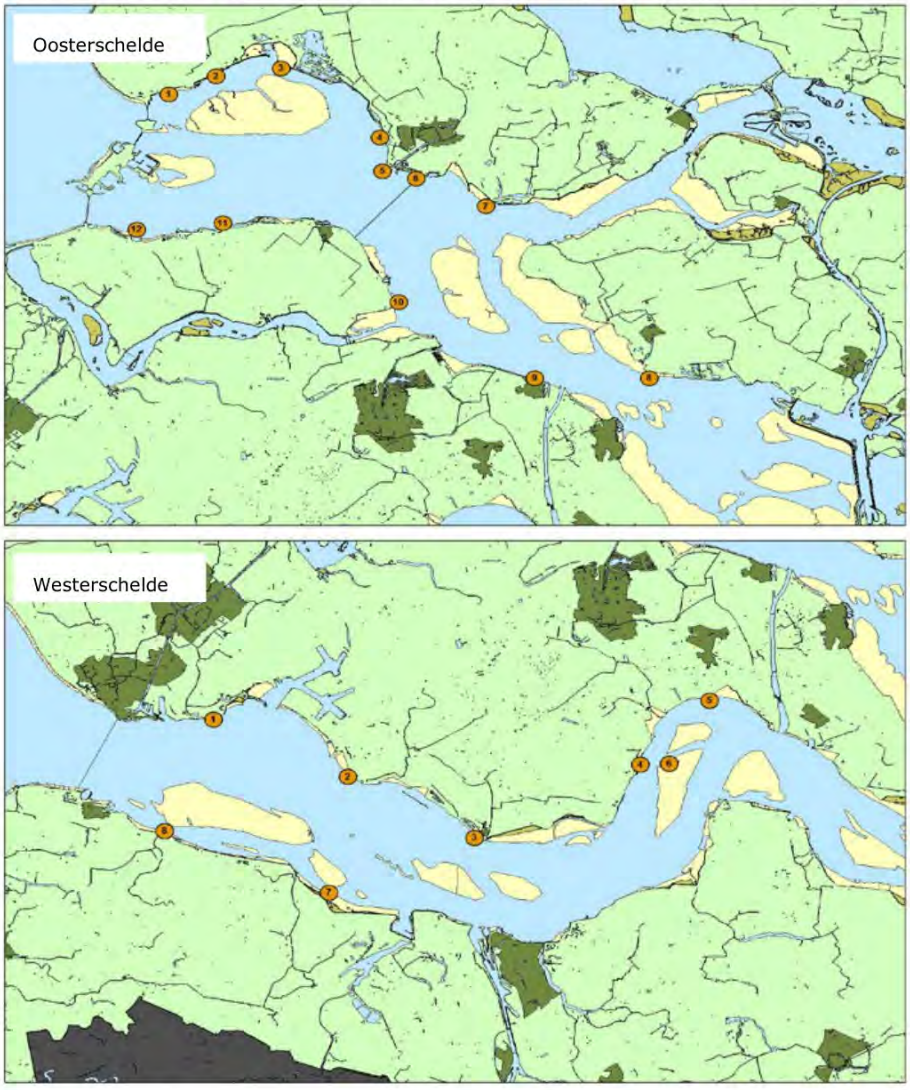
<u>Uitloging zware metalen:</u>

3. Wat zijn de langjarige trends in gehalten aan zware metalen in schelpdieren die voorkomen op de vooroeververdediging van Zeelandbrug (inclusief pijler van de brug) zes jaar na het aanbrengen van de vooroeververdediging en hoe zijn deze gehalten vergeleken met de T0, T1, T2, T3, T4 en T5 en referentielocaties? Is er een verschil in gehalten aan zware metalen in biota die bemonsterd zijn op de nieuwe vooroevers en de referentielocatie?

Dit rapport gaat voornamelijk in op de resultaten van de T6-monitoring in 2015 in vergelijking tot voorgaande monitoringsjaren. Het rapport is gebaseerd op drie onderliggende deel-rapportages, die meer details bevatten: inventarisatie hard substraat (De Kluijver et al., 2016), inventarisatie zacht substraat (Tangelder et al., 2016) en zware metalen in biota (Glorius en Van den Heuvel-Greve, 2016).

1.4 Monitoring in de afgelopen jaren in de Ooster- en Westerschelde

In de periode 2009-2015 heef Wageningen Marine Research i.s.m. Stichting Zeeschelp op 18 locaties in de Oosterschelde en 8 locaties in de Westerschelde levensgemeenschappen onderzocht (Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.). In deze jaren zijn niet alle locaties ieder jaar onderzocht. Fout! Verwijzingsbron niet gevonden. en **Tabel 3** geven een overzicht van welke monitoring is uitgevoerd op alle onderzochte locaties in 2009-2015. In dit onderzoek zijn ook de data van de voorgaande metingen (T0-T5) meegenomen van de locaties die in 2015 bemonsterd zijn. Vaak is per locatie op meerdere plekken langs het dijktraject gemonitord (aangegeven door bv. -west, -midden en -oost). Er zijn ook locaties die in voorgaande jaren zijn bemonsterd maar niet in 2015.



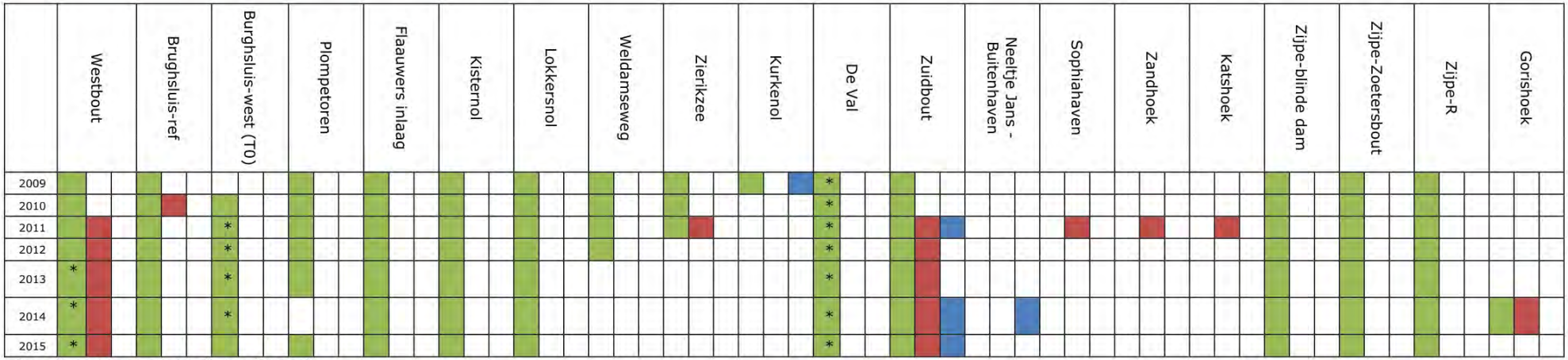
Figuur 3. *De onderzochte locaties in de Oosterschelde in periode 2009-2015 (bovenste paneel). 1-Westbout, 2-Burghsluis, 3-Schelphoek (westII, west, midden oost), 4-Lokkersnol/Cauwersinlaag (a en b), 5-Zierikzee, 6-Zeelandbrug (west, midden en oost), 7-Zuidbout, 8-Gorishoek, 9-Wemeldinge (west en oost), 10-Katshoek, 11-Zandhoek en 12-Sophiahaven. Locaties die in 2015 zijn bemonsterd, zijn onderstreept. Onderzochte locaties in de Westerschelde 2010-2014 (onderste paneel). 1-Ritthem (Referentie, west, midden en oost), 2-Borssele, 3-Ellewoutsdijk (west, midden en haven), 4-Hoedekenskerke (zuid, haven en noord), 5-Kapellebank, 6-Ossenisse, 7-Paulinapolder en 8-Slijkplaat.*

***Tabel 2**. Monitoringslocaties van de vooroeververdediging in 2009-2015 in de Oosterschelde (links) en de Westerschelde (rechts). De kleuren geven aan welke monitoring is verricht: hard substraat gemeenschappen (groen), infauna gemeenschappen (rood), en zware metalen (blauw). De T0 meting heeft plaatsgevonden in 2009, tenzij anders vermeldt.*

Locaties Oosterschelde	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Burghsluis-west (T0) (stortlocatie, cluster 2, 2014)		T0					
		T0					
		T0					
Schelphoek-west (stortlocatie, cluster 1, 2009/2010)	T0	T1	T2			T5	
	T0	T1	T2			T5	
	T0	T1	T2			T5	
Schelphoek-west II (stortlocatie, cluster 2, 2014)		T0				T0	
		T0				T0	
		T0					
Schelphoek-midden (stortlocatie, cluster 1, 2009/2010)		T1	T2			T5	
		T1	T2			T5	
			T2			T5	
Schelphoek-oost (stortlocatie, cluster 1, 2009/2010)	T0	T1	T2			T5	
	T0	T1	T2			T5	
	T0	T1	T2			T5	
Lokkersnol-Oost (a+b) (stortlocatie, cluster 1, 2009/2010)	T0	T1	T2				T6
	T0	T1	T2				T6
	T0	T1	T2				T6
Zeelandbrug-west (stortlocatie, cluster 1, 2009/2010)	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6
	T0	T1	T2			T5	T6
Zeelandbrug-midden (stortlocatie, cluster 1, 2009/2010)	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6
		T1	T2	T3	T4	T5	T6
		T1	T2			T5	T6
Zeelandbrug-oost (stortlocatie, cluster 1, 2009/2010)	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6
	T0	T1	T2			T5	T6
Zeelandbrug pijler (vlak boven stortlocatie, cluster 1, 2009/2010)	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Zierikzee (stortlocatie, cluster 2.2, 2014)					T0		
			ref		T0		
					T0		
Wemeldinge-west (stortlocatie, cluster 3, 2016)						T0	
						T0	
						T0	
Wemeldinge-oost (stortlocatie, cluster 3, 2016)						T0	
						T0	
						T0	

Locatie Westerschelde	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Ritthem-west (stortlocatie, cluster 1, 2009)	T0	T1	T2			T5	
		T1	T2			T5	
		T1	T2			T5	
Ritthem-midden (stortlocatie, cluster 1, 2009)	T0	T1	T2			T5	
		T1	T2			T5	
		T1	T2			T5	
Ritthem-oost (stortlocatie, cluster 1, 2009)	T0	T1	T2			T5	
		T1	T2			T5	
						T5	
Borssele (stortlocatie, cluster 1, 2009)		T0					
		T0					
		T0					
Ellewoutsdijk-west (stortlocatie, cluster 2.2, 2014)		T0					
		T0					
		T0					
Ellewoutsdijk-midden (stortlocatie, cluster 2.2, 2014)		T0					
		T0					
		T0					
Hoedekenskerke-zuid (stortlocatie, cluster 2.1, 2011)		T0					
		T0					
		T0					
Hoedekenskerke-hvn (stortlocatie, cluster 2.1, 2011)		T0				T3	
		T0				T3	
		T0				T3	
Hoedekenskerke-nrd (stortlocatie, cluster 2.1, 2011)		T0				T3	
		T0				T3	
		T0				T3	

***Tabel 3**. Referentielocaties in de Oosterschelde. De kleuren geven aan welke monitoring is verricht: **hard substraat gemeenschappen (groen)**, **infauna gemeenschappen (rood)**, en **zware metalen (blauw)**.*



* = alleen bemonstert in het eulittoraal

1.5 Resultaten uit andere onderzoeken

In dit rapport is ook een samenvatting opgenomen van de resultaten van het onderzoek naar sedimentatiepatronen dat is uitgevoerd in het kader van 'Notitie Kolonisatie van bodemgemeenschappen van zacht substraat in de Oosterschelde en Westerschelde na vooroeververdediging' (Van de Heuvel-Greve et al., 2016). Hiervoor zijn in 2015 sedimentatieprocessen op acht locaties onderzocht met gebruik van sedimentvallen. Deze processen zijn van belang voor het herstel van de zachte substraten op de stort locaties. De resultaten zijn opgenomen in Hoofdstuk 'Resultaten' paragraaf 3.3.

Daarnaast wordt op monitoringslocatie Schelphoek-westII geëxperimenteerd met verschillende typen vooroeververdediging (breuksteen en zandsteen). Dit onderzoek wordt uitgevoerd binnen het RAAKPRO-project Building for Nature (2013-2017) waarbij partijen (HZ University of Applied Sciences –Delta Academy (penvoerder) en o.a. Rijkswaterstaat, Projectbureau Zeeweringen en WAGENINGEN MARINE RESEARCH) samenwerken binnen een consortium (zie Univeristy of Applied Science, 2012). Binnen dit onderzoek wordt de rekolonisatie van de nieuwe vooroever voor epifauna en infauna onderzocht en de dikte van de sedimentlaag op de nieuwe bestorting. Vanwege de nauwe samenhang met dit onderzoek is door betrokken partijen afgesproken om ervoor te zorgen dat de monitoring vooroeververdediging (dit onderzoek) en het RAAKPRO-Building for Nature project elkaar zoveel mogelijk moeten versterken. Daarom zijn een deel van de resultaten van het RAAKPRO onderzoek in dit onderzoek meegenomen in de resultaten. Anderzijds worden de resultaten van dit onderzoek gebruikt om de ontwikkeling van organismen op de vooroever bij Schelphoek-westII te kunnen vergelijken met andere stort- en referentie locaties in de Oosterschelde. In Hoofdstuk 3 'Resultaten' zijn de uitkomsten van de epifauna en infauna monitoring voor locatie Schelphoek-westII opgenomen in paragraaf 3.1 en 3.2. Voor infauna zijn geen soorten bemonsterd, omdat er nog onvoldoende sediment aanwezig was. Ook zijn de resultaten van de sedimentdikte metingen opgenomen in paragraaf 3.3.

1.6 Leeswijzer

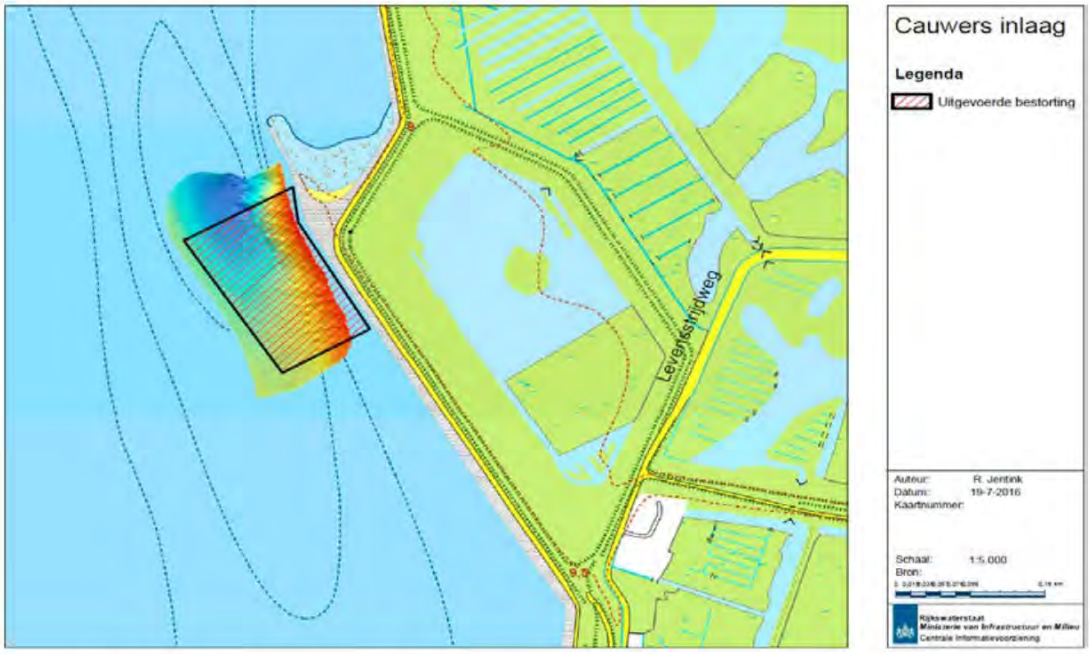
Dit rapport is opgebouwd volgens de gebruikelijke structuur van een onderzoeksrapport met methoden, resultaten, conclusie, discussie en aanbevelingen. In deze hoofdstukken wordt telkens een vierdeling gehanteerd waarbij hard substraat gemeenschappen, infauna gemeenschappen, sedimentatiepatronen en gehalten aan zware metalen in biota worden besproken.

2 Methoden

2.1 Onderzoekslocaties

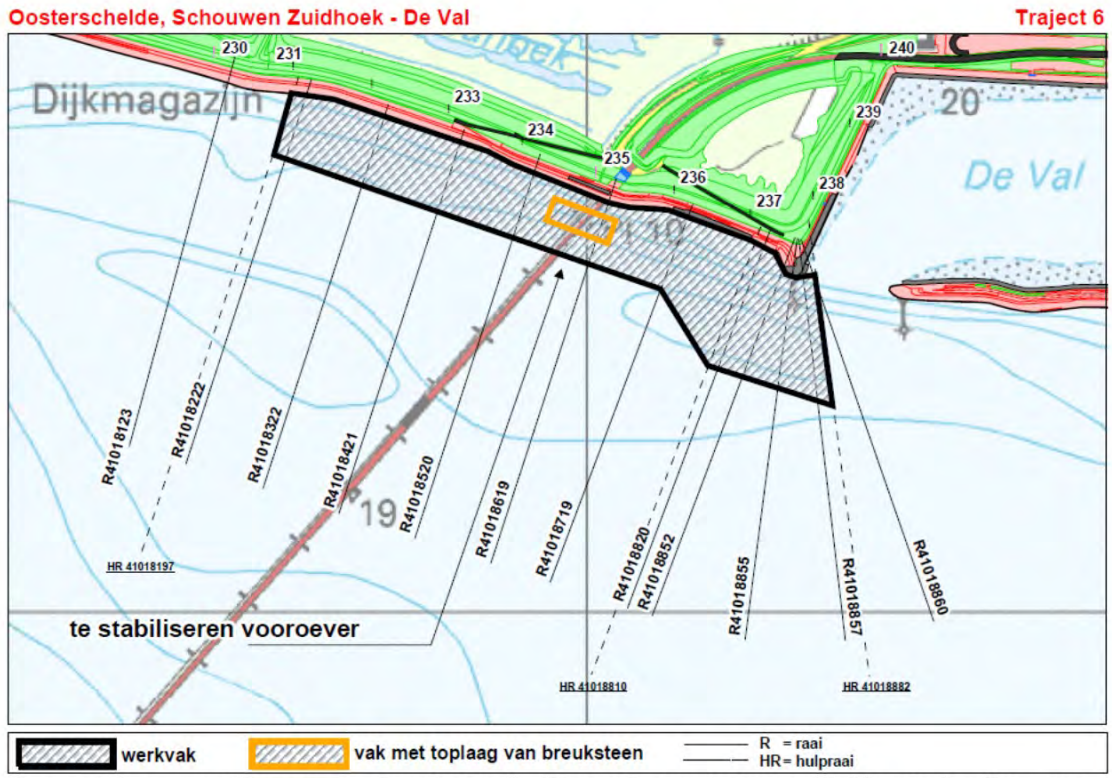
In Cluster 1 zijn op basis van urgentie de vooroevers op verschillende locaties in de Oosterschelde en de Westerschelde versterkt. Deze locaties zijn in de periode 2009-2014 gevolgd (Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.)**.** In 2015 spitst de monitoring zich toe op Cluster 1 locaties Lokkersnol (Cauwersinlaag/ Lokkersnol-oost) en Zeelandbrug (Zuidhoek-De Val), zie **Figuur 2** en **Tabel 1**, gelegen langs de Zuidkust van Schouwen-Duiveland.

Hier volgt een beschrijving van de vooroeverbestorting per gemonitorde locatie (zie ook **Tabel 1**).
Lokkersnol: eind 2009 / begin 2010 is de vooroever hier versterkt met staalslakken. In de golfzone en het eulittoraal zijn staalslakken afgedekt met breuksteen en is de kreukelberm (het horizontale gedeelte van het dijktalud)verlengd. Deze nieuw aangelegde kreukelberm loopt geleidelijk af naar de laagwaterlijn. Daarnaast is op de staalslakken een ecorif aangebracht met verschillende maten natuursteen met als doel om de habitatdiversiteit te verhogen. Dit ecorif is aangelegd in 2009 vanaf de knik in de dijk richting het oosten (**Figuur 4**).



Figuur 4 *Een overzicht van stortlocatie Lokkersnol-oost Cluster 1 in de Oosterschelde.*

Zeelandbrug: betreft een bestorting uitgevoerd eind 2009/ begin 2010 (monitoringslocatie Zeelandbrug west/midden/oost) met een bestorting van staalslakken (**Figuur 5**). In de golfzone zijn de staalslakken afgedekt met breuksteen en is de kreukelberm verlengd. In het sublittoraal zijn de staalslakken rondom de pijlers van de brug en ten westen daarvan afgedekt met breuksteen en daarop is een ecorif geplaatst.



Figuur 5 *Een overzicht van stortlocatie Zeelandbrug Cluster 1 Oosterschelde. Zeelandbrug-oost (ten oosten van de brug), Zeelandbrug-midden (onder de brug), Zeelandbrug west (ten westen van de brug ter plaatse van de ecoriffen).*

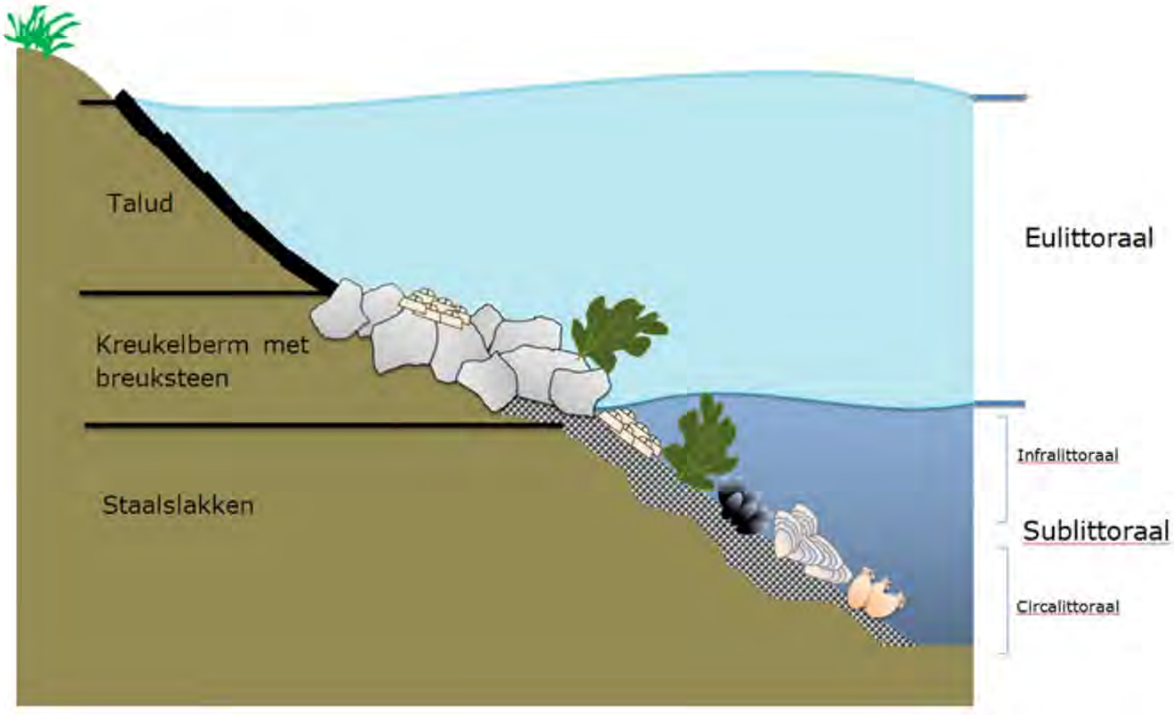
Om een vergelijking te kunnen maken zijn twee referentielocaties gemonitord. Locatie Westbout (nabij de monding van de Oosterschelde) en locatie Zuidbout (gelegen ten oosten van de Zeelandbrug) (Figuur 3)

2.2 Werkverdeling

Voor deze monitoring heeft Stichting Zeeschelp veldwerk opnames gedaan van flora en fauna op hard substraat, sediment bemonsterd t.b.v. infauna-analyses, en schelpdieren bemonsterd t.b.v. analyses van zware metalen. Daarnaast is onderzoek gedaan naar sedimentatie patronen. De verwerking van data en datarapportage voor flora en fauna van hard substraat is uitgevoerd door Stichting Zeeschelp (zie deelrapport De Kluijver et al., 2016). De determinatie, dataverwerking en datarapportage voor infauna is uitgevoerd door WAGENINGEN MARINE RESEARCH (zie deelrapport Tangelder et al., 2016). De analyse van zware metalen is uitgevoerd door TNO-Triskelion en datarapportage door WAGENINGEN MARINE RESEARCH (zie deelrapport Glorius en Van den Heuvel-Greve, 2016).

2.3 Inventarisatie van flora en fauna op hard substraat

De inventarisatie van de levensgemeenschappen op hard substraat is uitgevoerd in de periode juni-augustus in 2015. Daarbij is zowel de zone tussen de hoog- en laagwaterlijn (eulittoraal) als de zone beneden de laagwaterlijn onderzocht (sublittorale zone) (**Figuur 6**). In het sublittoraal (onder de laagwaterlijn) zijn opnamen gemaakt op 3 diepten: 1.5-4.0 meter onder NAP (de infralittorale zone), 4.1-10.0 meter en 10.1-18.5 meter onder NAP (de circalittorale zone). Per diepte zijn, waar mogelijk, zowel breuksteen als staalslakken gemonitord. In de infralittorale en ondiepe circalittorale zone zijn de staalslakken afgedekt met breuksteen en is een bemonstering van de staalslakken niet mogelijk. Het duikwerk is uitgevoerd volgens het Arbobesluit 'Arbeid onder overdruk' (1995), dat wettelijke eisen stelt aan de samenstelling en expertise van de duikploeg en de veiligheidsvoorzieningen bij het duikwerk. Voor meer informatie over bemonstering en analyse zie de Kluijver et al. (2016). Alleen locatie Zeelandbrug is bemonsterd, locatie Lokkersnol is niet onderzocht op levensgemeenschappen van hard substraat in 2015.



Figuur 6. *Dwarsdoorsnede van een dijk. Het eulittoraal is de getijdenzone boven de laagwaterlijn. Het sublittoraal is de zone onder de laagwaterlijn.*

Eulittoraal: bemonstering talud en kreukelberm
In het eulittoraal zijn opnamen gemaakt door een kwadrant van 50*50 cm over het substraat te plaatsen en daarbinnen de bedekkingspercentages van de aanwezige organismen te schatten. Aansluitend op elk kwadrant is een nieuw kwadrant bemonsterd totdat de laagwaterlijn is bereikt. Op

deze manier is de aaneensluitende bedekking van flora en fauna over de gehele getijdenzone gekwantificeerd.
Het eullittoraal bij de Zeelandbrug is onderzocht in 2015. In Tabel 4 staat een overzicht aangegeven van hoe het eulittoraal bij de Zeelandbrug in de afgelopen jaren is beïnvloed door zowel talud en kreukelberm vernieuwingen als uitvoering van vooroeverbestortingen waarbij de kreukelberm vaak is verlengd. Dit houd in dat het horizontale deel van het talud breder is gemaakt (**Figuur 6**). Ook staan de verschillende substraten hier aangegeven.

***Tabel 4**. Overzicht van ingrepen in het eulittoraal en de materialen die daarbij gebruikt zijn voor het talud en de kreukelberm bij de Zeelandbrug.*

Locatie	Ingrepen	Talud	Kreukelberm
Zeelandbrug-west	In 2009/2010 is de kreukelberm verlengd (VOV Cluster 1) In 2015 is het talud vernieuwd	Basalt	Oude berm met verlengde nieuwe berm van open breuksteen
Zeelandbrug-midden	In 2009/2010 is de kreukelberm verlengd (VOV Cluster 1) In 2015 is het talud vernieuwd	Basalt, overlaagd met gepenetreerd breuksteen	Oude berm met verlengde nieuwe berm van open breuksteen
Zeelandbrug-oost	In 2009/2010 is de kreukelberm verlengd (VOV Cluster 1) In 2015 is het talud vernieuwd	Basalt	Oude berm met verlengde nieuwe berm van open breuksteen

Daarnaast zijn in de jaren 2009-2015 referentielocaties gemonitord (onderstreepte locaties zijn ook in 2015 onderzocht): Westbout, Burghsluis-Referentie, Burghsluis-T0, Plompetoren, Schelphoek-Rw, Schelphoek-haven-PBZ, Schelphoek-haven-Ref, Schelphoek-westII, Schelphoek-west, Schelphoek-midden, Schelphoek-oost, Schelphoek-Referentie-oost, Flauwers inlaag, Lokkersnol, Zierikzee, Zeelandbrug-west, Zeelandbrug-midden, Zeelandbrug-oost en De Val (gegevens uit de jaarlijkse hard substraat monitoring door Stichting Zeeschelp). Veel van de referentie locaties zijn sinds 2009 gevolgd. Door het uitvoeren van dijkverstevigingen in het eulittoraal, waarbij de taluds zijn vernieuwd, zijn sommige locaties niet continue gevolgd. Niet alle referentielocaties zijn dus onbeïnvloed aangezien daar ook talud en kreukelberm vernieuwingen hebben plaatsgevonden. **Tabel 5** geeft een overzicht van de werkzaamheden die zijn uitgevoerd en van invloed zijn op de gemeenschappen in het eulittoraal.

***Tabel 5**. Veranderingen in het eulittoraal op de verschillende transecten ('VoV' zijn de clusters vooroeverversterking met beïnvloeding van het eulittoraal).*

nr	locatie	jaar	ingreep
1	Westbout	-	geen, talud kalksteen, open kreukelberm
2	Burghsluis-Referentie	2007	talud gepenetreerd, kreukelberm vernieuwd
3	Burghsluis-T0	2007	talud vernieuwd, kreukelberm verstoord
4	Plompetoren	2014	talud vernieuwd, kreukelberm verstoord
5	Schelphoek-Referentie-west	2010	talud vernieuwd, kreukelberm verstoord
6	Schelphoek-haven-PBZ	2010	talud en kreulberm vernieuwd, materiaal: koperhoudend Rodense
7	Schelphoek-haven-Referentie	2010	talud en kreulberm vernieuwd, materiaal: breuksteen
8	Schelphoek-westII	2008	talud vernieuwd, kreukelberm verstoord
		2014	kreukelberm verlengd (VoV 2)
9	Schelphoek-west	2008	talud vernieuwd, kreukelberm vernieuwd en gepenetreerd
		2009/10	kreukelberm verlengd met laag gelegen berm (VoV 1)
10	Schelphoek-midden	2008	talud vernieuwd, kreukelberm vernieuwd en gepenetreerd
		2009/10	kreukelberm laatste deel verhoogd (VoV 1)
11	Schelphoek-oost	2008	talud vernieuwd, kreukelberm vernieuwd en gepenetreerd
12	Schelphoek- Referentie-oost	2011	talud vernieuwd, kreukelberm verstoord
13	Flauwers	2011	talud vernieuwd, kreukelberm verstoord
14	Lokkersnol	2009/10	kreukelberm verlengd (VoV 1)
		2013	talud vernieuwd, kreukelberm verstoord
15	Zierikzee	2014	talud vernieuwd, kreukelberm verstoord
16	Zeelandbrug-west	2009/10	kreukelberm verlengd (VoV 1)
		2015	talud vernieuwd, kreukelberm verstoord
17	Zeelandbrug-midden	2009/10	kreukelberm verlengd (VoV 1)
		2015	talud vernieuwd, kreukelberm verstoord
18	Zeelandbrug-oost	2009/10	kreukelberm verlengd (VoV 1)
		2015	talud vernieuwd, kreukelberm verstoord
19	De Val	-	geen, talud basalt, open kreukelberm

Sublittoraal: bemonstering beneden laagwaterlijn

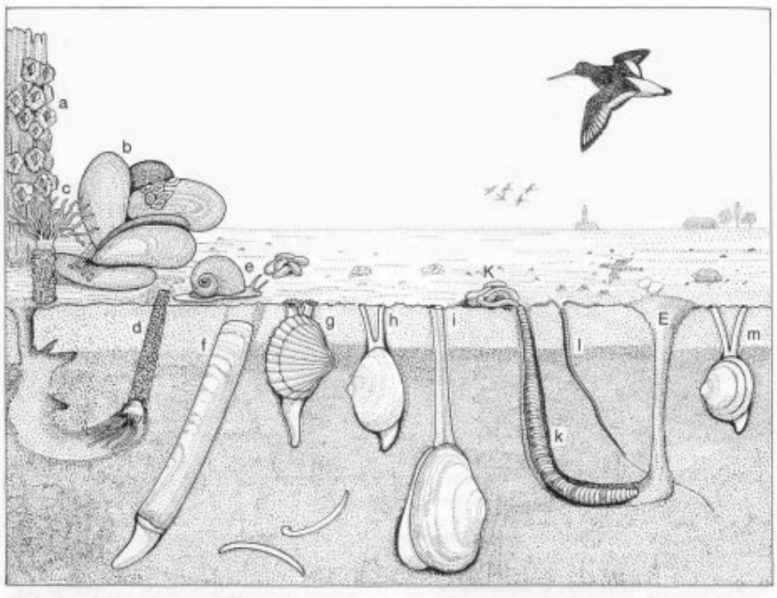
In de sublittorale zone is gewerkt met stations waar op verschillende diepten de sessiele (=vastzittende) organismen zijn gekwantificeerd. Per station zijn binnen 3 kwadranten (32 x 32 cm dus totaal 31 dm^2) de bedekkingspercentages van alle sessiele organismen in verticale projectie (bovenaanzicht) geschat. De organismen zijn voor zover als mogelijk onder water gedetermineerd en uit ieder kwadrant zijn monsters meegenomen voor verdere determinatie onder de microscoop. Per

diepte zijn waar mogelijk zowel breuksteen als staalslakken bemonsterd. Op de stations zijn ook bodem- en watermonsters genomen voor de bepaling van de fractieverdeling van de bodemsedimenten en de temperatuur, pH, saliniteit en zuurstofverzadiging van het water.
Het sublittoraal bij de Zeelandbrug (oost/midden/west) is onderzocht in 2015. Eind 2009 / begin 2010 is de vooroever versterkt waarbij staalslakken rondom de pijlers van de brug en ten westen daarvan afgedekt met breuksteen en daarop is een ecorif geplaatst (**Figuur 5** en **Tabel 1**).
Daarnaast zijn in de jaren 2009-2015 referentielocaties gemonitord langs de kust van Schouwen-Duiveland (de in 2015 onderzochte referentielocaties zijn hier onderstreept): Westbout, Burghsluis, Plompetoren, Schelphoek, Flaauwersinlaag, Kistersnol, Lokkersnol (ref), Weldamseweg, Zierikzee-havenhoofd, Kulkenol, Zeelandbrug-pijler, Zuidbout, Zijpe-Blinde dam en Zijpe-Zoetersbout.

Analyse van gemeenschappen
Om een uitspraak te kunnen doen of de levensgemeenschappen van de T0 verschillen met de T6-situatie is een clusteranalyse uitgevoerd met logaritmisch getransformeerde data (zie de Kluijver et al., 2016 voor meer achtergronden). Bij een clusteranalyse worden de stations gegroepeerd tot clusters van gemeenschappen. Op deze manier kan op gemeenschapsniveau inzicht verkregen worden in verandering van levensgemeenschappen en de ontwikkeling van biota op breuksteen en staalslakken. De analyse is uitgevoerd met het programma MVSP (Kovach, 1999) met de 'Bray-Curtis coëfficiënt' in combinatie met de 'average-linkage' methode. Voor de analyses zijn data gebruikt uit de periode 2005-2012, die afkomstig zijn van monitoringsactiviteiten van Stichting Zeeschelp. Vervolgens is een inverse analyse uitgevoerd zoals beschreven in Kaandorp (1986), dat een onderscheid mogelijk maakt tussen dominante en karakteristieke soorten. Soorten worden als dominant of karakteristiek beschouwd indien zij een bedekkingspercentage van ≥ 4% bereiken. Indien een soort minder dan 4% voorkomt, maar slechts in één gemeenschap voorkomt, is deze beperkt tot deze gemeenschap.

2.4 Inventarisatie van fauna in zacht substraat (sediment)

Infauna zijn dieren die leven in de zachte bodem (**Figuur 7**). De monitoring richt zicht op de aanwezige fauna in het sediment wat is neergeslagen op de nieuwe bestorting. De biota van de zachte substraten zijn bemonsterd met behulp van steekbuizen op dezelfde diepten als de stations van de harde substraten in de sublittorale zone. Voor de monitoring in 2015 zijn locaties Westbout en Zuidbout geselecteerd als referentielocaties. Voor meer achtergronden over de infauna analyse zie Tangelder et al., 2016.



Figuur 7. *Infauna zijn bodemdieren die leven in "zacht substraat" van bijvoorbeeld zand of slib (bron:www.senckenberg.de)*

Bemonstering en identificatie

Per diepte zijn 6 steekbuizen (6,5 cm doorsnede) genomen tot circa 30 cm in de bodem. Hiervoor moet voldoende sediment aanwezig zijn. De monsters zijn over 1 mm gezeefd en gefixeerd met borax gebufferde formaline (4%). Het uitzoeken van de monsters en determinatie van soorten heeft plaatsgevonden in het WAGENINGEN MARINE RESEARCH laboratorium in Yerseke. De organismen in de monsters zijn vervolgens geïdentificeerd, waar mogelijk tot op soort niveau, en geteld om de dichtheden te kunnen bepalen. Door de manier van bemonsteren kan het voorkomen dat fragmenten van een organisme aanwezig zijn in het monster. Tevens vindt de bemonstering plaats op het moment dat veel organismen in juveniele stadia aanwezig zijn. Hierdoor is het niet altijd mogelijk om de organismen tot soort niveau op naam te brengen en wordt er een hoger taxonomisch niveau gehanteerd.

Analyse van diversiteit, dichtheden en gemeenschappen

Voor infauna gemeenschappen zijn totale abundantie en diversiteit (soortenrijkdom en dichtheden) berekend. Daarnaast is een clusteranalyse uitgevoerd met de data van 2009-2015 (T0-T6) om te beoordelen of er veranderingen op gemeenschapsniveau zijn opgetreden. De analyse is uitgevoerd met logaritmisch getransformeerde data, met het programma MVSP (Kovach, 1999) met de 'Bray-Curtis' coëfficiënt in combinatie met de 'average-linkage' methode op dezelfde wijze als voor hard substraat soorten (zie vorige paragraaf).

Sedimentkarakteristieken

De sedimentkarakteristieken van de bovenste centimeter van de sedimentlaag zijn bepaald door monsters te zeven over 7 gekalibreerde zeven (2.8-0.053 mm). De karakteristieken zijn uitgedrukt als de procentuele bijdrage van de drooggewichten van de verschillende fracties. Omdat de verdeling van de fracties niet normaal bleek te zijn, is op basis van de dominante fracties een typologie voor de bodemsedimenten opgesteld (**Tabel 6**). Wanneer, door een recente verstoring, de sedimenten een tweetoppige verdeling vertonen (bv. grof en fijn), is dit sediment aangeduid als een verstoord (dis) grover type.

***Tabel 6**. Typologie voor de bodemsediment*

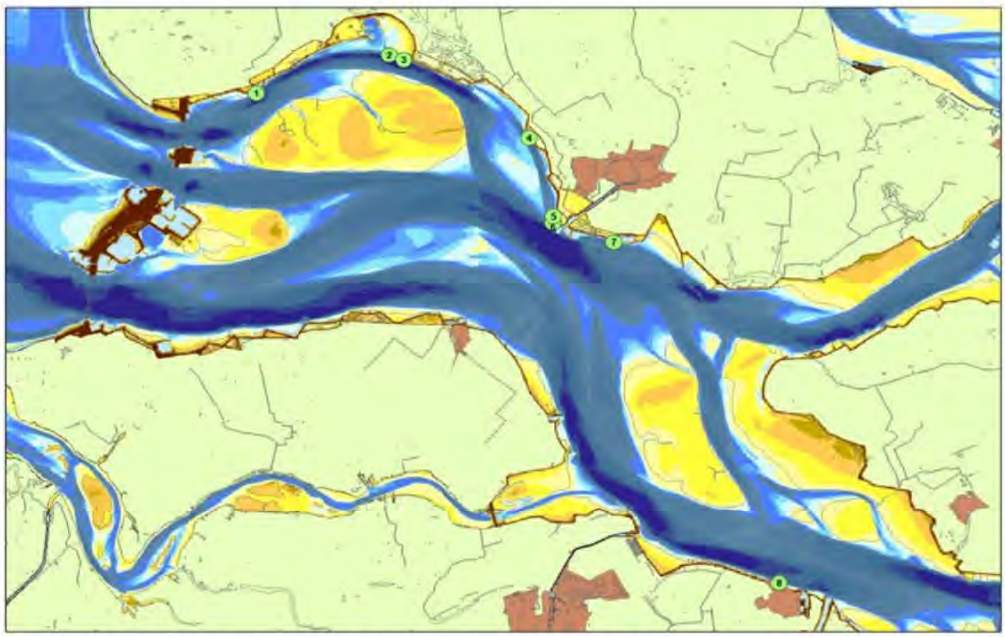
Type sediment:	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
dominante fractie in mm	>2.8	2.8-1.4	1.4-0.6	0.6-0.3	0.3-0.15	0.15-0.09	0.09-0.05	<0.05
Benaming	schelprest		zeer grof zand	grof zand	fijn zand	zeer fijn zand	ultra fijn zand	slib

In 2009 en 2010 zijn de sedimenten op de nabij gelegen stations voor de hardsubstraat bemonstering gebruikt, na 2010 zijn monsters op de exacte locatie genomen.

Naast de sedimentkarakteristieken zijn in 2011-2015 ook het percentages organische en droge stof bepaald. Deze percentages zijn bepaald in de bovenste zes cm van het bodemsediment, door de monsters te drogen bij 70ºC en vijf uur te verassen bij 525ºC. Ook is het zoutgehalte gemeten.

2.5 Sedimentbelasting en sediment dikte

Op acht locaties is de potentiële sedimentbelasting gemeten, dit houd in dat de netto sedimentatie in gram/m^2/dag is gemeten zonder dat resuspensie plaatsvindt (zie De Kluiver et al, 2012; de Kluijver et al, 2016). Zeven locaties zijn gelegen langs de zuidkust van Schouwen-Duiveland en één locatie bij Wemeldinge (**Figuur 8**). De potentiele sedimentbelasting is gemeten met behulp van sedimentvallen met een doorsnede van 11,7 cm en een lengte-diameter ratio van 5.1. Sedimentvallen hebben circa een maand lang op de bodem gestaan gedurende twee meet perioden in augustus/september 2015 en september/oktober 2015. De metingen zijn uitgevoerd op drie diepten: ca. 3.5, 7.5 en 15 meter diepte t.o.v. NAP. De inhoud van de sedimentvallen is op dezelfde manier geanalyseerd als de bodemsedimenten (zie vorige paragraaf).



***Figuur 8**. De locaties van de sedimentvallen: 1-Burghsluis-grindvak, 2-Schelphoek-west-ecorif op grindvak , 3-Schelphoek-oost, 4-Kistersnol, 5-Zierikzee-grindvak, 6-Zierikzee-oost, 7-Zeelandbrug-oost, 8-Wemeldinge-oost.*

De sedimentbelasting geeft informatie over de netto sedimentatie maar toont nog niet aan hoeveel sediment er daadwerkelijk blijft liggen. Daarom is bij locatie Schelphoek-westII tevens de dikte van de sedimentlaag gemeten. Metingen zijn uitgevoerd in vier raaien tussen 0 en 15 meter diepte. Voor meer informatie over methoden zie De Kluijver et al (2016).

2.6 Determinatie van zware metalen in biota

Bemonstering van biota

Tussen eind juli en begin oktober zijn in 2015 mosselen en oesters bemonsterd voor de analyse van zware metalen. Hiervoor zijn van iedere soort per monster meerdere individuen samengenomen en gehomogeniseerd tot een mengmonster. Op iedere locatie is op drie posities een monster verzameld die onafhankelijk van elkaar geanalyseerd zijn (triplo), zie voor details De Kluijver e.a. (2016, in prep). Voor de analyse van metalen is uitsluitend schelpdiervlees gebruikt. Na bemonstering zijn de monsters gekoeld getransporteerd naar een aquarium in het laboratorium. Vervolgens zijn de schelpdieren voor de duur van een nacht verwaterd om de pseudo faeces uit te spoelen. Verwatering vond plaats in een continue doorstroomd kunststofaquarium van ongeveer 500 liter, met gefilterd zeewater afkomstig uit de Oosterschelde (Jacobahaven). Dit jaar is voor het eerst ook biomassa en lengte bepaald van de bemonsterde mosselen en oesters. Schelpdierlengte is bepaald door de maximale schelplengte op te meten met een schuifmaat tot de dichtstbijzijnde millimeter. Het natgewicht van de schelpdieren is bepaald in grammen nauwkeurig voor zowel het hele schelpdier (inclusief schelp) als voor het weefsel apart. Vervolgens zijn de monsters opgeslagen bij -26 °C , in gewassen, zuur- en demi-gespoelde glazen flessen, afgedicht met Idpe-inlegstop en PP-schroefdeksels. De pincetten die gebruikt zijn tijdens deze handeling zijn van kunststof.

Analyse van zware metalen

De keuze van de te analyseren metalen is gebaseerd op de lijst van zware metalen die in het Besluit Bodemkwaliteit staan. Het betreft de volgende stoffen: As (arseen), Ba (barium), Cd (cadmium), Co (kobalt), Cr (chroom), Cu (koper), Hg (kwik), Mo (molybdeen), Ni (nikkel), Pb (lood), Sb (antimoon), Se (seleen), Sn (tin), V (vanadium) en Zn (zink). Additioneel op deze stoffenlijst zijn ook Al (aluminium), Fe (ijzer) en Mn (mangaan) geanalyseerd, omdat deze uit staalslakken kunnen logen (Jonkers 1987). Dezelfde set aan metalen is ook in voorgaande jaren geanalyseerd.

De metaalanalyses zijn uitgevoerd door TNO Triskelion te Zeist. Na homogenisatie is een deel van het monster in duplo ontsloten met salpeterzuur en waterstofperoxide, volgens TNO voorschrift LSP/072. In de verkregen oplossing is het gehalte bepaald m.b.v. ICP-MS, volgens TNO voorschrift LSP/055. De kwantificering vindt plaats aan de hand van externe kalibratiestandaarden en om te corrigeren voor fluctuaties in de apparatuur is gebruik gemaakt van een interne standaard (rhodium). Concentraties zijn teruggerekend naar eenheden per droogstofgewicht. Voor het bepalen van het droge stofgehalte is het gewogen monster gedroogd in een stoof (103 ± 3°C) tot constant gewicht en na afkoelen in een exsiccator terug gewogen.

De gegevens over metaalgehalten, droge stof, lengten en gewichten van de monsters zijn opgeslagen in een access database welke door WAGENINGEN MARINE RESEARCH beheerd wordt. Voor meer details over de bemonstering en analyse zie Glorius & Van den Heuvel-Greve (2016).

Berekening Pollution Load Index (PLI)

De Pollution Load Index (PLI) is berekend als maat voor de totale metaalvervuiling (Tomlinson et al. (1980)). De formule om de PLI te berekenen wordt hieronder weergegeven. In feite betreft de index het geometrisch gemiddelde van de concentraties van metalen.

$$PLI = \sqrt[n]{CF_1 \times CF_2 \times \ldots CF_n}$$

$$PLI = \sqrt[n]{CF_1 \times CF_2 \times \ldots CF_n}$$

n = aantal metalen opgenomen in de index
CF_1 = concentratie metaal nr. 1
CF_2 = concentratie metaal nr. 2
CF_n = concentratie metaal nr. n

De metalen Sb (antimoon) en Sn (tin) zijn in de PLI-berekening buitenbeschouwing gelaten omdat gehalten in verreweg de meeste gevallen onder de detectielimiet lagen. Voor de overige metalen zijn alle meetwaarden meegenomen, ook die onder de detectielimiet liggen, zodat de PLI-waarde altijd op eenzelfde aantal metalen is gebaseerd.

Data analyse zware metalen

Omdat er mogelijk een relatie bestaat tussen de leeftijd van schelpdieren en metaalaccumulatie zijn verschillen in monstergemiddelden van schelplengte en vleesversgewichten (als indicatie voor leeftijd) tussen monsterlocaties (en ondergrond) onderzocht met een one-way ANOVA toetst in combinatie met een Tukey posthoc test op een significantieniveau van 0.05.

De potentiële invloed van schelplengte op het metaalgehalten in mosselweefsel is onderzocht door middel van enkelvoudige lineaire regressie (kleinste kwadraten som), waarbij het verband tussen metaalgehalten als uitkomstvariabelen onderzocht is aan monstergemiddelde schelplengtes als verklarende variabelen. Hierbij is de niet verklaarde variatie beschouwd als normaal verdeeld rondom 0. Significantie van de regressieparameter is onderzocht door vergelijking met een gereduceerd model (zonder schelplengte) gebruik makend van een ANOVA toets (F-toets) op significantie niveau van 0.05.

De invloed van schelplengte op metaalgehalten in oesterweefsel is onderzocht met een 'random effect model' met schelplengte als vaste (fixed) verklarende effect en type ondergrond als stochastisch (random) effect. Op deze wijzen wordt gecorrigeerd voor het feit dat monster genomen op eenzelfde ondergrond meer op elkaar lijken (niet onafhankelijk zijn) van monsters genomen op een andere

ondergrond. Significantie is onderzocht door toetsing aan een gereduceerd model (ANOVA F-toets op significantieniveau 0.05).

Tijdstrends metalen in biota

Omdat er op voorhand geen voorspelling is gedaan hoe trends in de tijd zouden moeten verlopen is er op een exploratieve manier gekeken waarbij verschillende verbanden onderzocht zijn. Voor al de geanalyseerde metalen, droge stof en PLI-waarde is onderzocht of er sprake is van :

1. toe- dan wel afname over de tijd (jaren)
2. een plotselinge verhoging dan wel verlaging,
3. een verhoging dan wel verlaging in individuele jaren

1. Zowel een lineaire als exponentiele toe- dan wel afname in metaalgehalten over de tijd is onderzocht door zowel een lineair als log-lineair model op te stellen. Het model welke de data het beste beschrijft (AIC criteria) is als het juiste beschouwd.

$$y_i = \text{intercept} + \beta_1 \cdot \text{j}aar_\text{i} + \varepsilon_\text{i}$$

jaar	verklarende factor
$\varepsilon_i = N(0,\sigma^2)$	de door het model niet verklaarde variatie waarvan verondersteld is dat deze normaal verdeeld is rondom de waarde 0.
$i = 1,2,...$	de observaties (genomen monsters)

Om te onderzoeken of er sprake is van een significante trend is getoetst of de null hypothese (de geschatte parameterwaarde β = 0) al dan niet verworpen moet worden door vergelijking met een gereduceerd model (ANOVA F-toets met significantieniveau van 0.05).

2. Om vast te stellen of er plotselinge veranderingen opgetreden zijn in metaalgehalten is een 'changepoint' analyse uitgevoerd. In deze analyse wordt bekeken of en op welk moment in de tijd de statistische eigenschappen van een getallenreeks significant veranderd (nul hypothese = geen plotselinge verandering). In de analyses die hier uitgevoerd zijn is bekeken of en waar er een (enkele) sprong aanwezig is in gemiddelde metaalgehalten. Berekeningen zijn uitgevoerd in R (R Development Core Team (2014)) met functies beschikbaar binnen het pakket 'changepoint' (Killick e.a., 2014).

3. Als laatste zijn verschillen in metaalgehalten tussen de jaren getoetst met ANOVA in combinatie met een Tukey posthoc test.

Metaalgehalten zijn weergegeven in grafieken waaraan de uitkomsten van de bovenstaande analyses toegevoegd zijn. Metaalgehalten die onder de detectielimiet liggen zijn voorzien van een zwarte stip. Lineaire verbanden zijn, wanneer significant bevonden ($p<0.05$), met grijze stippellijnen weergegeven. De richtingscoëfficiënt, correlatiecoëfficiënt en p-waarde is in dat geval in de grafiek weergegeven. Als modelvalidatie zijn de *residuals* (de afwijkingen van de datapunten t.o.v. de door het model voorspelde waarden) bekeken om te zien of deze normaal verdeeld zijn en om vast te stellen of de variatie hetzelfde is voor de verschillende jaren. Plotselinge veranderingen in gemiddelde waarden zijn weergegeven met horizontale lijnen, en verschillen tussen jaren zijn weergeven met letters. Op basis van de grafieken is vastgesteld of aan de voorwaarden voor de statistische analyses (normale verdeling, gelijke variatie, invloed uitschieters etc.) voldaan wordt en dus of voorspelde verbanden betrouwbaar zijn.

Invloed van stortmateriaal op gehalten aan metalen in biota

De Japanse oester (*Crassostrea gigas*) is op verschillende typen ondergrond bemonsterd wat het mogelijk maakt om het potentiële effect op metaalaccumulatie te onderzoeken. De invloed van ondergrond type op metaalgehalten in oesterweefsel is onderzocht met een 'random effect model' met ondergrond als vaste (fixed) verklarende effect en ondergrond en jaar als stochastisch (random) effect. Op deze wijzen wordt gecorrigeerd voor het feit dat monster genomen in eenzelfde jaar meer

op elkaar lijken (niet onafhankelijk zijn) van monsters genomen in een ander jaar. Significantie is onderzocht door toetsing aan een gereduceerd model (ANOVA F-toets op significantieniveau 0.05).

3 Resultaten

3.1 Ontwikkeling van hard substraat gemeenschappen

Eulittoraal (getijden zone): talud en kreukelberm
De vooroeverbestorting is uitgevoerd onder water, echter heeft bestorting in de golfzone soms ook gevolgen voor de gemeenschappen van het eulittoraal. Bij de verdediging van de vooroever wordt ook een kreukelberm gestort die vanaf de onderste zone van het eulittoraal doorloopt naar het sublittoraal. De begroeiing in de eulittorale zone is naast de hoogte in het transect, afhankelijk van verschillende parameters, waarvan de dijkvorm, aard van de bekledingsmaterialen, expositie aan licht (ook temperatuur) en waterbeweging en type voorland de belangrijkste zijn. In **Tabel 4** in hoofdstuk 2 Methoden staat een overzicht van de ingrepen (talud en kreukelberm vernieuwingen) en aanwezige substraten. De analyse van de eulittorale gemeenschappen is uitgevoerd met de data van 2005 tot en met 2015 van transecten langs de Oosterschelde, Westerschelde en aan de Noordzeekust (deze zijn niet apart gerapporteerd).

Uit de gemeenschapsanalyse komen tien hoofdgroepen naar voren waar weer verschillende gemeenschappen onder vallen en tien losse gemeenschappen (**Tabel 7**). De losse gemeenschappen behoren hiërarchisch gezien dus niet tot één groep. De groepen die zijn aangetroffen omvatten stabiele eulittorale gemeenschappen, pioniersgemeenschappen, ontwikkelingsstadia vanuit de pioniersgemeenschappen en soortenarme varianten.

***Tabel 7**. Beschrijving van de eulittorale gemeenschappen in de Oosterschelde (OS), Westerschelde (WS) en aan de Noordzeekust (NZ) met het gemiddeld aantal soorten van de gemeenschap, dominante soorten wieren en fauna en de plaats in de zonering. De 'losse' gemeenschappen zijn gecodeerd met een 'nul' en de hoofdgemeenschappen zijn genummerd 1 t/m 10.*

code:	gem. srt:	dominante wieren:	dominante fauna:	plaats in zonering:
Cluster 0-soortenarme gemeenschappen hoog in de zonering				
0-Xan	1.1	korstmossen	geen	supralittoraal, OS en WS
0-Pat	1.0	geen	geen, schaalhoren op gepenetreerd basalt	supra/hoog eulittoraal, OS
0-Anu	1.4	geen	geen, springstaarten tussen korstmossen en plukjes *Gr*	supra/hoog eulittoraal, OS
0-Pel	1.0	groefwier	geen	hoog eulittoraal, OS
0-Fsp/Pel	1.6	kleine zee-eik en groefwier	geen	hoog eulittoraal, OS en NZ
0-Por	1.5	geen, *Prasiola stipata* met plukjes purperwier	geen	hoog eulittoraal, OS en WS
0-Ent	1.2	darmwier	geen	eulittoraal, verstoorde kreukelberm, OS, WS en NZ
Cluster 0-gemeenschappen nabij de laagwaterlijn				
0-sub-rw-	3.0	zeesla en kernwier	geen	laag eulittoraal, OS
0-sub-rw-	16.0	*Griffithsia devoniensis* , *Cystoclonium purpureum* , Hollands hoorntjeswier, donker buiswier, rood hoorntjes wier en lers mos	zeepokken	laag eulittoraal, NZ
0-sub-rw-	7.0	lers mos en zeesla	mosselen	laag eulittoraal, OS
Cluster 1-soortenarme gemeenschappen in het hoog eulittoraal				
1-hd-Blid	4.6	klein darmwier en de kleine zee-eik	geen	vooral hoog eulittoraal, OS, WS en NZ
1-ld-Blid	1.4	klein darmwier	geen	vooral hoog eulittoraal, OS, WS en NZ
1-ld-cir	2.4	geen	geen, zeepokken in lage bedekking	vooral hoog eulittoraal, OS, WS en NZ
1-ld-Ls	1.2	geen	geen, stompe alikruiken in spleten	hoog eulittoraal, OS en WS
Cluster 2-				
2-hd-Fsp	7.8	kleine zee-eik	zeepokken	hoog eulittoraal, OS, WS en NZ
2-ld-Fsp	6.1	kleine zee-eik	zeepokken	hoog eulittoraal, NZ
2-Myt	4.0	geen	mosselen en zeepokken	laag eulittoraal, OS
2-hd-c/c	6.4	geen	zeepokken en Japanse oester	laag eulittoraal, vooral OS
2-ld-c/c	4.7	geen	zeepokken en Japanse oester	laag eulittoraal, vooral WS
2-Fv-c/c	5.3	blaaswier	zeepokken en Japanse oester	laag en midden eulittoraal, OS en WS
2-Por-c	7.0	purperwier	zeepokken, Japanse oester en mosselen	laag eulittoraal, WS
2-rw-mF	11.2	*Gelidium pusillum* , blaaswier en kleine zee-eik	zeepokken en Japanse oester	laag en midden eulittoraal, vooral OS
2-hd-Fv-c	8.7	blaaswier	Japanse oester en zeepokken	laag en midden eulittoraal, OS
Cluster 3-blaaswier- en gezaagde zee-eik-gemeenschappen				
3-Fv/s-c	8.6	blaaswier, gezaagde zee-eik en darmwier	zeepokken en Japanse oester	eulittoraal, OS, WS en NZ
3-Asco-m	9.3	blaaswier, knotswier en gezaagde zee-eik	zeepokken en Japanse oester	laag eulittoraal, vooral OS en NZ, zeldzaam WS
3-Fv-rw	8.8	blaaswier, *Caulacanthus okamurae* en darmwier	zeepokken en Japanse oester	midden en laag eulittoraal, vooral OS, verder WS
3-hd-Fs/v	9.5	gezaagde zee-eik, blaaswier en darmwier	zeepokken	laag eulittoraal, NZ
3-Fs-c/c	9.2	gezaagde zee-eik en zeesla	zeepokken en Japanse oester	laag eulittoraal, OS, WS en NZ
3-Fs-cras	9.0	gezaagde zee-eik	Japanse oester	laag eulittoraal, WS
Cluster 4-verstoorde gemeenschappen met een hoge bedekking aan groenwieren				
4-Fsp/gw	4.9	kleine zee-eik en darmwier	zeepokken	vooral hoog eulittoraal, OS, WS en NZ
4-mF/blid	5.6	blaaswier, kleine zee-eik en klein darmwier	zeepokken	vooral hoog eulittoraal, OS, WS en NZ
4-mF/gw	6.7	blaaswier, kleine zee-eik en darmwier	zeepokken	hoog en midden eulittoraal, OS, WS en NZ
4-hd-Fv/g	5.8	blaaswier en darmwier	zeepokken	midden eulittoraal, OS, WS en NZ
4-ld-Fv/gv	3.3	blaaswier en darmwier	geen	midden eulittoraal, OS, WS en NZ
4-Fv/gw	4.9	blaaswier, darmwier en klein darmwier	geen	hoog en midden eulittoraal, OS en WS
4-gw/Fv	6.8	darmwier en blaaswier	zeepokken	hoog en midden eulittoraal, OS en WS
4-mF-rw	8.9	kleine zee-eik, darmwier, *Caulacanthus okamurae* , blaaswier en zeesla	zeepokken	hoog en midden eulittoraal, OS, WS en NZ
4-Fv-rw	7.5	blaaswier, *Caulacanthus okamurae* en *Gelidium pusillum*	geen	hoog en midden eulittoraal, OS en NZ
Cluster 5-pioniersgemeenschappen op nieuwe substraten en op verstoorde substraten				
5-pio-1	6.2	darmwier en blaaswier	zeepokken	laag eulittoraal, vooral OS
5-pio-2	3.6	purperwier	zeepokken	laag eulittoraal, WS
5-pio-3	3.7	darmwier en purperwier	zeepokken	eulittoraal, OS en WS
5-pio-4	5.1	zeesla, darmwier, purperwier en blaaswier	zeepokken	laag eulittoraal, OS en WS
5-pio-5	8.8	purperwier, zeesla en darmwier	zeepokken en Japanse oester	laag eulittoraal, WS
5-pio-6	4.5	zeesla en darmwier	zeepokken	laag eulittoraal, OS en WS
5-pio-7	7.0	darmwier, zeesla, Ectocarpales en blaaswier	geen	midden eulittoraal, OS
5-pio-8	3.5	darmwier en zeesla	Japanse oester	laag eulittoraal, OS en WS
5-pio-9	8.8	zeesla, darmwier en violet buiswier	zeepokken	laag eulittoraal, vooral OS, zeldzaam WS
Cluster 6-laag eulittorale gemeeenschappen met veel sublittorale soorten				
6-sub-1	15.1	gezaagde zee-eik, zeesla en kernwier	Japanse oester en zeepokken	laag eulittoraal, OS en NZ
6-sub-2	10.4	gezaagde zee-eik en zeesla	Japanse oester en zeepokken	laag eulittoraal OS, eenmaal NZ
6-sub-3	14.3	gezaagde zee-eik en zeesla	zeepokken en Japanse oester	laag eulittoraal OS, eenmaal WS
6-sub-4	9.5	gezaagde zee-eik, zeesla en blaaswier	zeepokken	laag eulittoraal OS, eenmaal WS
6-sub-5	12.0	gezaagde zee-eik en zeesla	zeepokken	laag eulittoraal, OS
6-sub-6	7.5	zeesla en rood hoorntjeswier	Japanse oester en zeepokken	laag eulittoraal, WS
6-sub-7	15.8	lers mos, *Caulacanthus okamurae* en zeesla	zeepokken en Japanse oester	laag eulittoraal, OS
Cluster 7-soortenrijke *Cladophora* -gemeenschap, maar in lage dichtheden				
7-Myt	11.3	*Cladophora albida*	geen, mosselen in lage dichtheden	midden en laag eulittoraal, OS
Cluster 8-knotswier-gemeenschappen				
8-hd-Asco	12.8	knotswier, blaaswier, gezaagde zee-eik en zeesla	Japanse oester	eulittoraal, OS en NZ
8-ld-Asco	5.4	knotswier en blaaswier	zeepokken	eulittoraal, OS en NZ
Cluster 9-soortenarme blaaswier gemeenschap met knotswier				
9-ld-As/Fv	2.8	blaaswier en knotswier	geen	eulittoraal, vooral WS, verder NZ en OS
Cluster 10-oestergemeenschap, soms met blaaswier				
10-Fv/Cra	5.3	blaaswier	Japanse oester	midden en laag eulittoraal, vooral OS, verder WS
Overig:				
kaal	0.0	geen	geen	hoog eulittoraal OS, laag eulittoraal WS, verder N

Figuur 10 en **Figuur 11** laten de resultaten zien van de inventarisatie hardsubstraat gemeenschappen in het eulittoraal in 2009 en 2015 voor locatie Zeelandbrug en referentielocaties. Verschillen in lengte van de transecten kan verklaard worden door verschillen in laagwaterstand (astronomisch getij en windopzet) en helling van het talud. Een beschrijving van de gemeenschappen

die in deze figuren benoemd staan is te vinden **Tabel 7** en in Bijlage 1. Voor een uitgebreide beschrijving van de resultaten zie De Kluijver et al. (2016).

Referentielocaties

Om inzicht te krijgen in natuurlijke variatie en ruimtelijke spreiding van hard substraat gemeenschappen is gekeken naar onverstoorde referentielocaties (bv. locaties Westbout en de Val). Daarnaast zijn ook locaties gevolgd waar het talud en de kreukelberm zijn vernieuwd (bv. Burghsluis). Uit de verdeling van de gemeenschappen in 2009 en in latere jaren blijkt dat de gemeenschappen een duidelijke geografische verspreiding vertonen. In het westelijke deel van de Oosterschelde is de soortenrijke gezaagde zee-eik/blaaswier-gemeenschap (3-Fv/s-c) het meest algemeen en komt deze zowel op het talud als op de kreukelberm voor. Nabij de laagwaterlijn wordt de gezaagde zee-eik meer dominant (gemeenschap 3-Fs-c/c), met plaatselijk clusters van het knotswier en gemengde *Fucus*-soorten (gemeenschap 3-Asco-mF). Op de oostelijke locaties is op het talud de zeepokken-gemeenschap (1-ld-cir) breder dan op de westelijke locaties en wordt deze gevolgd door de blaaswier/*Gelidium pusillum*-gemeenschap (2-rw-mF). Deze gemeenschap loopt door op de kreukelberm, maar hier is ook gemeenschap 2-hd-c/c aanwezig. Binnen deze gemeenschap zijn alleen zeepokken en de Japanse oester dominant.

De relatief onverstoorde locaties Westbout (onverstoord) en Plompetoren (talud vernieuwd in 2015) geven een beeld van de natuurlijke variatie. Daar waar gemeenschappen op het talud veel variatie vertoonden zette zich op de kreukelberm de blaaswier-gezaagde zee-eik gemeenschap voort. Op de westelijke locatie bij Schelphoek lijkt de gemeenschap op de kreukelberm zich in 4 tot 5 jaar te ontwikkelen tot de gemeenschap op de ongestoorde referentie locaties, maar het is mogelijk gemeenschappen zich nog verder ontwikkelen op de minder geëxponeerde locatie oost. In het oostelijke verspreidingsgebied van de gemeenschappen bleef op de ongestoorde referentie locatie De Val de zonering redelijk constant waarbij de dominante soorten binnen deze gemeenschap, zeepokken en de Japanse oester, meerjarig zijn. De successie van nieuwe substraten lijkt te worden bepaald door de snelheid van vestiging van de verschillende *Fucus*-soorten, met een snelle kolonisatie van de kleine zee-eik in een groot areaal, ook lager in het intergetijdengebied. Ook het blaaswier kan de nieuwe substraten snel koloniseren, vanaf de laagwaterlijn tot een de zone van de kleine zee-eik. De vestiging vanaf de laagwaterlijn van de gezaagde zee-eik en uitbreiding over de kreukelberm en het talud in de volgende jaren hersteld de zonering op de westelijke locaties.

Zeelandbrug

Door de vooroeververdediging zijn alleen de gemeenschappen op de kreukelberm direct beïnvloed en niet op het talud. Begin 2010 is de vooroever versterkt, waarbij de kreukelberm is verlengd met breuksteen. De kreukelberm werd gedomineerd door een bedekking van zeepokken met Japanse oester(2hd-c/c en 2rw-mF) die overeenkomt met gemeenschappen in het oostelijk deel van de Oosterschelde (**Figuur 10**). Alleen op het overlaagde talud van de locatie Zeelandbrug-midden kwam een andere zonering voor. Op het asfalt kwam het kruiproodwier in een hogere bedekking voor. Na de versterking van de vooroever kwamen in 2010 op alle locaties de pioniersgemeenschappen op de nieuwe substraten voor. De ontwikkeling van deze pioniersgemeenschap in de volgende jaren was echter compleet anders dan op grond van de west-oost verdeling van de zonering verwacht zou worden. De successie verliep via de verschillende *Fucus*-soorten. In 2012 had het knotswier zich op de kreukelberm kunnen vestigen, en deze soort nam in de erop volgende jaren sterk in bedekking toe. In 2015 was de gemeenschap op de kreukelberm nog steeds verschillend van de oorspronkelijke gemeenschap in 2009 (**Figuur 11**) met een variatie van verschillende gemeenschappen op de kreukelberm west/midden/oost.



Figuur 9. *Het eulittoraal bij de Zeelandbrug in 2015. Links: de kreukelberm bij locatie Zeelandbrug-west. Rechts: de kreukelberm bij locatie Zeelandbrug-oost. Op beide afbeeldingen is de gezaagde zee-eik (Fucus serratus) op de kreukelberm te zien.*

2009	Wb	Burgh-R	Burgh-T0	Pt	Sch-Rw	Sch-h-PBZ	Sch-h-R	Sch-wII	Sch-w	Sch-m	Sch-o	Sch-Ro	Fla	Lok	Zie	Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o	Val
1	4-ld-Fv/gw	-		1-ld-cir	0-Xan				-	-	-	0-Xan		0-Xan		-	1-ld-cir	1-ld-cir	0-Xan
2	3-Fv/s-c	-		1-ld-cir	0-Xan				-	-	-	0-Xan		0-Xan		1-ld-Ls	1-ld-cir	1-ld-cir	0-Xan
3	3-Fv/s-c	-		4-Fsp/gw	0-Xan				-	-	-	0-Xan		0-Xan		1-ld-cir	4-Fsp/gw	1-ld-cir	-
4	3-Fv/s-c	1-ld-cir		4-Fsp/gw	0-Xan				-	-	-	0-Xan		0-Xan		1-ld-cir	2-rw-mF	1-ld-cir	-
5	3-Fv/s-c	1-ld-cir		4-mF/Blid	0-Xan				-	-	-	0-Xan		0-Xan		1-ld-cir	2-rw-mF	1-ld-cir	-
6	3-Fv/s-c	5-pio-3		4-mF/Blid	0-Xan				1-ld-cir	1-ld-cir	1-ld-cir	0-Xan		0-Xan		1-ld-cir	2-rw-mF	4-gw/Fv	-
7	3-Fv/s-c	4-Fsp/gw		4-mF/Blid	0-Xan				1-ld-cir	1-ld-cir	1-ld-cir	0-Xan		-		4-gw/Fv	2-rw-mF	4-gw/Fv	1-ld-Ls
8	3-Fv/s-c	4-Fsp/gw		3-Asco-mF	1-ld-cir				9-ld-As/Fv	9-ld-As/Fv	1-ld-cir	-		-		4-gw/Fv	2-rw-mF	2-hd-c/c	1-ld-cir
9	3-Fv/s-c	4-mF/Blid		3-Fv/s-c	1-ld-cir				4-mF/Blid	4-mF/Blid	9-ld-As/Fv	1-ld-cir		-		4-gw/Fv	2-rw-mF	2-hd-c/c	1-ld-cir
10	3-Fv/s-c	4-mF/Blid		3-Fv/s-c	1-ld-cir				4-mF/Blid	4-mF/Blid	9-ld-As/Fv	1-ld-cir		0-Pat		2-rw-mF	2-rw-mF	2-hd-c/c	4-Fsp/gw
11	3-Fs-c/c	4-mF/Blid		3-Fv/s-c	2-ld-c/c				4-mF/Blid	4-mF/Blid	9-ld-As/Fv	1-ld-cir		1-ld-Ls		2-rw-mF	2-rw-mF	2-hd-c/c	4-Fsp/gw
12	3-Fv/s-c	4-mF/gw		3-Fv/s-c	4-gw/Fv				4-mF/Blid	4-mF/Blid	9-ld-As/Fv	9-ld-As/Fv		4-Fsp/gw		2-rw-mF	2-rw-mF	2-hd-c/c	4-Fsp/gw
13	3-Fv/s-c	4-mF/gw		3-Fv/s-c	4-mF/Blid				4-mF/Blid	4-mF/Blid	1-ld-cir	8-ld-Asco		4-Fsp/gw		2-hd-c/c	2-rw-mF	2-hd-c/c	4-Fsp/gw
14	3-Fv-rw	4-mF/gw		3-Fv/s-c	4-mF/Blid				4-mF/Blid	4-mF/Blid	9-ld-As/Fv	8-ld-Asco		2-hd-c/c		2-hd-c/c	2-hd-c/c	2-hd-c/c	2-rw-mF
15	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c		3-Asco-mF	4-mF/Blid				4-mF/Blid	9-ld-As/Fv	2-hd-Fsp	8-ld-Asco		4-Fsp/gw		2-hd-c/c	2-hd-c/c	2-hd-c/c	2-rw-mF
16	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c		3-Fv/s-c	4-mF/Blid				4-mF/Blid	5-pio-4	4-mF/Blid	3-Asco-mF		4-hd-Fv/gw		2-hd-c/c	2-hd-c/c	2-hd-c/c	2-hd-c/c
17	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c		3-Fv/s-c	4-gw/Fv				4-mF/Blid	4-hd-Fv/gw	4-mF/Blid	3-Asco-mF		2-Fv-c/c		2-hd-c/c	2-hd-c/c	2-hd-c/c	2-hd-c/c
18	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c		3-Fv/s-c	2-rw-mF				4-mF/Blid	4-ld-Fv/gw	4-mF/Blid	3-Asco-mF		3-Fv-rw		2-hd-c/c	2-rw-mF	2-hd-c/c	2-hd-c/c
19	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c		3-Fv/s-c	4-mF/Blid				4-mF/Blid	4-ld-Fv/gw	4-mF/gw	3-Asco-mF		2-hd-c/c		2-hd-c/c	2-rw-mF	2-hd-c/c	2-hd-c/c
20	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c			4-mF/Blid				4-mF/gw	4-ld-Fv/gw	4-ld-Fv/gw	3-Asco-mF		2-hd-c/c		2-hd-c/c	2-rw-mF	2-rw-mF	2-hd-c/c
21	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c			2-rw-mF				4-mF/Blid	4-ld-Fv/gw	4-ld-Fv/gw	3-Fv/s-c		2-hd-c/c		2-hd-c/c		2-rw-mF	2-hd-c/c
22	3-Fs-c/c	3-Fv/s-c			2-hd-c/c				4-mF/gw	4-ld-Fv/gw	4-mF/gw	3-Fv-rw		2-hd-c/c		2-hd-c/c			2-hd-c/c
23	3-Fs-c/c	3-Fv/s-c			2-rw-mF				4-hd-Fv/gw	4-mF/gw	4-mF/gw	3-Fv-rw		2-hd-c/c		2-hd-c/c			2-rw-mF
24	3-Fs-c/c	3-Fv/s-c			2-rw-mF				4-mF/gw	4-mF/gw	4-mF/gw	2-rw-mF		2-hd-c/c		2-hd-c/c			2-rw-mF
25		3-Fv/s-c			2-rw-mF				4-mF/gw	4-mF/gw	4-mF/gw	3-Fv-rw		2-hd-c/c					2-rw-mF
26		4-hd-Fv/gw			2-rw-mF				4-ld-Fv/gw	4-mF/gw	4-mF/gw	2-rw-mF		2-hd-c/c					2-rw-mF
27		4-hd-Fv/gw			2-rw-mF				4-mF/gw	4-ld-Fv/gw	4-mF/gw	2-rw-mF		2-hd-c/c					2-hd-c/c
28		3-Fv/s-c			2-rw-mF				4-mF/gw	4-mF/gw	4-mF/gw	2-rw-mF		2-hd-c/c					
29		3-Fv-rw			2-rw-mF					4-Fsp/gw	4-hd-Fv/gw	2-rw-mF		2-rw-mF					
30		3-Fv/s-c			2-rw-mF					4-mF/gw	4-ld-Fv/gw	2-rw-mF		2-rw-mF					
31		3-Fv/s-c			2-rw-mF					4-mF/gw	4-ld-Fv/gw	2-rw-mF		2-rw-mF					
32		3-Fv-rw			2-rw-mF					4-mF/gw	5-pio-9	2-rw-mF		2-rw-mF					
33		3-Fs-c/c								4-hd-Fv/gw		0-sub-rw-1		2-rw-mF					
34		3-Fs-c/c								5-pio-6		2-rw-mF							
35		3-Fv/s-c								5-pio-8									
36										5-pio-9									
37										5-pio-9									
38										5-pio-9									
39										5-pio-9									

***Figuur 10**. De eulittorale transecten en gemeenschappen in 2009 langs de kust van Schouwen-Duiveland van west (links) naar oost (rechts). De kleuren geven de verschillende gemeenschappen aan. Zie **Tabel 7** en bijlage 1 voor de verklaring van de codes en beschrijving van de gemeenschappen. Wb = Westbout, Burgh-R = Burghsluis-referentie, Burgh-T0 = Burghsluis-T0, Pt = Plompetoren, Sch-wII = Schelphoek-westII, Sch-w = Schelphoek-west, Sch-m = Schelphoek-midden, Sch-o = Schelphoek-oost, Sch-Re = Schelphoek=referentie, Lok = Lokkersnol, Zie= Zierikzee, Zeel-w = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-west, Zeel-m = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-midden, Zeel-o = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-oost. De nummers in de kantlijn geven het aantal bemonsterde kwadranten aan (50 x 50 cm). Het aantal bemonsterde kwadranten hangt af van de helling van het dijktalud, astronomisch getij en al dan niet windopzet.*

2015	Wb	Burgh-R	Burgh-T0	Pt	Sch-Rw	Sch-h-PBZ	Sch-h-R	Sch-wII	Sch-w	Sch-m	Sch-o	Sch-Ro	Fla	Lok	Zie	Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o	Val
1	4-Fsp/gw	1-ld-Ls	-	-		1-hd-Blid	1-hd-Blid		-	0-Xan	-					-	1-ld-cir	1-ld-cir	0-Xan
2	4-Fsp/gw	1-ld-Ls	-	1-ld-cir		4-mF/Blid	1-hd-Blid		-	-	-					-	1-ld-cir	1-hd-Blid	-
3	4-mF-rw	1-ld-cir	-	1-ld-cir		4-mF/Blid	4-mF/gw		-	-	0-Por					-	4-Fsp/gw	1-hd-Blid	-
4	3-Fv/s-c	1-ld-cir	-	4-Fsp/gw		4-mF/Blid	3-Fv/s-c		1-ld-cir	-	1-ld-cir					1-ld-cir	4-Fsp/gw	4-Fsp/gw	-
5	3-Fv/s-c	4-Fsp/gw	1-ld-cir	4-Fsp/gw		4-mF/gw	3-Fv/s-c		1-hd-Blid	1-ld-cir	1-hd-Blid					1-hd-Blid	4-mF-rw	4-Fsp/gw	-
6	3-Fv/s-c	4-Fsp/gw	4-Fsp/gw	4-Fsp/gw		4-mF/gw	3-Asco-mF		1-hd-Blid	1-hd-Blid	4-Fsp/gw					1-hd-Blid	4-mF-rw	4-Fsp/gw	-
7	3-Fv/s-c	4-mF-rw	1-hd-Blid	4-mF/Blid		3-Asco-mF	3-Asco-mF		1-hd-Blid	4-Fsp/gw	4-Fsp/gw					1-hd-Blid	4-mF-rw	4-Fsp/gw	1-ld-cir
8	3-Fv/s-c	4-mF-rw	4-mF-rw	4-mF-gw		3-Asco-mF	3-Asco-mF		4-mF/Blid	4-Fsp/gw	4-mF/Blid					1-hd-Blid	4-mF-rw	4-Fsp/gw	1-hd-Blid
9	3-Fv/s-c	4-mF-rw	4-Fsp/gw	4-Fsp/gw		3-Asco-mF	3-Asco-mF		3-Fv/s-c	4-mF/gw	3-Fv/s-c					4-Fsp/gw	4-mF-rw	4-mF-rw	1-hd-Blid
10	3-Fv/s-c	4-mF-rw	4-mF/Blid	4-Fsp/gw		4-hd-Fv/gw	3-Asco-mF		3-Fv/s-c	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c					4-Fsp/gw	4-mF-rw	4-mF-rw	1-hd-Blid
11	3-Fv/s-c	4-mF-rw	4-mF/Blid	4-mF-gw		3-Fv-rw	3-Asco-mF		3-Fv/s-c	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c					4-Fsp/gw	4-mF-rw	3-Fv/s-c	1-hd-Blid
12	3-Fv/s-c	4-mF-gw	2-Fv-c/c	4-ld-Fv/gw		3-Asco-mF	3-Asco-mF		3-Fv/s-c	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c					4-mF-gw	4-mF-rw	2-hd-Fsp	4-Fsp/gw
13	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c	2-Fv-c/c	5-pio-4		3-Asco-mF	3-Asco-mF		3-Fv/s-c	3-Asco-mF	3-Fv/s-c					4-Fsp/gw	4-mF-rw	2-hd-c/c	4-Fsp/gw
14	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c	2-Fv-c/c	5-pio-4		3-Asco-mF	3-Asco-mF		3-Fv/s-c	3-Asco-mF	3-Fv/s-c					3-Fv/s-c	2-hd-c/c	2-hd-c/c	4-Fsp/gw
15	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c	2-Fv-c/c	5-pio-3		2-Fv-c/c	3-Asco-mF		3-Fv/s-c	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c					3-Fv/s-c	3-Fv-rw	2-Fv-c/c	2-hd-Fsp
16	2-hd-c/c	3-Fv/s-c	2-Fv-c/c	5-pio-7		3-Fv-rw	3-Asco-mF		3-Fv/s-c	3-Fv/s-c	3-Asco-mF					3-Fv/s-c	3-Fv-rw	3-Fv-rw	2-hd-Fsp
17	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c	2-Fv-c/c	5-pio-7		3-Asco-mF	3-Asco-mF		3-Fv/s-c	3-Fv/s-c	3-Asco-mF					3-Fv-rw	3-Fv-rw	2-Fv-c/c	2-hd-Fsp
18	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c	2-Fv-c/c	5-pio-7		3-Asco-mF	3-Fs-c/c		3-Fv/s-c	3-Fv/s-c	3-Asco-mF					3-Fv/s-c	3-Fv-rw	2-Fv-c/c	3-Fv-rw
19	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c	3-Fv-rw	5-pio-7		3-Fv-rw			3-Fv/s-c	3-Fv/s-c	3-Asco-mF					3-Fv/s-c	3-Fv-rw	3-Fv-rw	3-Fv-rw
20	3-Asco-mF	3-Fv/s-c	2-Fv-c/c	5-pio-7					3-Fv/s-c	3-Fv/s-c	3-Asco-mF					2-Fv-c/c	2-Fv-c/c	2-Fv-c/c	3-Fv-rw
21	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c	3-Fv-rw	5-pio-9					3-Fv/s-c	3-Fs-c/c	3-Fv/s-c					3-Fv-rw	3-Asco-mF	2-Fv-c/c	3-Fv-rw
22	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c	3-Fv-rw	5-pio-9					3-Fv/s-c	3-Fs-c/c	3-Asco-mF					2-hd-c/c	3-Asco-mF	2-Fv-c/c	3-Fv-rw
23	3-Fs-c/c	3-Fv/s-c	3-Fv-rw	3-Fv/s-c					3-Fv/s-c	3-Fv/s-c	3-Asco-mF					3-Fv-rw	3-Fv-rw	3-Asco-mF	3-Fv-rw
24	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c	3-Fv-rw	5-pio-9					3-Fv/s-c	3-Fv/s-c	3-Asco-mF					2-Fv-c/c	3-Fv-rw	3-Asco-mF	3-Fv-rw
25	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c	0-sub-rw-3	3-Fs-c/c					3-Fv/s-c	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c					2-Fv-c/c	3-Asco-mF	3-Asco-mF	3-Fv-rw
26	3-Fv/s-c	3-Fv-rw		3-Fs-c/c					2-Fv-c/c	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c					3-Fv-rw	3-Fv-rw	3-Asco-mF	3-Fv-rw
27	3-Fs-c/c	3-Fv/s-c							3-Asco-mF	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c					3-Fv-rw	3-Fv-rw	3-Asco-mF	3-Fv-rw
28		2-rw-mF							3-Asco-mF	3-Fv/s-c	3-Asco-mF					3-Fv-rw	3-Asco-mF	3-Asco-mF	6-sub-7
29		3-Fs-c/c							3-Fv/s-c	3-Fv/s-c	3-Fv-rw					3-Fv/s-c	3-Asco-mF	3-Asco-mF	6-sub-7
30		3-Fs-c/c							3-Fs-c/c	3-Fv/s-c	3-Fv/s-c					3-Fs-c/c	3-Asco-mF	3-Asco-mF	
31		3-Fs-c/c							3-Fs-c/c	3-Fv/s-c	3-Fs-c/c					3-Fv/s-c	3-Asco-mF	3-Fv/s-c	
32		3-Fs-c/c							6-sub-2	3-Fv/s-c	3-Fs-c/c					3-Fv/s-c	3-Fs-c/c	3-Asco-mF	
33		3-Fs-c/c							3-Fs-c/c	3-Fv/s-c						3-Fv/s-c	3-Fs-c/c	3-Asco-mF	
34		3-Fs-c/c							3-Fs-c/c	3-Asco-mF						3-Asco-mF	3-Fs-c/c	3-Asco-mF	
35									6-sub-2	3-Fv/s-c						3-Fv/s-c	3-Fs-c/c	3-Asco-mF	
36									6-sub-2	3-Fv/s-c						3-Fv/s-c	3-Fs-c/c	3-Fs-c/c	
37									3-Fs-c/c	3-Fv/s-c						3-Fv/s-c		3-Asco-mF	
38									3-Fs-c/c	3-Fv/s-c						3-Fs-c/c		3-Fs-c/c	
39									6-sub-2	3-Fv/s-c						3-Fv/s-c		3-Fs-c/c	
40									6-sub-2	3-Fv/s-c						3-Fs-c/c		3-Fs-c/c	
41									6-sub-4	6-sub-3						3-Fs-c/c		3-Fs-c/c	
42									6-sub-2							3-Fs-c/c		3-Fs-c/c	
43									6-sub-2							3-Fs-c/c		6-sub-3	
44									6-sub-2							3-Fs-c/c		6-sub-3	
45									6-sub-2							3-Fs-c/c			
46									6-sub-2							3-Fs-c/c			
47									6-sub-2							3-Fs-c/c			
48									6-sub-4							3-Fs-c/c			
49									6-sub-2							6-sub-3			
50									6-sub-2							3-Fs-c/c			
51									6-sub-2										

Figuur 11. *De eulittorale transecten en gemeenschappen in 2015 langs de kust van Schouwen-Duiveland van west (links) naar oost (rechts). De kleuren geven de verschillende gemeenschappen aan. Zie* ***Tabel 7*** *en bijlage 1 voor de verklaring van de codes en beschrijving van de gemeenschappen. Wb = Westbout, Burgh-R = Burghsluis-referentie, Burgh-T0 = Burghsluis-T0, Pt = Plompetoren, Sch-wII = Schelphoek-westII, Sch-w = Schelphoek-west, Sch-m = Schelphoek-midden, Sch-o = Schelphoek-oost, Sch-Re = Schelphoek=referentie, Lok = Lokkersnol, Zie= Zierikzee, Zeel-w = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-west, Zeel-m = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-midden, Zeel-o = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-oost. De nummers in de kantlijn geven het aantal bemonsterde kwadranten aan (50 x 50 cm). Het aantal bemonsterde kwadranten hangt af van de helling van het dijktalud, astronomisch getij en al dan niet windopzet.*

Sublittoraal

Het sublittoraal betreft de zone beneden de laagwaterlijn waar de vooroeverbestortingen hebben plaatsgevonden. Daarbij wordt zoals eerder aangegeven onderscheid gemaakt in het infralittoraal (dit is de wierzone tot 4 meter diepte die ongeveer overeenkomt met de golfzone) en het circalittoraal (de stroomzone beneden 4 meter diepte). In **Tabel 1** staat de periode van bestorten en de gebruikte materialen per locatie aangegeven. Evenals de eulittorale zone vertonen de gemeenschappen in het sublittoraal een duidelijke zonering in het mondingsgebied, middengebied en het Zijpe in de noordelijke tak van de Oosterschelde. Zoutgehalte en stroming zijn bepalende factoren voor het voorkomen van soorten. Deze zonering is van belang bij het beoordelen van ontwikkeling van gemeenschappen op bestorte vooroever. In **Tabel 8** staat een beschrijving van de gemeenschappen in de Oosterschelde weergegeven en met bijbehorende codes die terugkomen in de resultaten.

Tabel 8. *Beschrijving van de sublittorale gemeenschapen langs de zuidkust van Schouwen-Duiveland en kom op basis van analyse in 2015. Deze indeling is gemaakt op basis van expert judgement en kan van jaar tot jaar verschillen. Boven: Infralittoraal. Onder: Circalittoraal.*

	gemid. srt	bovenste structuurlaag:	dominante wieren:	ondergroei:
I1a	17.9	niet dominant: bessenwier en wakame	rood hoorntjeswier, donker buiswier en zeesla	Japanse oester
I1b	18.6	niet dominant: Japans bessenwier	rood hoorntjeswier, donker buiswier, zeesla en *Heterosiphonia*	zeepokken en doorzichtige zakpijp
I2a1	30.5	niet dominant: bessenwier, wakame en suikerwier	rood hoorntjeswier en donker buiswier	Japanse oester
I3a1	24.1	niet dominant: bessenwier en wakame	gaffelwier, *Heterosiphonia japonica* en *Grateloupia turuturu*	Japanse oester, zeepokken, *Didemnum vexillum* en *Botrylloides violacea*
I3a2	28.3	wakame	*Heterosiphonia japonica* , gaffelwier en tongwier	Japanse oester, kokerbouwende organimen en zeepokken
I3a3	25.6	wakame	*Heterosiphonia japonica* en gaffelwier	Japanse oester
I3a5	25.3	Japans bessenwier	zeesla, *Heterosiphonia japonica* en gaffelwier	Japanse oester
I4b	23.0	niet ontwikkeld	*Heterosiphonia japonica* , gaffelwier, donker en violet	niet ontwikkeld
I5-diep1	19.0	niet ontwikkeld	*Heterosiphonia japonica*	Japanse oester en de zakpijpen *Diplosoma listerianum* en *Didem*
I5-diep2	27.0	niet ontwikkeld	*Heterosiphonia japonica*	*Scrupocellaria scruposa*
		Dominante soorten		
M1a	10.4	Japanse oester en zeeanjelier		
M1b	17.0	Japanse oester en zeeanjelier		
C1a	20.3	Japanse oester, kokerbouwende organismen, mosselen, zeepokken, *Didemnum vexillum* , *Diplosoma listerianum* , *Obelia dichotoma*, *Tubularia indivisa* , *Electra pilosa* en de golfbrekeranemoon		
C1b1	20.4	Japanse oester, kokerbouwende organismen, *Didemnum vexillum* , *Diplosoma listerianum* , *Eudendrium ramosum* en *Halecium halecinum*		
C1b2	19.0	Japanse oester, *Diplosoma listerianum* , *Didemnum vexillum* , *Eudendrium ramosum* en kokerbouwende organismen		
C1b3	26.0	Japanse oester, *Diplosoma listerianum* , *Didemnum vexillum* , *Eudendrium ramosum* en kokerbouwende organismen		
C1b4	23.0	Japanse oester, *Didemnum vexillum* , *Diplosoma listerianum* , kokerbouwende organismen, *Obelia bidentata* , *Tubularia larynx* en *Tubularia indivisa*		
C1b5	23.0	Japanse oester, golfbrekeranemoon en *Eudendrium ramosum*		
M2	23.0	Japanse oester, kokerbouwende organismen, *Halichondria bowerbanki* en *Diplosoma listerianum*		
Z2b	16.4	Japanse oester, *Didemnum vexillum* , *Botrylloides violacea* en *Obelia dichotoma*		
M3	17.5	Japanse oester		
C2	26.0	Japanse oester, *Scrupocellaria scruposa* , *Tricellaria inopinata* , zeepokken en *Didemnum vexillum*		
C3a	28.8	Japanse oester, zeepokken, kokerbouwende organismen, *Ciona intestinalis* , *Styela clava* , *Diplosoma listerianum* en *Scrupocellaria scruposa*		
kol-3	22.0	*Diplosoma listerianum* , *Didemnum vexillum* , zeepokkem, *Scrupocellaria scruposa* en *Ciona intestinalis*		
kol-2	20.2	kokerbouwnde organismen, *Diplosoma listerianum* , *Didemnum vexillem* en *Scrupocellaria scruposa*		
M5	22.0	*Diplosoma listerianum*		
C4	22.0	wakame (in de bovenste structuurlaag), *Heterosiphonia japonica* , Japanse oester, *Diplosoma listerianum* en zeeanjelier		
Mz-1	20.0	Japanse oester, *Obelia dichotoma* , *Halecium halecinum* , zeeanjelier, *Scrupocellaria scruposa* , *Anguinella palmata* en *Diplosoma listerianum*		
M5b	19.5	*Electra pilosa*		
kol-1	14.9	zeepokken en *Ciona intestinalis*		
veen	9.4	kokerbouwende organismen en *Didemnum vexillum*		
kol-2b	10.0	geen		

Referentielocaties

Infralittoraal - Ook in de infralittorale zone vertonen de gemeenschappen een duidelijke geografische verspreiding met herkenbare gemeenschappen. In 2009 zijn herkenbare gemeenschappen aangetroffen in de monding (I1a), het centrale deel van de Oosterschelde (I3a3) en in het Zijpe (I3a1). Binnen de mondingsgemeenschap I1a zijn vooral het roodhoorntjeswier (*Ceramium rubrum*), het donker buiswier (*Polysiphonia fucoides*) en het zeesla (*Ulva lactuca*) dominant. De ondergroei bestaat uit japanse oesters (*Crassostrea gigas*). In de centrale gemeenschap I3a3 komt wakame (*Undaria pinnatifida*), het roodwier *Heterosiphonia japonica* en het gaffelwier (*Dictyota dichotoma*)voor met een ondergroei van Japanse oester met ruim 70% bedekking van het substraat. In het Zijpe wordt de gemeenschap gedomineerd door het gaffelwier en de roodwieren *Heterosiphonia japonica* en *Grateloupia turuturu*. De ondergroei bestaat uit de japanse oester, zeepokken (*Semibalanus balanoides*) en de kolonievormende zakpijpen *Didemnum vexillum* en *Botrylloides violacea*.

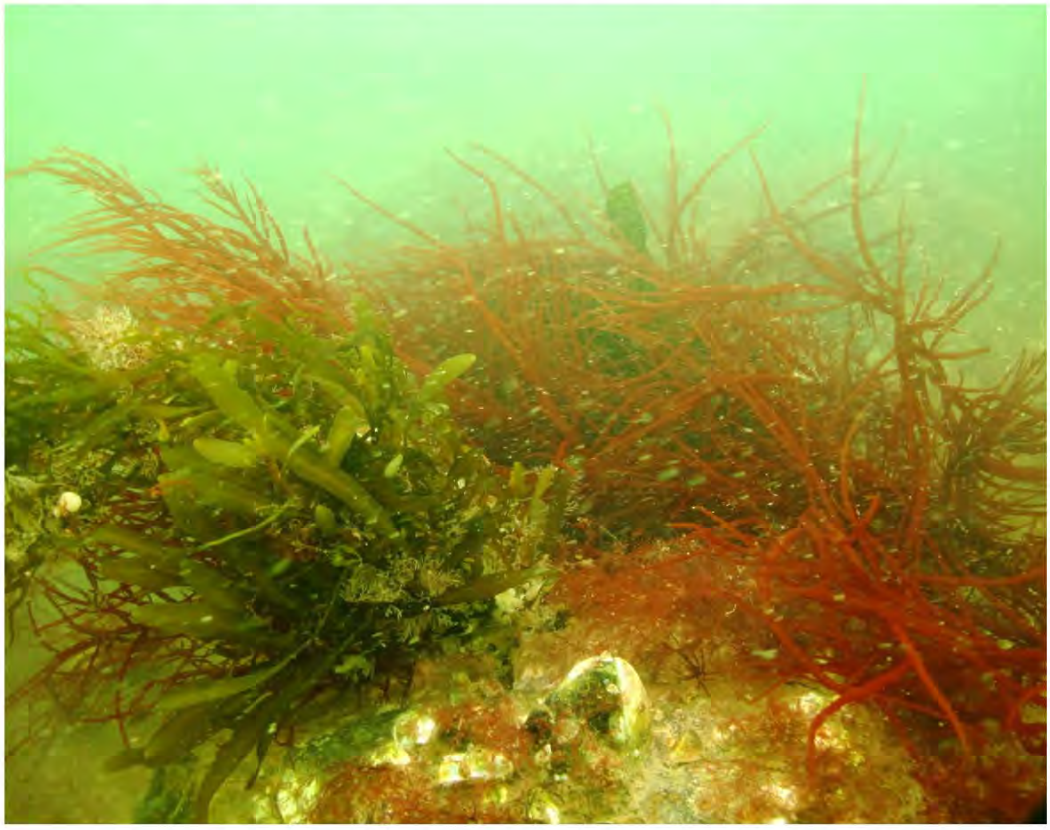
In de jaren daarna in 2010-2015 zijn de mondingsgemeenschappen en de gemeenschappen in het Zijpe ieder jaar weer aangetroffen. De gemeenschappen in het centrale deel van de Oosterschelde, waar ook de Zeelandbrug gelegen is, veranderde. Gemeenschap I3a3 nam af in 2010 en 2011 en is in 2012 voor het laatst aangetroffen. De oesterarme wiergemeenschap I3a5 wordt vanaf 2009 steeds algemener in het centrale deel van de Oosterschelde. In 2015 komt deze gemeenschap op alle gemonitorde locaties voor die in het centrale deel liggen. De gemeenschap I3a5 wordt gedomineerd door zeesla het roodwier *Heterosiphonia japonica* en het gaffelwier.

Circalittoraal - De circalittorale zone ligt onder de infralittorale zone waar onvoldoende licht is voor een dominantie van wieren en de gemeenschappen door dieren worden gedomineerd. Evenals in de infralittorale zone vertoonden de gemeenschappen in de circalittorale zone ook een duidelijke geografische verspreiding, met herkenbare gemeenschappen in de monding en in het Zijpe en gemeenschappen in het centrale gebied van de Oosterschelde. Gemeenschappen M1a en M1b zijn algemeen in de monding en worden gekenmerkt door dominante soorten Japanse oester en daarop de zeeanjelier (*Metridium senile)*. De centrale gemeenschappen, hoofdzakelijk C1b1/C1b2/C1b3, worden gedomineerd door de Japanse oester, kolonie vormende zakpijpen, diverse soorten hydroïden en kokerbouwende organismen. Op de verticale betonnen pijler van de Zeelandbrug wordt hoofdzakelijk gemeenschap C3a gevonden die gedomineerd wordt door de Japanse oester, zeepokken, kokerbouwende organismen, de solitaire zakpijpen *Ciona intestinalis* en *Styela clava*, de kolonievormende zakpijp *Diplosoma listerianum* en het mosdiertje *Scrupocellaria scruposa*. In het Zijpe komt gemeenschap Z2b voor die vooral wordt gedomineerd door de Japanse oester en kolonievormende zakpijpen.
De gemeenschappen in de monding en het Zijpe blijven constant over de jaren. In het centrale deel zijn in 2009-2015 ook ieder jaar weer de centrale gemeenschappen aangetroffen. Deze gemeenschappen worden allen gedomineerd door de Japanse oester met daarop de overige dominante soorten in wisselende bedekkingen. Onder deze dominante soorten komen de kolonievormende zakpijpen *Didemnum vexillum* en *Diplosoma listerianum*, de golfbrekeranemoon en de spons *Celtodoryx girardae* in hoge bedekkingen voor. In 2015 is op referentielocaties Kisternol en Lokkersnol de nieuwe gemeenschap C2 ontstaan die wordt gedomineerd door de Japanse oester, de bryozoën *Scrupocellaria scruposa* en *Tricellaria inopinata*, zeepokken en de kolonievormende zakpijp *Didemnum vexillum* (**Figuur 13**). In de gemeenschapsanalyse clusterde deze gemeenschap bij Kom-gemeenschappen (oostelijk deel van de Oosterschelde). Hoewel de Japanse oester wel dominant was in deze gemeenschap, was de bedekking veel lager dan in de oorspronkelijke centrale gemeenschap. Daarnaast is op locatie Zuidbout gemeenschap C1b5 ontstaan (centrale gemeenschap) die wordt gedomineerd door de Japanse oester, de golfbrekeranemoon en de hydroïdpoliep *Eudendrium ramosum*.

Zeelandbrug T6
Figuur 14 geeft een verdeling van de sublittorale hard substraat gemeenschappen in het infralittoraal en circalittoraal in 2009 en 2015 met stortlocatie Zeelandbrug (west/midden/oost) die in 2009 is bestort met zowel staalslakken als breuksteen en waarvan in 2015 de T6-monitoring is uitgevoerd. Resultaten van alle meetjaren 2009-2015 zijn te vinden in Bijlage 4.

Infralittoraal – De locatie Zeelandbrug ligt in het centrale deel van de Oosterschelde. In 2009 is hier de centrale wakame-gemeenschap I3a3 aangetroffen met een stevige ondergroei van Japanse oester die ook op referentielocaties voorkwam. Na bestorten heeft zich pioniergemeenschap I1b ontwikkeld met Japans bessenwier (*Sargassum muticum*), zeesla en roodwieren en een ondergroei van zeepokken en de zakpijp *Ciona intestinalis*. In 2011 is de oesterarme gemeenschap I3a5 aangetroffen die ook op referentielocaties voorkwam. Deze gemeenschap is ook in 2012, 2013, 2014 en 2015 aangetroffen.

Circalittoraal - De locatie Zeelandbrug ligt in het centrale deel van de Oosterschelde. In 2009, voor de uitvoering van de vooroeverbestortingen, zijn hier gemeenschappen aangetroffen die typerend zijn voor het centrale gedeelte van de Oosterschelde. Na het versterken van de vooroever met staalslakken en gedeeltelijk met een toplaag van breuksteen heeft een geleidelijke successie plaatsgevonden met de ontwikkeling van verschillende pioniersgemeenschappen ("kol-gemeenschappen") met een dominantie van kokerbouwende organismen, zeepokken en solitaire zakpijpen in eerste instantie, gevolgd door de kolonievormende zakpijpen *Didemnum vexillum* en *Diplosoma listerianum* en tenslotte de spons *Celtodoryx girardae*. In 2010 ontwikkelde zich een eerste pioniersgemeenschap op beide nieuwe substraten, dus zowel op breuksteen als op staalslakken. In 2011 ontwikkelde deze pioniersgemeenschap zich verder tot een tweede pioniersgemeenschap. In 2012 ontwikkelde zich, door verschillen in de dominante pionierssoorten een derde pioniersgemeenschap. De gemeenschappen bleven bestaan tot in 2014. De gemeenschappen op staalslakken en breuksteen verschillen niet van elkaar. In 2015 is op de meeste stations op de locatie Zeelandbrug een nieuwe, oesterarme, gemeenschap C2 gevonden (**Figuur 13**).



***Figuur 12**. Het infralittoraal bij locatie Zeelandbrug-oost in 2015 met Japans bessenwier (Sargassun muticum) en het roodwier Agardhiella subulata (Foto: Marko Dubbeldam, Stichting Zeeschelp).*



***Figuur 13**. Het circalittoraal bij Zeelandbrug-west in 2015: de C2 gemeenschap. De Japanse oester, de bryozoën Scrupocellaria scruposa en Tricellaria inopinata, zeepokken en de kolonievormende zakpijp Didemnum vexillum zijn dominant. De Japanse oester komt (nog) niet in hoge bedekkingen voor (Foto: Marko Dubbeldam, Stichting Zeeschelp).*



***Figuur 14**. Verdeling van de sublittorale levensgemeenschappen op hard substraat in het infralittoraal en het circalitoraal in 2009 en 2015. In de kantlijn staan de diepteklassen aangegeven. De aangetroffen gemeenschappen bij de Zeelandbrug zijn rood omkadert. Westb = Westbout, Burgh = Burghsluis, Sch-wII = Schelphoek-westII (**Building for Nature locatie**), Sch-w = Schelphoek-west, Sch-m = Schelphoek- midden, Sch-o = Schelphoek-oost, Flau = Flaauwers inlaag, Kts = Kisternol, Lok = Lokkersnol, Ww = Weldamseweg, Zie= Zierikzee, Kul = Kurkernol, Zeel-w = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-west, Zeel-m = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-midden, Zeel-o = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-oost, Zuidb = Zuidbout, Zijpe-B =Zijpe Blindedam , Zijpe-Z = Zijpe Zoetersbout, Zijpe-r= Zijpe-referentie. Breuk = breukstenen bestorting, stsl = staalslakkenbestorting, beton = de pijler van de Zeelandbrug. Een beschrijving van de gemeenschappen die in deze figuren benoemd staan is te vinden in Tabel 8 en Bijlage 2 en 3. Een uitgebreid overzicht van de resultaten in alle jaren is te vinden in Bijlage 4.*

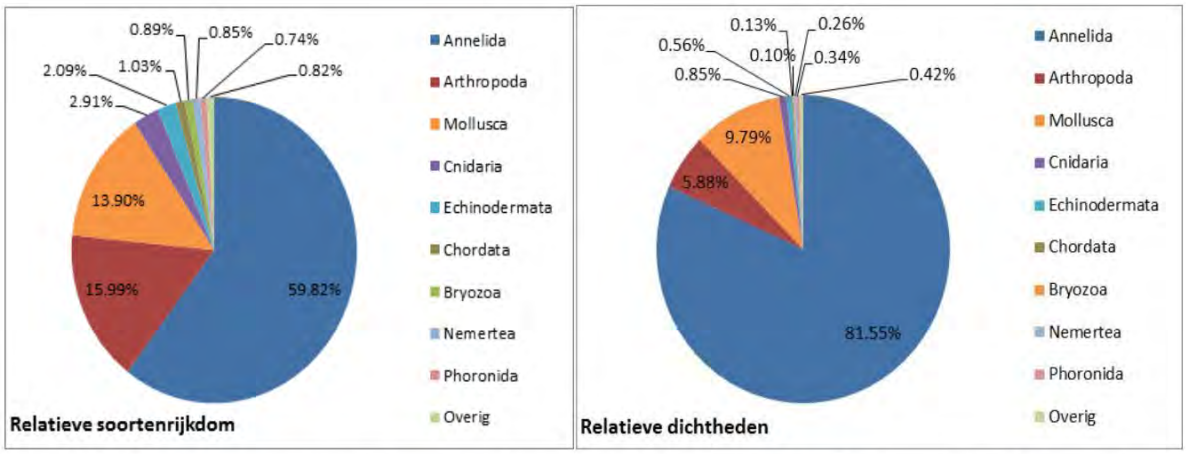
3.2 Ontwikkeling van infauna gemeenschappen

In deze paragraaf wordt ingegaan op de gemeenschappen in zacht substraat (infauna) op de locaties Lokkersnol en Zeelandbrug en referentielocaties Westbout en Zuidbout, omdat deze in 2015 zijn bemonsterd. Uitvoerige analyse heeft plaatsgevonden van gemeenschappen, diversiteit, dichtheden en de relatie met sedimentkarakteristieken die hier is samengevat. Voor een uitgebreide beschrijving zie Tangelder et al., 2016. De infauna bemonstering kon op alle locaties worden uitgevoerd, omdat overal voldoende sediment aanwezig was. **Figuur 15** geeft een beeld van de verschillende phyla die zijn aangetroffen.

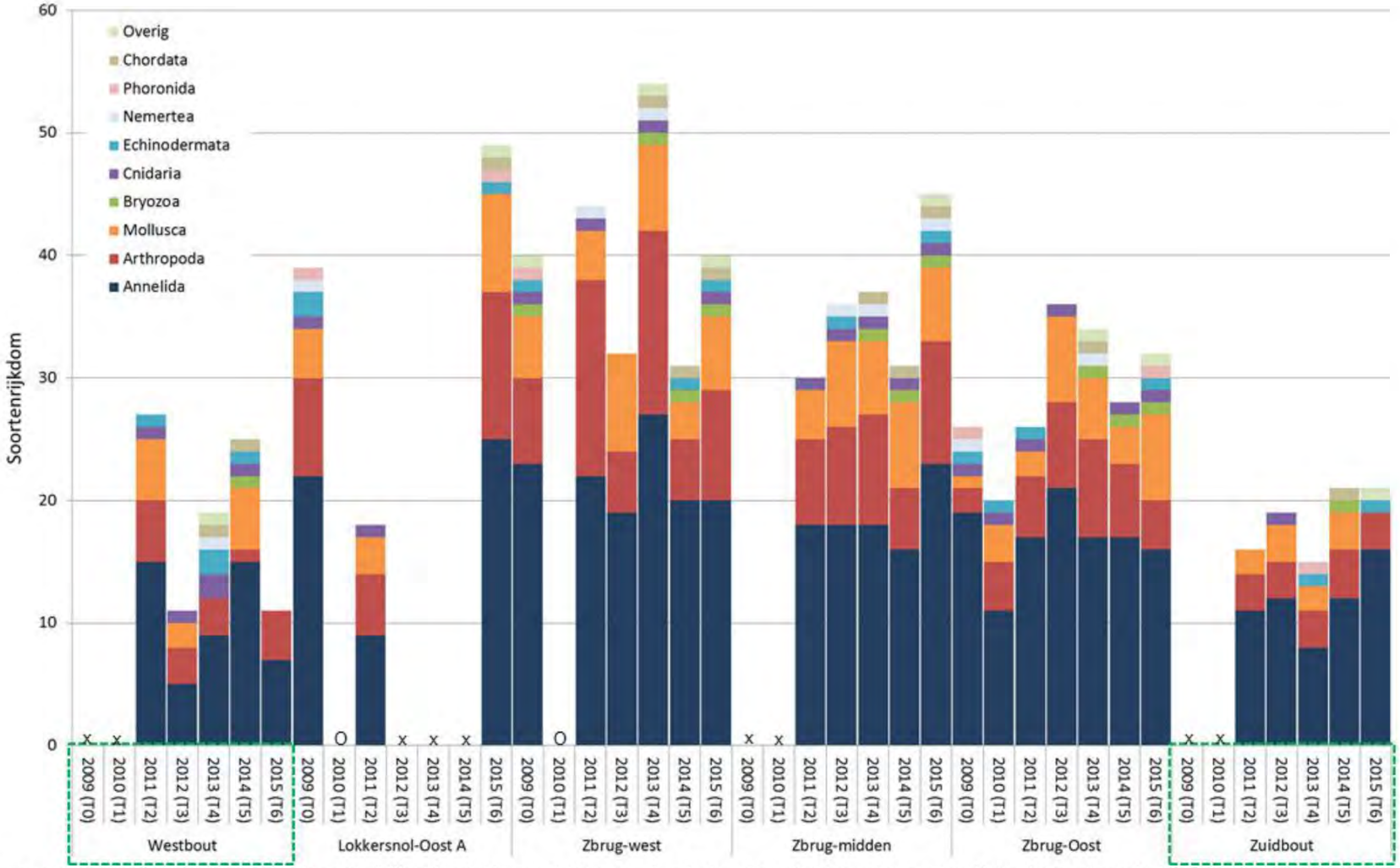


***Figuur 15**. De belangrijkste klassen die zijn gedetermineerd met een voorbeeld foto: Annelida, Bryozoa, Nemertea (foto: www.dnr.sc.gov/marine), Arthropoda, Cnidaria (www.actinaria.com), Phoronida (foto: Peter Grobe via Flikr), Mollusca, Echinodermata en Plathyhelminthes (foto's van WAGENINGEN MARINE RESEARCH tenzij anders vermeld).*

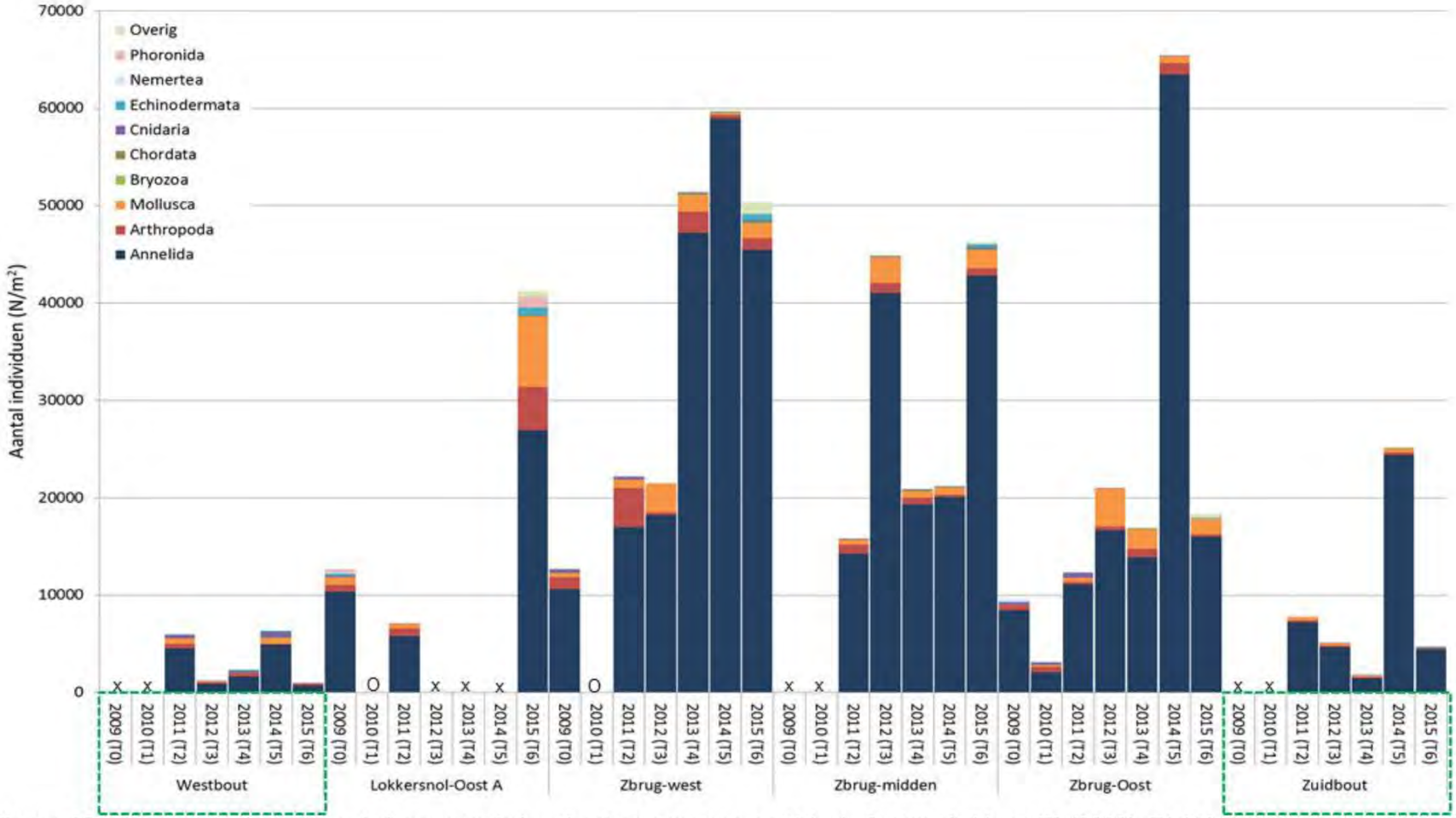
Op alle locaties behoren de meeste taxa en de grootste dichtheden tot de Annelida (wormachtigen) waarvan de klasse Polychaeten (borstelwormen) de hoogste soortenrijkdom en dichtheden vertegenwoordigen, gevolgd door de klasse Clittelata (ringwormen), Arthropoda (geleedpotigen) en Mollusca (weekdieren). Cnidaria (neteldieren) zijn ook vaak aanwezig, maar deze zijn niet verder tot op soortniveau gedetermineerd. Van Echinodermata (stekelhuidigen), Nemertea (snoerwormen), Phoronida (hoefijzerwormen) en Chordata (gewervelden) zijn weinig exemplaren aanwezig in de onderzochte monsters. Hemichordata (Zakpijpen), Plathyhelminthes (platwormen) en Porifera (sponzen) komen het minste voor (in de figuren ondergebracht in "overig"). In **Figuur 16** staan de relatieve soortenrijkdom en dichtheden van de aanwezige phyla aangegeven om een beeld te geven van hoe phyla zijn vertegenwoordigd. In **Figuur 17** en **Figuur 18** zijn de soortenrijkdom en dichtheden voor de bemonsterde locaties (stort- en referentielocaties) weergegeven voor 2009-2015 (T0-T6) voor zover gegevens beschikbaar zijn.



***Figuur 16**. Relatieve soortenrijkdom (links) en dichtheden (rechts) van de aanwezige phyla op alle gemonitorde locaties in de Oosterschelde in 2009-2015.*

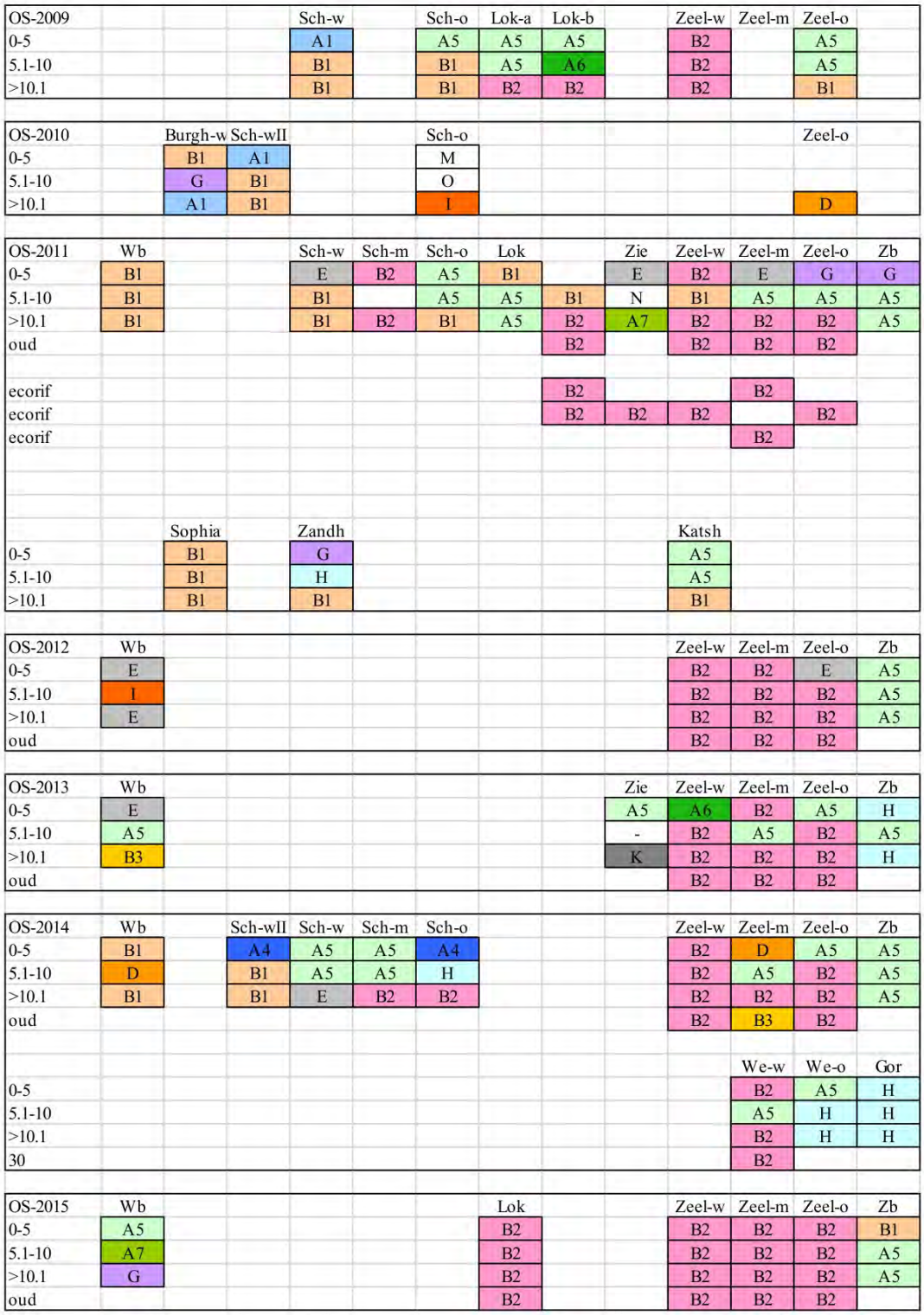


Figuur 17. *Soortenrijkdom van de verschillende phyla op de bemonsterde locaties (van west naar oost) in de Oosterschelde op T0 (2009), T1 (2010), T2 (2011), T3 (2012), T4 (2013), T5 (2014) en T6 (2015), inclusief de twee referentielocaties, Westbout en Zuidbout (aangegeven met een groen gebroken vierkant). X = niet bemonsterd, O= wel bemonsterd maar onvoldoende sediment aanwezig.*



Figuur 18. *Dichtheid (indiv./m2) op de bemonsterde locaties (van west naar oost) in de Oosterschelde op T0 (2009), T1 (2010), T2 (2011), T3 (2012), T4 (2013), T5 (2014) en T6 (2015) in de Oosterschelde inclusief drie referentielocaties, Westbout eb Zuidbout (aangegeven met een groen gebroken vierkant). X = niet bemonsterd, O= wel bemonsterd maar onvoldoende sediment aanwezig.*

Figuur *19* geeft een overzicht van de gemeenschappen die zijn aangetroffen. De codes voor de gemeenschappen worden verklaard in **Tabel 9**. Voor een overzicht van de soorten en hun dominantie binnen de gemeenschappen zie Bijlage 5. Hieronder wordt de ontwikkeling van infauna gemeenschappen per locatie beschreven.



Figuur 19. *Schematische verdeling van de infauna gemeenschappen over de locaties in de Oosterschelde (van west naar oost) voor drie verschillende diepte in 2009-2015. In de kantlijn staan de diepten (m) aangegeven. De kleuren corresponderen met typen gemeenschappen die zijn aangetroffen. Wb = Westbout, Burgh-w = Burghsluis-west, Sch-wII = Schelphoek-westII (**Building for Nature locatie**), Sch-w= Schelphoek-west, Sch-m = Schelphoek-midden, Sch-o = Schelphoek-oost, Lok-a = Lokkersnol-a, Lok-b = Lokkersnol-b, Zie = Zierikzee, Zeel-w= Zeelandbrug-west, Zee-m = Zeelandbrug-midden, Zee-o = Zeelandbrug-oost, Zb = Zuidbout, Sophia = Sophiahaven, Zandh = Zandhoek, Katsh = Katshoek. De codes worden verklaard in Tabel 9.*

***Tabel 9**. Beschrijving van de zacht substraat gemeenschapen in de Oosterschelde op basis van analyse in 2015 met dichtheden (N/m^2), gemiddeld aantal soorten en dominante soorten. Deze indeling is gemaakt op basis van expert judgement en kan van jaar tot jaar verschillen.*

code	dichtheid	gem aantal soorten	dominante soorten
A1	4219.0	7.3	Oligochaeta, *Aphelochaeta marioni, Streblospio shrubsoli, Heteromastus filiformis* en *Nephtys hombergii*
A4	703.2	5.0	Oligochaeta, *Nephtys hombergii* en *Heteromastus filiformis*
A5	3888.6	9.5	Oligochaeta, *Aphelochaeta marioni, Streblospio shrubsoli, Capitella capitata, Abra alba* en *Scoloplos armiger*
A6	2687.1	14.5	*Aphelochaeta marioni,* Oligochaeta, *Cossura longocirrata, Abra alba, Macoma balthica* en *Capitella capitata*
A7	326.5	4.5	-
B1	4574.3	15.5	*Abra alba,* Oligochaeta, *Scoloplos armiger, Aphelochaeta marioni, Heteromastus filiformis, Lanice conchilega,* Actinaria en *Spiophanes bombyx*
B2	12572.7	24.3	Oligochaeta, *Aphelochaeta marioni, Scoloplos armiger, Abra alba, Heteromastus filiformis, Pseudopolydora pulchra, Mediomatus fragilis* , Caprellidae, *Notomastus latericeus, Lanice conchilega, Capitella capitata, Crepidula fornicata, Cossura longocirrata* en *Phyllodoce mucosa*
B3	3063.8	17.0	*Aphelochaeta marioni, Heteromastus filiformis,* Oligochaeta en *Venerupis corrugata*
D	1573.8	12.3	*Scoloplos armiger, Lanice conchilega, Phyllodoce mucosa,* Decapoda en Actinaria
E	1054.8	3.8	Oligochaeta, *Capitella capitata* en *Abra alba*
G	964.3	4.2	Oligochaeta
H	898.5	6.4	*Ruditapes philippinarum , Nephtys hombergii* en niet gedetermineerde tweekleppigen
I	452.0	5.0	Actiniaria
K	301.4	3.0	*Fabricia stellaris stellaris*
M	50.2	1.0	-
N	50.2	1.0	-
O	50.2	1.0	-
leeg	0.0	0.0	-

Lokkersnol

Ontwikkeling van gemeenschappen – In de ongestoorde situatie in 2009 (T0) zijn op de ondiepe stations gemeenschappen A5 (gemiddeld 10 soorten - 3889/m^2) en A6 (gemiddeld 15 soorten - 2687/m^2) aangetroffen en op de diepe stations de soortenrijke gemeenschap B2 (gemiddeld 24 soorten - 12572/m^2) (

Figuur *19* + bijlage5). In 2010 was onvoldoende sediment aanwezig om te bemonsteren. In 2011 zijn drie gemeenschappen aangetroffen: A5, B2 en soortenarmere variant B1. In de naastgelegen oude, niet-bestorte bodem is gemeenschap B2 aangetroffen. In 2015 is opnieuw bemonsterd en is op alle stations gemeenschap B2 aangetroffen die ook in de oude bodem aanwezig is. Referentielocatie Westbout vertoont een wisselend beeld waar bij er over de jaren zes verschillende gemeenschappen voorkomen: B1, E, I, A5, B3 en D.

Soortenrijkdom en dichtheden – In 2011, twee jaar na bestorten, zijn soortenrijkdom en dichtheden lager dan in de ongestoorde situatie in 2009 (**Figuur 17** en **Figuur 18**). In 2015 zijn zowel soortenrijkdom als dichtheden hoger dan in 2011 en 2009. Bij de nabij gelegen referentie locatie Westbout vertonen zowel de soortenrijkdom als de dichtheden temporele fluctuaties in de verschillende meetjaren 2011-2015, waarbij deze waarden lager liggen dan bij de stortlocatie Lokkersnol m.u.v. de soortenrijkdom in 2011.

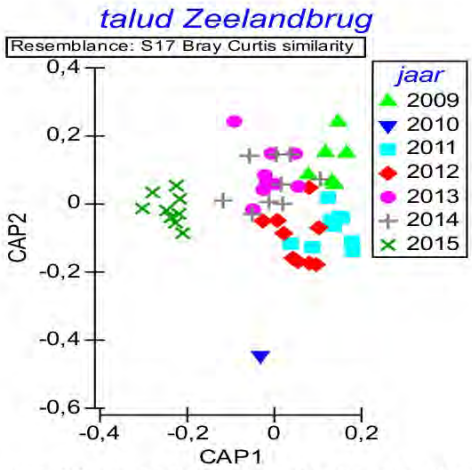
Zeelandbrug T5

Ontwikkeling van gemeenschappen - In de ongestoorde situatie in 2009 (T0) zijn drie gemeenschappen aangetroffen: de soortenrijke gemeenschap A5 (gemiddeld 10 soorten - 3889/m^2) die voorkomt op de ondiepe stations (Zeelandbrug-oost), soortenrijke gemeenschap B2 (gemiddeld 24 soorten - 12572/m^2) (Zeelandbrug-west) met een relatief hoge gemiddelde dichtheid en gemeenschap B1 (gemiddeld 16 soorten – 4574 N/m^2) die alleen is aangetroffen op een diep station (Zeelandbrug-oost)

(Figuur *19* + bijlage 5). Eén jaar na bestorten is alleen op het diepe station van Zeelandbrug-oost voldoende sediment aanwezig om te bemonsteren en hier is een soortenarme gemeenschap aangetroffen. Vanaf 2011, twee jaar na bestorten, worden de gemeenschappen A5 en B weer aangetroffen. Op de ondiepe stations bij Zeelandbrug-midden en –oost zijn soortenarme gemeenschappen E en G aanwezig. In 2012-2014 zijn op de ondiepste stations op 0-10 meter vijf gemeenschappen aangetroffen B2, E, A5, A6 en D. Op het diepe station beneden 10 meter diepte is ieder jaar de soortenrijke B2 gemeenschap aangetroffen evenals in de oude, niet-bestorte bodem m.u.v. Zeelandbrug-midden in 2014, daar wordt een soortenarmere variant B3 aangetroffen. In 2015, zes jaar na bestorten, komt op alle diepten de soortenrijke gemeenschap B2 voor die ook in de oude, niet-bestorte bodem is aangetroffen. Op referentielocaties Zuidbout zijn in de gemonitorde jaren wisselende gemeenschappen aangetroffen op het ondiepe station (B1, H, G en A5) en is op de diepste stations beneden 5 meter in alle jaren de gemeenschap A5 aangetroffen. Omdat voor de Zeelandbrug nu een tijdreeks van 2009-2015 beschikbaar is, zijn deze resultaten verder uitgediept. CAP-analyse laat zien dat dat er in de periode 2011-2014 een geleidelijke ontwikkeling plaatsvond van gemeenschappen, maar dat in 2015 een uniforme gemeenschap op alle stations was ontstaan (**Figuur 20**).In totaal werden 71% van de stations goed geclassificeerd. Dit betekent dat binnen gemeenschapsniveau jaarlijkse verschillen te vinden zijn ondanks dat het op gemeenschapsniveau

hetzelfde is. In 2015 verschilt de gemeenschap zichtbaar van andere jaren (op alle deellocaties west/midden/oost) (**Figuur 20**).

Soortenrijkdom en dichtheden – Eén jaar na bestorten is er bij de Zeelandbrug nog maar weinig sediment neergeslagen op de nieuwe oever. In 2011 zijn soortenrijkdom en dichtheden (Zeelandbrug-oost diepe station) aanzienlijk lager dan in de ongestoorde situatie in 2009 (**Figuur 17** en **Figuur 18**). In de jaren na bestorten nemen zowel soortenrijkdom als dichtheden toe waarbij deze zelfs hoger zijn als in de T0-situatie. In 2014 is de soortenrijkdom lager ten opzichte van 2013 terwijl dichtheden juist zijn toegenomen. In 2015 is de soortenrijkdom hoger dan in 2014 en gelijk of hoger dan de situatie voor bestorten in 2009. Hetzelfde geldt voor de dichtheden alleen zijn bij Zeelandbrug-west en –oost de dichtheden lager ten opzichte van 2014. Referentielocatie Zuidbout vertoont fluctuaties in soortenrijkdom en dichtheden in de gemeten jaren 2011-2015. Ook hier liggen deze waarden in de meeste meetjaren lager dan bij de bestorte deellocaties van de Zeelandbrug.



***Figuur 20**. Canonical ordinatie voor de discriminant analyse voor de factor 'jaar van bemonstering' voor de stations op het talud op de locatie Zeelandbrug (west/midden/oost) uit de periode 2009-2015.*

Sedimentkarakteristieken

De samenstelling van bodem sedimenten in 2009-2015 op de gemonitorde stations in de Oosterschelde, inclusief Lokkersnol en de Zeelandbrug, zijn gegeven in **Figuur 21**.

Uit de verdeling van de gemeenschappen zijn een drietal groepen in verschillende habitats te onderscheiden in relatie tot sediment karakteristieken (voor de uitgebreide resultaten zie Tangelder et al., 2016):

- Gemeenschappen die beperkt zijn tot zandige bodems, met een percentage droge stof van meer dan 60%. Tot deze habitat is alleen gemeenschap I beperkt, één station op de referentie locatie Westbout, in de middelste diepte zone. Het aantal soorten en de dichtheid op dit station zijn laag.
- Gemeenschappen die in een brede range voorkwamen van zandige tot slibrijke bodems, maar algemeen zijn in bodems, met een percentage droge stof van 40 tot 60%. Binnen deze range komen de gemeenschappen A, B, D, E, G en H voor. Hierbij komen de gemeenschappen D, H en B meer in zandige bodems voor, gemeenschap G in het midden deel, en de gemeenschappen A en E in zandige en in slibrijke bodems. Gemeenschap B is het meest soortenrijk, de grootste dichtheden komen voor in het midden deel (tussen zandig en slibrijk in) en nemen af naar meer zandige en meer slibrijke bodems. In gemeenschap A zijn de hoogste dichtheden gevonden in zandige bodems en deze nemen af richting slibrijke bodems.
- Gemeenschappen die beperkt zijn tot slibrijke bodems, met een percentage droge stof van minder dan 40%. Tot deze habitat zijn de gemeenschappen K en N en het station zonder macrofauna beperkt. Deze gemeenschappen zijn alleen op de locatie Zierikzee gevonden. Het aantal soorten en de dichtheid binnen deze gemeenschappen zijn erg laag.

Bij de Zeelandbrug en Lokkersnol komen hoofdzakelijk gemeenschap A en B voor.

OS-2009				Sch-w		Sch-o	Lok-a	Lok-b		Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o	
0-5				28,7		72,5	77,4	53,0		32,0		50,0	
5.1-10				-		40,3	49,7	63,3				39,6	
>10.1				42,1		23,5	65,6	85,3				4,7	

OS-2010		Burgh-w	Sch-wII	Sch-w	Sch-m	Sch-o	L-st	L-br				Zeel-o	
0-5		29,6	20,2			65,6							
5.1-10		30,8	43,9			74,5							
>10.1		20,0	28,9			78,3						72,7	

OS-2011	Wb			Sch-w	Sch-m	Sch-o	Lok		Zie	Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o	Zb
0-5	6,1			90,2	76,0	64,7	83,5		88,0	69,9	54,0	69,4	3,2
5.1-10	3,0			28,5		73,7	85,3	71,9	87,6	34,8	76,0	60,0	20,0
>10.1	4,0			49,2	43,1	33,6	70,9	69,3	75,7	10,4	23,1	26,6	36,8
oud								22,8		14,8	13,4	3,5	
ecorif								60,1			6,9		
ecorif								13,7	13,2	11,9		13,6	
ecorif											10,0		

		Sophia		Zandh						Katsh			
0-5		16,7		53,3						15,5			
5.1-10		8,4		38,6						15,7			
>10.1		7,3		37,0						18,0			

OS-2012	Wb									Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o	Zb
0-5	15,2									64,4	38,8	63,4	25,1
5.1-10	9,3									41,3	63,0	13,6	31,8
>10.1	20,7									22,3	17,5	15,4	31,3
oud										9,8	8,6	5,4	

OS-2013	Wb								Zie	Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o	Zb
0-5	17,7								43,6	59,0	52,6	74,4	7,2
5.1-10	10,0								77,2	63,6	71,4	30,9	31,5
>10.1	17,4								73,0	51,6	32,5	38,4	29,9
oud										38,9	11,6	11,0	

OS-2014	Wb		Sch-wII	Sch-w	Sch-m	Sch-o				Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o	Zb
0-5	7,6		41,5	48,9	71,7	77,0				61,9	41,5	61,8	4,2
5.1-10	2,4		27,4	34,7	66,7	61,9				47,0	54,4	42,1	24,2
>10.1	3,4		25,1	22,4	41,2	30,1				23,4	24,9	32,4	19,7
oud										8,0	15,1	7,6	
											We-w	We-o	Gor
0-5											19,3	49,7	15,4
5.1-10											15,0	30,7	23,6
>10.1											30,4	38,9	18,3
30											24,7		

OS-2015	Wb						Lok			Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o	Zb
0-5	5,8						40,0			52,5	41,9	49,0	7,8
5.1-10	7,2						62,2			39,8	37,3	52,7	16,4
>10.1	91,6						21,9			37,5	28,8	36,8	13,2
oud							44,2			29,6	33,8	10,4	

***Figuur 21**. De samenstelling van de bodemsedimenten op de stations in 2009-2015 in de Oosterschelde. De verschillende typen zijn in kleuren weergegeven en het percentage aan fracties kleiner dan 0.09 mm. Typologie: V= fijn zand (**blauw**), VI= zeer fijn zand (**groen**), V(dis)= verstoort (tweetoppig, bv. grof en fijn) (**bruin**), VIII= slib (**rood**) (zie **Tabel 6**). 'Oud' staat voor bemonstering van de oude bodem op ca. 15 meter diepte bij locatie Zeelandbrug en Lokkersnol. Bij locatie Zeelandbrug-west is in 2011 ook het sediment op de ecorif structuren bemonsterd.*

3.3 Sedimentbelasting en sedimentdikte

Sedimentbelasting
Sedimentbelasting houd in dat de bruto sedimentatie in gram/m^2/dag wordt gemeten zonder dat resuspensie plaatsvindt. Sedimentatie vindt vooral plaats tijdens de kentering van het getij, als er relatief weinig stroming is waardoor sedimentdeeltjes op de bodem kunnen neerslaan.

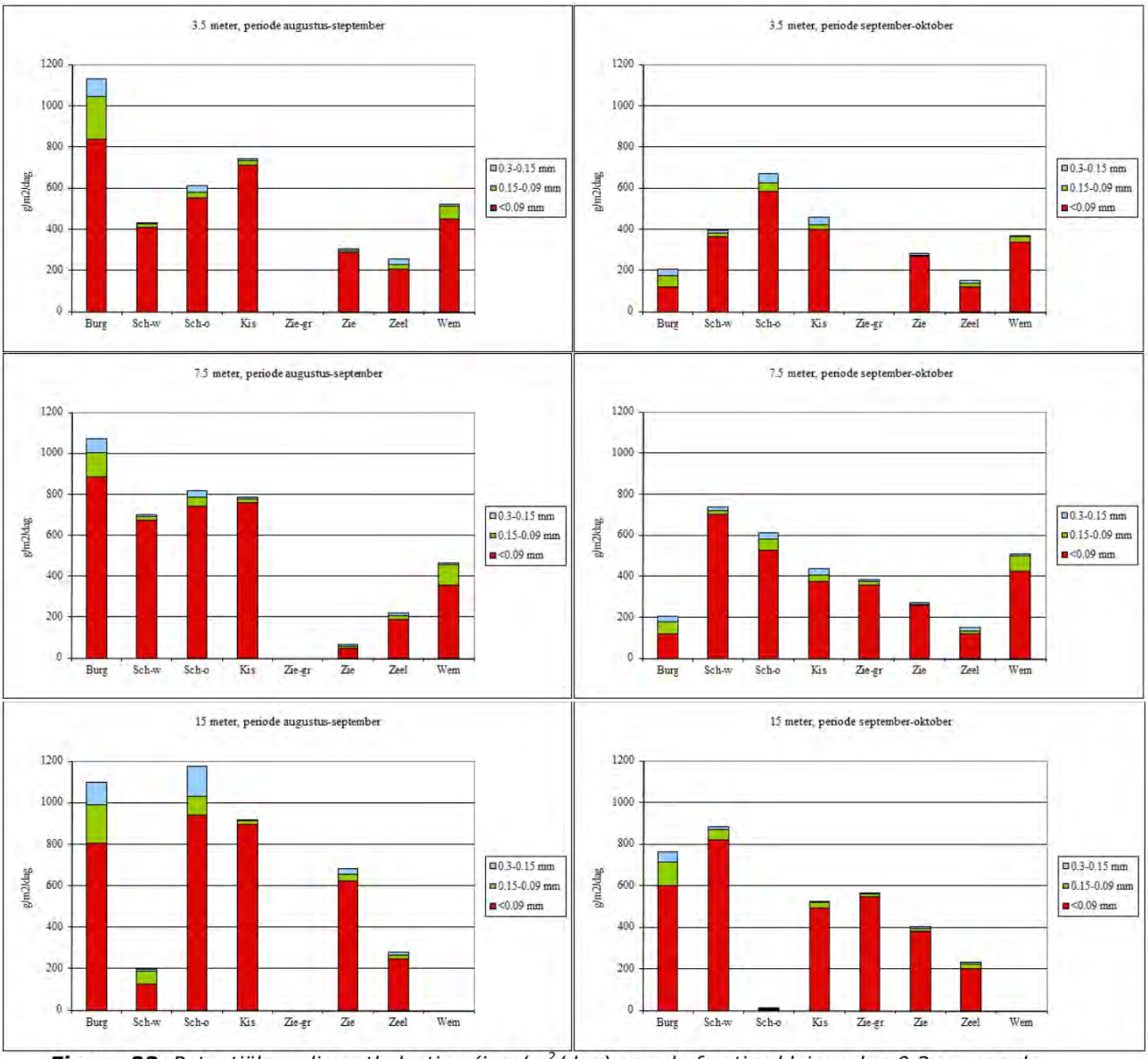
Sedimentsamenstelling langs de kust in de Oosterschelde
In 2014 en 2015 is de samenstelling van het sediment op locaties in de Oosterschelde onderzocht om een beeld te geven van de ruimtelijke verdeling van sedimenttypen (voor alle resultaten zie De Kluijver et al., 2016). Hieruit blijkt dat langs de kust van Schouwen-Duiveland in de mondig zandige sedimenttypen voorkomen met fijnere fracties ondiep op het talud. In het Hammen, vanaf de locatie Flaauwersinlaag tot aan Lokkersnol, wordt het sediment gedomineerd door fracties kleiner dan 0.09 mm. Op de staalslakken op de locatie Zeelandbrug komt op grotere diepten (10-12 meter -NAP) een zandige sedimenttype voor, maar ondieper op het talud nemen de slibfracties toe. Op de referentie locatie Zuidbout komt in 2014 een zandig type voor, maar in 2015 is het percentage slibfracties sterk gestegen. In de zuidelijke Kom van de Oosterschelde bij Wemeldinge is fijn zandig sediment aangetroffen.

Sedimentatie
De resultaten van de metingen met sedimentvallen zijn gegeven in **Figuur 22** waarbij de hoeveelheid sediment en sedimenttypen per locatie staan weergegeven. De ruwe data zijn opgenomen in Bijlage 6. Voor een uitgebreid overzicht van de resultaten zie De Kluijver et al. (2016). Omdat in de sedimentvallen ook veel organismen zijn ingevangen (onder andere brokkelsterren en strandkrabben) zijn alleen de fracties kleiner dan 0.3 mm verder bekeken.

In de periode augustus-september, met een krachtige wind uit westelijke richting, is de hoogste potentiële sedimentbelasting (**Figuur 22**) van fracties kleiner dan 0.09 mm op alle diepten gevonden in de monding-Noord en het. Deze sedimentbelasting vond plaats tijdens de kentering en geeft een indicatie over de sediment aanvoer.
De hoogste potentiële sedimentbelasting van zandige fracties (0.3-0.09 mm) is gevonden in de monding-Noord en op de locatie Wemeldinge. Deze sedimentbelasting vond plaats tijdens de stromingsfase, tussen de kenteringen, en geeft een indicatie over de afvoer van fijne sedimenten en de horizontale sedimenttransporten. Dit beeld klopt met de samenstelling van de bodemsedimenten (zie vorige paragraaf) waarin op grotere diepten in de monding-Noord en bij de locatie Wemeldinge fijn zandig sediment is gevonden.

In de periode september-oktober, met een zwakke wind uit oostelijke richting, is de hoogste potentiële sedimentbelasting (**Figuur 22**) van fracties kleiner dan 0.09 mm op alle diepten gevonden in de monding-Noord en op de locatie Wemeldinge. De potentiële sedimentbelasting van zandige fracties (0.3-0.09 mm) was ook in deze periode hoog in de monding-Noord, maar de hoogste waarde werd gevonden op 7.5 meter op de locatie Wemeldinge.

Van de fracties kleiner dan 0.05 mm in de sedimentvallen is ook het percentage organische stof bepaald. Voor de monding-Noord bedroeg dit in beide perioden rond de 10% en in het Hammen en de centrale kom rond de 8%. Deze percentages zijn hoger dan in de zandige bodemtypen 0.3-0.09 mm (De Kluijver et al., 2016). Dit heeft tot gevolg dat op plaatsen waar de fijne fracties niet worden afgevoerd, een verrijking van de bodem met organisch materiaal plaatsvindt, wat mogelijk direct effect heeft op de infauna van deze bodems.



Figuur 22. *Potentiële sedimentbelasting (in g/m^2/dag) van de fracties kleiner dan 0.3 mm op de verschillende stations in de periode augustus-oktober (3.5 meter Zierikzee-grind en 15 meter Wemeldinge zijn niet gemeten).). De kleuren komen overeen met de typologie (zie* ***Tabel 6****) V= fijn zand (**blauw**), VI= zeer fijn zand (**groen**), V(dis)= verstoort (tweetoppig) (**bruin**), VIII= slib (**rood**).*

Dikte van de sedimentlaag op zeegrind bij Schelphoek-westII (RAAKPRO)

Op de locatie Schelphoek-west de dikte van de sedimentlaag op het grind bepaald in het kader van het RAAKPRO project. Op vier diepte transecten (west, west-midden, midden-oost en oost) is iedere 50 cm de dikte bepaald. De ruwe data zijn gegeven in Bijlage 6. Gemiddeld over het transect was de dikte van de sedimentlaag het minst dik aan de buitenzijde van het stortvak, 1.6 cm in het westen, 5.7 cm in west-midden, 5.0 cm in midden-oost en 2.7 cm in het oosten. De sedimentdikte was echter niet uniform over de transecten verdeeld. Op het westelijke transect was 17% van het transect vrij van sediment en kwam grind aan het oppervlak vrij. De dikste sedimentlaag, van 6 cm, werd gevonden aan de basis van het rif op 10 meter diepte. Op het transect west-midden was 1.5% van het transect vrij van sediment, en er kwam nergens grind aan het oppervlak voor. Het dikste pakket, tot 21 cm, werd gevonden tussen de 10.5 en 12.5 meter op het grind. Op het transect midden-oost was het substraat over het gehele transect met een sedimentlaag bedekt. Het dikste pakket, tot 21 cm, werd gevonden tussen de 4 en 7 meter op het grind. Op het transect oost was 18% van het transect vrij van sediment, maar dit was in het breuksteen in de golfzone en tussen de stenen van het ecorif. Het grind was over het gehele transect met sediment bedekt. Het dikste pakket, van 10 tot 16 cm, werd rond de 11.5 meter diepte gevonden.

3.4 Inventarisatie van zware metalen in schelpdieren

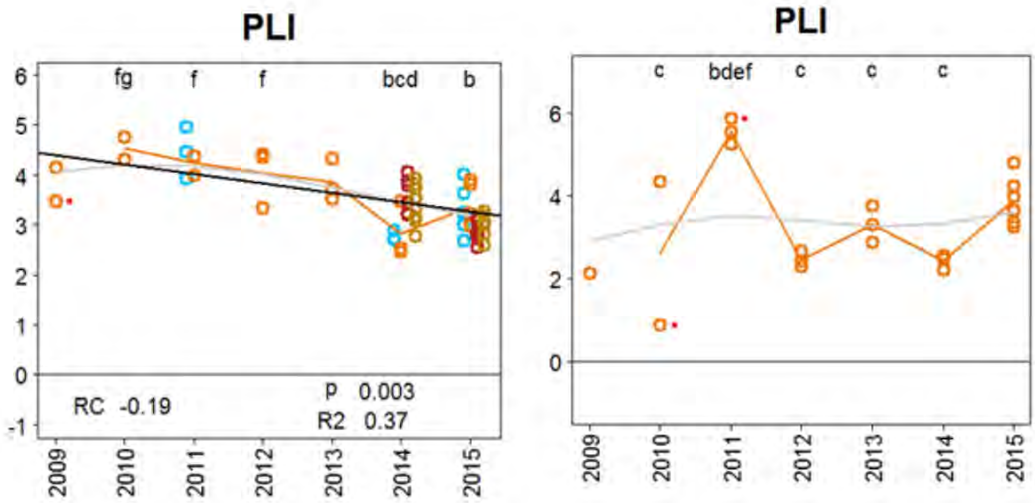
Uniformiteit van gehalten aan metalen in oesters en mosselen
Jonge oesters en mosselen zijn kleiner en hebben een kortere blootstellingstijd aan hun omgeving. Daarom kunnen gehalten aan metalen lager zijn dan grotere en dus oudere exemplaren. Bij het ouder worden neemt de variatie in schelplengte toe als gevolg van voedselaanbod en onderlinge competitie wat de relatie met leeftijd vertroebeld. De uniformiteit van de data is daarom is eerst onderzocht. Al de bemonsterde individuen in 2015 kunnen op basis van de grootte als meerjarig beschouwd worden. Ondanks dat er voor Japanse oesters subtiele verschillen aangetoond zijn in schelplengte tussen de monsterlocaties is er geen relatie gevonden tussen schelplengte en metaalaccumulatie, waardoor de bemonsterde locaties met betrekking tot grootte als goed vergelijkbaar beschouwd kunnen worden.

Trends aan metaalgehalten in biota in de tijd
Japanse oesters en mosselen zijn jaarlijks bemonsterd op de Zeelandbrugpijler. Rond de pijler zijn staalslakken gestort die afgedekt zijn met breuksteen. De biota zijn op ongeveer één meter boven de bestortingen bemonsterd op een ondergrond van beton, in de nabijheid van zowel staalslakken als breukstenen (aangeduid met SSBS in dit rapport).

De Pollution Load Index (PLI) is een maat voor de totale metaalvervuiling. PLI waarden in mosselen in het jaar 2015 zijn niet significant verschillend van PLI waarden uit eerdere bemonsteringsjaren (**Figuur 23**). De PLI in mosselen op de Zeelandbrugpijler ligt twee jaar na het aanbrengen van de oeververdediging (2011) iets hoger in vergelijking tot de jaren ervoor en erna. De metalen aluminium (Al) en ijzer (Fe) dragen hier het sterkst aan bij en laten statistisch significante verschillen in gemiddelde waarden zien tussen de jaren 2011 en 2012.

Cadmium (Cd) vertoont een licht toenemende trend in mosselen bij de Zeelandbrug (zie Bijlage 7). In 2015 zijn de hoogste cadmiumgehalten gemeten van de onderzoeksperiode 2009-2015. Hoewel minder uitgesproken, zijn ook toenemende trends waargenomen voor de metalen arseen (As), kobalt (Co), koper (Cu) en seleen (Se). Voor andere metalen (aluminium (Al), ijzer (Fe) en Mangaan (Mn)) zijn gehalten in de periode 2012 tot en met 2015 lager in vergelijking tot de bemonsteringsjaren 2010 en 2011.

In oesters blijft een licht dalende PLI zichtbaar, al ligt de PLI in 2015 iets hoger dan in 2014 (**Figuur 23**). De metalen aluminium (Al), kobalt (Co), chroom (Cr), kwik (Hg), molybdeen (Mo) en lood (Pb) dragen voor een belangrijk deel bij aan deze afname en laten allen een significant dalende trend zien (zie Bijlage 7). Vanadium (V) laat in 2015 ten opzichte van 2014 een lager gehalte zien. Voor de overige metalen zijn geen opvallende verschuivingen waargenomen in 2015.



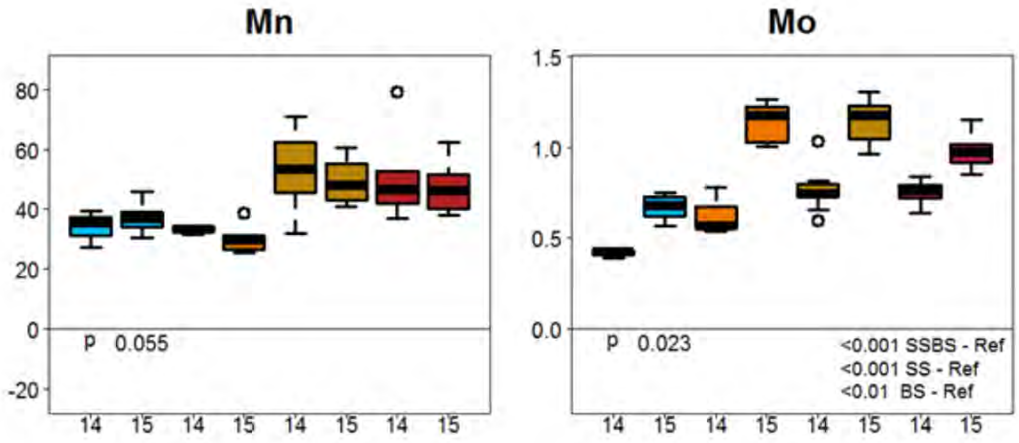
***Figuur 23**. Trend over de tijd in de periode van 2009 (T0 situatie, voor bestorting) tot en met 2015 voor de Pollution Load Index (PLI) in mosselen (links) en oesters (rechts) bemonsterd bij Zeelandbrugpijler en Zuidbout (referentie). Blauwe stippen zijn bemonsteringen op de referentielocatie, oranje stippen zijn bemonsteringen nabij staalslak en breuksteen bestortingen op de pijler van de Zeelandbrug, rode stippen zijn bemonsteringen op breukstenen en gele stippen zijn bemonsteringen op staalslakken.*

Vergelijking metaalgehalten op stortlocatie en referentielocatie

Oesters zijn zowel bij de stortlocatie Zeelandbrug als op een referentielocatie (Zuidbout) verzameld. Voor molybdeen en mangaan zijn er in 2014 en 2015 significante verschillen in metaalgehalten gevonden tussen gehalten in oester op de stortlocaties en gehalten in oester op de referentielocatie (**Figuur 24**).

Molybdeen gehalten in oesterweefsel verzameld op de stortlocaties en op de Zeelandbrugpijler liggen 1.5 tot 1.8 keer hoger dan de gehalten in oesters van de referentielocatie. Er zijn geen significante verschillen gevonden tussen oesters verzameld op staalslakken en op breukstenen. Jaargemiddelde gehalten, waarbij alle ondergronden gezamenlijk beschouwd worden, zijn 0.7 ± 0.2 mg/kg droge stof in 2014 en 1.0 ± 0.2 mg/kg droge stof in 2015. De langjarige trend (over periode 2009 t/m 2015) op Zeelandbrugpijler is dalende.

Mangaangehalten in oesters direct verzameld van een ondergrond van staalslakken zijn 1.4 keer hoger in vergelijking met de referentielocatie, en op breukstenen 1.3 keer hoger dan op de referentielocatie. Er zijn geen significante verschillen gevonden tussen oesters verzameld op staalslakken en op breukstenen. Er zijn ook geen verschillen gevonden tussen mangaangehalten in oesters van de Zeelandbrugpijler (bemonstering nabij staalslak en breuksteen bestortingen, maar niet direct verzameld van een ondergrond van staalslakken of breukstenen) en in oesters van de referentielocatie. Gehalten zijn vergelijkbaar in 2014 en 2015 en de gemiddelde mangaangehalten over de jaren en ondergronden is 44.3 ± 11.8 mg/kg droge stof.



***Figuur 24**. Spreiding in metaalgehalten (mg/kg droge stof) in oesterweefsel in 2014 en 2015 bemonsterd op de referentielocatie Zuidbout (blauw), op de pijler van de Zeelandbrug (nabij staalslak en breuksteen bestortingen)(oranje), op een ondergrond van staalslakken (geel) en op een ondergrond van breukstenen (rood). X-as = jaartal van bemonstering. P-waarden op basis van lineair mixed model waarin de relatie tussen ondergrond (SS, BS, SSBS of REF) en metaalconcentratie onderzocht is. Het model bevatte ondergrond als 'fixed' effect en ondergrond en jaar als 'random' effecten voor zowel richtingscoëfficiënt en interceptie.*

4 Discussie

4.1 Hard substraat gemeenschappen

De Oosterschelde is een open zeearm en heeft in tegenstelling tot een echt estuarium een relatief hoog zoutgehalte. Toch vertonen de hardsubstraat levensgemeenschappen een west-oost verdeling zowel in het eulittoraal als sublittoraal.

Eulittoraal
De west-oost verdeling van de gemeenschappen in de eulittorale zone wordt beïnvloed door het type substraat en voorland, maar het algemene beeld was dat op de westelijke locaties een soortenrijke gezaagde zee-eik-gemeenschap hoog op het talud en op de kreukelberm voorkwam en op de oostelijke locaties een zonering van de zeepokken-gemeenschap en blaaswier met zodenvormende roodwier-gemeenschap op het talud en een zeepokken-oester-gemeenschap op de kreukelberm. Uit monitoring in 2009-2015 blijkt dat vooroeverbestortingen voornamelijk invloed hebben op de onderste zone van het eulittoraal doordat de kreukelberm wordt vernieuwd. Verstoring van de gemeenschappen op het talud vindt voornamelijk plaats wanneer het dijktalud wordt vernieuwd. Ook blijkt uit de monitoring van de afgelopen jaren dat vier/vijf jaar na bestorten en vernieuwen van de kreukelberm de eerste gemeenschappen terug keren zoals die ook op referentielocaties worden aangetroffen zoals bij locatie Schelphoek (Tangelder et al., 2014). Deze gemeenschap ontwikkelt zich daarna verder met een toenemend aantal (meerjarige) soorten en hogere bedekking. Tegelijkertijd laat locatie Zeelandbrug een heel ander beeld zien en tonen de resultaten in dit onderzoek dat er vijf jaar na bestorten een andere gemeenschap aanwezig als daarvoor. Hier komt een *Fucus*-gemeenschap voor die nog niet aangetroffen is op andere locaties langs de kust van Schouwen-Duiveland, terwijl in de ongestoorde situatie in 2009 een een zeepokken-Japanse oester-gemeenschap werd aangetroffen die typerend is voor het oostelijk deel van de Oosterschelde. Hier is dus geen sprake van herstel. Mogelijk komt dit doordat de *Fucus* soorten de kale kreukelberm snel hebben kunnen koloniseren en omdat de Japanse Oester nog niet tot ontwikkeling heeft kunnen komen. Of de huidige gemeenschap zich verder ontwikkelt tot de oostelijke gemeenschap, en hoe lang dat kan duren, is nu nog niet te zeggen. Zeker niet omdat het talud bij de Zeelandbrug in 2015 (na bemonsteren) is vernieuwd, waarbij ook aan de kreukelberm is gewerkt.

Infralittoraal
Over het algemeen kan worden gesteld dat in de infralittorale zone (tot 4 m –NAP) de gemeenschappen door wieren worden gedomineerd doordat er in deze zone voldoende licht is. Ook in deze zone vertonen de gemeenschappen een duidelijke geografische verspreiding met herkenbare gemeenschappen in de monding, centrale deel van de Oosterschelde en het Zijpe in de noordelijke tak van de Oosterschelde in 2009-2015. Net als in het eulittoraal verloopt het herstel van gemeenschappen in het infralittoraal wisselend blijkt uit de monitoring van de afgelopen jaren. Bij de Zeelandbrug vindt herstel plaats van een gemeenschap die typerend is voor het centrale deel van de Oosterschelde en ook op referentielocaties wordt aangetroffen.

Monitoring van referentielocaties in 2009-2015 laat zien dat de centrale gemeenschappen, waar ook de Zeelandbrug gelegen is, is veranderd. De gemeenschap met o.a. wakame, roodwier, gaffelwier en een stevige ondergroei van Japanse oester nam af in 2010 en 2011 en is in 2012 voor het laatst aangetroffen. Vanaf 2009 wordt de oesterarme gemeenschap echter steeds algemener en in 2015 komt deze op alle locaties voor in het centrale deel van de Oosterschelde. De ontwikkeling van een oesterrijke naar een oesterarme gemeenschap is opvallend. Het ontstaan van de oesterarme centrale gemeenschappen kan verschillende oorzaken hebben die elkaar kunnen versterken. In de eerste plaats is het dijktalud langs de gehele Oosterschelde vernieuwd of versterkt. Bij deze dijkvernieuwingen in het eulittoraal is ook vaak de kreukelberm verzwaard en kan nieuw breuksteen in de infralittorale zone zijn gestort. Op sommige locaties, zoals op de locaties Flaauwersinlaag en

Kistersnol, is dit in het veld zichtbaar. Op andere locaties, zoals locaties Lokkersnol en Zuidbout aan het einde van strekdammen, is het minder waarschijnlijk dat dit een gevolg is van vernieuwingen van het talud (zie laatste alinea van deze paragraaf).

Circalittoraal
Het circalittoraal betreft de zone beneden 4 meter diepte. Evenals in de infralittorale zone vertonen de gemeenschappen in de circalittorale zone ook een duidelijke geografische verspreiding, met herkenbare gemeenschappen in de monding en in het Zijpe en gemeenschappen in het tussenliggende gebied. Uit de resultaten blijkt dat de kolonisatie van de vooroever na bestorten en ontwikkeling van pioniergemeenschappen afhankelijk lijkt van de ligging van de stortlocatie (monding, Zijpe of tussenliggende gebied) en factoren binnen het systeem zelf, en niet van het type substraat (staalslakken of breuksteen). De locatie Zeelandbrug is gelegen in het tussenliggende gebied bekeken vanuit de geografische verspreiding van gemeenschappen in de Oosterschelde. Na bestorten zijn er verschillende pioniergemeenschappen ontwikkeld en in 2015 is voor het eerst de oesterarme gemeenschap aangetroffen die verschilt van de oorspronkelijke gemeenschap. Wat de oorzaak hiervan is, is nog onduidelijk. Mogelijk heeft variatie in watertemperatuur door een milde of strenge winter in de afgelopen jaren invloed op het succes van de kolonisatie van verschillende soorten. Opvallend is ook dat in de pioniergemeenschappen de Japanse oester nauwelijks voorkomt evenals in de nieuwe oesterarme gemeenschap.

Van belang is te benadrukken dat de referentielocaties die gebruikt zijn in dit onderzoek geen referentie zijn voor een bodem die net bestort is met hard substraat, maar fungeren ter referentie van een natuurlijke, niet-bestorte bodem om natuurlijke variatie te monitoren.

Ontwikkeling Japanse Oester
In de Oosterschelde lijkt, sinds de introductie en expansie van de Japanse oester, deze soort een structuur bepalende soort te zijn voor de gemeenschappen in het eu-, infra- en circalittoraal. Een mogelijke oorzaak voor de trage vestiging of zelfs het afnemen van de populaties van deze soort, is het oester-herpesvirus. Het voorkomen van het virus in de Oosterschelde is voor het eerst gedocumenteerd in 2010 (Engelsma et al., 2010) en deze is vanuit het zuiden naar Nederland gekomen. Het virus veroorzaakt sterfte onder oesterlarven en broed. Sinds 2008 is echter een nieuwe variant van oesterherpesvirus aanwezig in Europa: OsHV-1 µvar (Segarra et al., 2010). Deze variant geeft hoge sterfte onder Japanse oesters en heeft zich in korte tijd verspreid naar de belangrijkste kweekgebieden van Europa. Naast sterfte onder oesterbroed geeft OsHV-1 µvar ook hoge sterfte onder jonge Japanse oester. Resistentie voor OsHV-1 µvar neemt toe met leeftijd en gewicht van de oesters. Het is dus goed mogelijk dat dit virus en haar variant de kolonisatie en verjonging van de populaties van de Japanse oester sterk vertraagd. Voor een meer informatie en een overzicht van bestaande kennis zie het factsheet “Oesterherpesvirus: een overzicht” (Kamermans et al., 2013).

4.2 Infauna gemeenschappen

Op basis van gegevens verzameld in de jaren 2009-2015 is het duidelijk dat er een ruimtelijke en temporele variatie in de bodemdiergemeenschappen bestaat. Dit is in overeenstemming met eerdere onderzoeken naar bodemdiergemeenschappen in de Oosterschelde (Schaub et al., 2003). Net als in de andere jaren zijn bij de T6-monitoring in de Oosterschelde de borstelwormen (Annelida) de groep met de meeste soorten en hoogste dichtheden op alle locaties. Deze groep bestaat voor het overgrote deel uit Polychaeta. Geleedpotigen (Arthropoda), weekdieren (Mollusca) en neteldieren (Cnidaria) komen ook vaak voor. Stekelhuidigen (Echinodermata), mosdieren (Bryozoa), snoerwormen (Nemertea), hoefijzerwormen (Phoronida) en platwormen (Platyhelminthes) komen relatief gezien in veel mindere mate voor zowel in aantallen als soortenrijkdom.
Ontwikkeling infauna gemeenschappen 2009-2015
In de ongestoorde situatie in **2009** zijn er vijf infauna gemeenschappen langs de kust van Schouwen-Duiveland aangetroffen, waarvan er drie algemeen waren. Op de locatie Zeelandbrug kwamen alle drie deze algemene gemeenschappen voor. Op de ondiepe stations in de golfzone kwamen vaak minder soortenrijke varianten voor. In dit habitat is de samenstelling van het sediment en de samenstelling van de infauna door verstoringen vaak minder constant. Na de bestorting van de vooroever in de

winter 2009/voorjaar 2010 was er in de zomer van **2010** alleen op het station op 10-20 meter diepte op de locatie Zeelandbrug-oost voldoende sediment aanwezig om te bemonsteren. Deze sedimenten waren zeer fijn van samenstelling. Op het diepe station op de locatie Zeelandbrug-oost was het aantal soorten en de dichtheid vergelijkbaar met de situatie voor bestorten, maar mogelijk is hier de oude bodem met een toplaag van slib bemonsterd. In **2011** was er voldoende sediment aanwezig om op alle locaties de infauna te bemonsteren, met uitzondering van het station op 5-10 meter diepte op de locatie Schelphoek-midden. Op de stortlocaties Lokkersnol en Zeelandbrug kwamen, naast enkele soortenarme varianten op 0-5 meter diepte, de oorspronkelijke gemeenschappen weer voor. Ook soortenrijkdom en dichtheden waren op de diepe stations vergelijkbaar met de situatie voor bestorten in 2009. Op de ondiepe stations waren dichtheden en soortenrijkdom echter lager dan in 2009. Na 2011 is alleen de ontwikkeling op de locatie Zeelandbrug verder onderzocht. In **2012** en **2013** kwamen ondiep nog afwijkende varianten voor, maar was op grotere diepte en in de ongestoorde bodem ("oude bodem") de oorspronkelijke, relatief soortenrijke gemeenschap aanwezig. Op het talud is in **2013** ook de oorspronkelijke gemeenschap gevonden. Soortenrijkdom en dichtheden zijn vergelijkbaar of hoger dan in de situatie voor bestorten maar zijn op de ondiepe stations op 0-5 meter lager. In **2014** kwam de verdeling van de gemeenschappen op de locatie Zeelandbrug overeen met die uit 2013. Soortenrijkdom en dichtheden zijn op alle stations vergelijkbaar of hoger dan in 2009 met uitzondering van het ondiepe station op 0-5 meter bij Zeelandbrug-west. De soortenrijkdom is echter wel gedaald ten opzichte van 2013 mogelijk door aanwezigheid van hoge aantallen van enkele polychaeten soorten. In **2015** zijn de stations op de locaties Lokkersnol en Zeelandbrug opnieuw onderzocht. Bij de Zeelandbrug is op alle stations in het sediment op de staalslakken en breukstenen en in de oude bodem de oorspronkelijke, soortenrijke gemeenschap aangetroffen. De soortenrijkdom is hoger dan in 2009 en toegenomen ten opzichte van 2014 met uitzondering van Zeelandbrug-oost 5-10 meter waar de soortenrijkdom afnam. Dichtheden lieten een wisselend beeld zien. Wat opvalt, is dat zowel soortenrijkdom als dichtheden op het diepe station op 10-20 meter hoger zijn dan in de oude bodem (m.u.v. de soortenrijkdom bij Zeelandbrug-midden). Verdere analyse van de gemeenschappen bij de Zeelandbrug over de jaren toont aan dat er in 2011-2014 een geleidelijke ontwikkeling heeft plaatsgevonden, en dat er in 2015 een uniforme gemeenschap op alle stations is ontstaan. Bij Lokkersnol is in 2015 na vier jaar weer onderzoek gedaan. Ook hier is op alle stations en in de oude bodem oorspronkelijke, soortenrijke gemeenschap aangetroffen. Bij Lokkersnol zijn dichtheden en soortenrijkdom op alle stations toegenomen ten opzichte van 2011 en ook hoger dan in 2009. Ook hier wijken de soortenrijkdom en de dichtheden op het diepe station af van de oude bodem waar deze waarden lager liggen.

Sedimentsamenstelling en infauna

Sedimentsamenstelling is een belangrijke factor voor de aanwezigheid van bodemdieren (Craeymeersch, 1999; Ysebaert, 2003). De ene soort houdt meer van een bodem met een hoog percentage aan kleine sedimentdeeltjes of organisch koolstof, terwijl andere soorten juist voorkomen in meer zandig sediment. Het optimum voor soortenrijkdom lijkt te liggen in bodems met een 40-60% droogstof gehalte. Dit geldt in ieder geval voor het soortenrijke B cluster waarbij de grootste dichtheden voorkwamen in bodems met een 40-60% droogstof gehalte en afnam naar meer zandige en meer slibrijke bodems. In sommige gevallen is deze relatie echter niet duidelijk.

Invloed van de harde ondergrond (staalslakken of breukstenen)

Het materiaal dat gebruikt wordt bij vooroeververdediging (breukstenen en staalslakken) laat geen invloed zien op de bodemgemeenschap die zich ontwikkeld in het nieuwe zachte substraat dat op de harde ondergrond neer is gevallen. Wel kunnen structuren als ecoriffen op de vooroeververdediging de sedimentatiesnelheid en sedimentsamenstelling beïnvloeden, en hiermee de kolonisatie en samenstelling van bodemgemeenschappen.

Referentielocaties

Van belang is te benadrukken dat de referentielocaties die gebruikt zijn in dit onderzoek geen referentie zijn voor een bodem die net bestort is met hard substraat, maar fungeren ter referentie van een natuurlijke, niet-bestorte bodem om natuurlijke variatie te monitoren. Als referentie locaties zijn de Westbout en Zuidbout sinds 2011 onderzocht. Sinds 2012 kwamen op deze locatie wisselende soortenarme varianten voor. Het lijkt meer waarschijnlijk dat deze locatie verstoord is door visserij vanwege de nabije ligging van mosselpercelen dan dat dit een autonome trend voor de Oosterschelde

weergeeft. Op de oostelijke locatie Zuidbout kwam in de golfzone een zandig horizontaal plateau voor, waardoor er verschillende gemeenschappen voorkwamen. De diepere stations op deze locatie lijken een goede referentie voor de oostelijke locaties (Kom van de Oosterschelde). De resultaten van de referentie locaties laten zien dat de samenstelling van de infauna gemeenschappen van jaar tot jaar verschillen. Als de samenstelling van het sediment verandert zorgt dit voor verschuivingen in gemeenschappen. Soortenrijkdom en dichtheden van infauna gemeenschappen op referentie locaties variëren van jaar tot jaar onafhankelijk van de vooroeververdedigingsactiviteiten, mogelijk doordat er constant veranderingen plaatsvinden in hydro- en morfodynamiek van de Oosterschelde en tevens door biologische variatie (populatiedynamiek, effect van strenge/milde winters etc.).

4.3 Sedimentbelasting en sedimentdikte

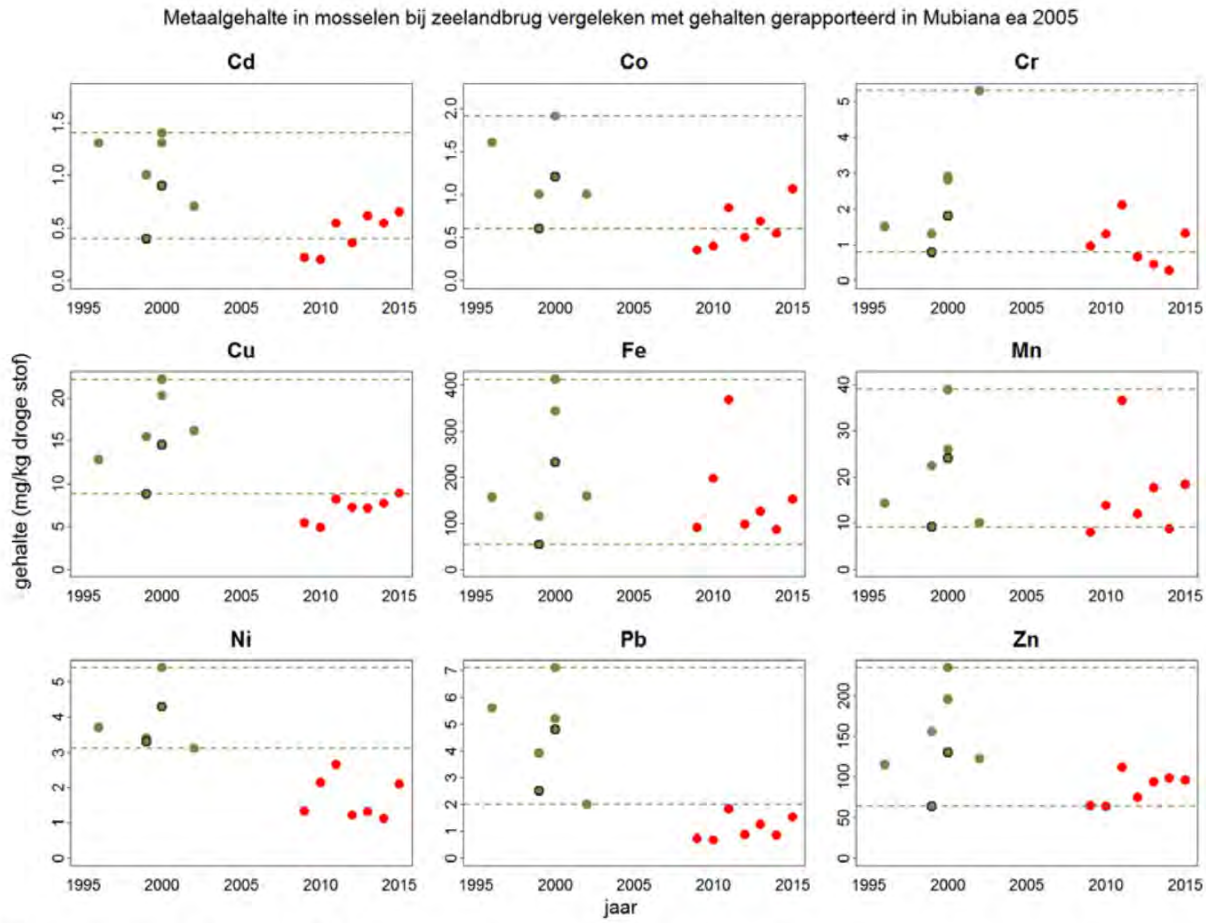
De verdeling van sedimentsamenstelling in de Oosterschelde wordt veroorzaakt door de potentiële sedimentbelasting tijdens de kentering en de afvoer van de fijne fracties en aanvoer van zandige fracties tijdens de stromingsfase. Bijvoorbeeld, als de fijne fracties die tijdens de kentering bezinken slecht worden afgevoerd door getijdenstromen zal "verslibbing" optreden. Anderzijds kan transport van zand dat vlak boven de bodem wordt verplaatst door stroming zorgen voor "verzanden". Dit zijn interactieve processen waarbij verandering in stromingspatronen weer kan leiden tot verandering in sedimentsamenstelling op een locatie.

De resultaten laten grote verschillen zien tussen de verschillende locaties, diepten en meetperioden. Voor het verklaren van deze verschillen zijn meer metingen nodig, maar toch geven deze data belangrijke informatie over de sedimentatieprocessen. Op alle gemonitorde locaties sedimenteerde fijne fracties.
Zandige fracties werden vooral gevonden in de diepere sedimentvallen in de monding en in de zuidelijke
kom op de locatie Wemeldinge. Het zand wat hier neerslaat wordt vermoedelijk getransporteerd door een sterke stroming vlak boven de bodem. Het aanbrengen van een "ecotoplaag" op
verdedigde locaties kan sedimentatiepatronen beïnvloeden. De potentiële sedimentbelasting zegt niets over de hoeveelheid sediment die op het substraat achterblijft. Het meten van de sedimentdikte op de bestorting geeft hier wel informatie over zoals bij locatie Schelphoek-westII is gedaan vanuit het RAAKPRO Building for Nature onderzoek. De resultaten geven aan dat anderhalf tot twee jaar na bestorten met zeegrind met daar op riffen van breuksteen en zandsteen zich een laagje sediment heeft kunnen vormen wat lokaal kan verschillen in dikte en varieert van enkele centimeters tot enkele decimeters.

4.4 Zware metalen

Trends aan metaalgehalten in biota in de tijd
In mosselen is voor sommige metalen (cadmium (Cd) en in mindere mate arseen (As), kobalt (Co), koper (Cu) en seleen (Se)) een licht toenemende trend aan gehalten zichtbaar in de tijd. Gehalten aan zware metalen in biota variëren als gevolg van verschillen in gehalten in water, maar ook door biologische en fysisch-chemische processen die de biologische beschikbaarheid van metalen bepalen. In eerdere studies zijn metaalgehalten van mosselen uit de Ooster- en Westerschelde gerapporteerd (Mubiana e.a., 2005; Mubiana e.a., 2006). Als de gehalten van metalen in mosselen uit de veldmonitoring vergeleken worden met eerder gerapporteerde gehalten aan een aantal metalen (Cd, Co en Cu) blijkt dat gehalten binnen of onder deze concentratierange vallen (**Figuur *25***).

Van oesters zijn er geen eerder gerapporteerde gehalten aan metalen in de Oosterschelde bekend. Uit de veldmonitoring is een licht dalende PLI zichtbaar, evenals een licht dalende trend voor een aantal metalen (Aluminium (Al), kobalt (Co), chroom (Cr), kwik (Hg), molybdeen (Mo), lood (Pb) en Vanadium (V)). Een geleidelijke afname van metaalgehalten in Japanse oesters wordt tevens gezien in Japanse oesters op de referentielocatie Zuidbout waar vergelijkbare concentraties worden gemeten.

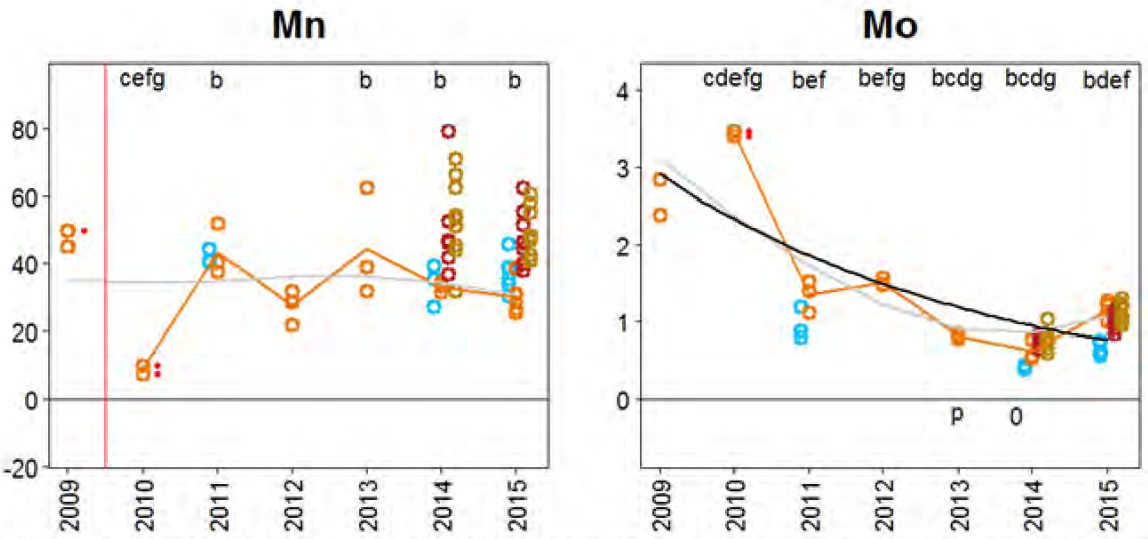


***Figuur 25**. Metaalgehalten in de mossel Mytulis edulis bemonsterd in de Oosterschelde, zoals gerapporteerd in Mubiana e.a. (2005) en in dit rapport. Groene stippen: mosselen verzameld in de Oosterschelde bij Wemeldinge, waarbij metingen in augustus en oktober zwart omlijnt zijn (Mubiana e.a. 2005). Rode stippen: metaalgehalten in mosselen verzameld bij de Zeelandbrug (deze studie). Stippellijnen geven een concentratie range aan van Mubiana?*

Vergelijking metaalgehalten op stortlocatie en referentielocatie

Uit een vergelijking in metaalgehalten in Japanse oester bemonsterd op verschillende ondergronden in 2014 en 2015 blijkt dat er geen verschillen bestaan tussen de stortlocaties en de referentielocatie, met uitzondering van molybdeen en mangaan met hogere gehalten op met breuksteen en met staalslak bestortte locaties in vergelijking tot de referentielocatie. In de trend grafieken is echter te zien dat er grote jaarlijkse fluctuaties optreden en dat de hogere waarden gemeten op een ondergrond van staalslakken en breukstenen hier binnen vallen (**Figuur 26**). Molybdeen gehalten voor de bestorting (T0 in 2009) lagen hoger dan in 2014 en 2015. Voor mangaan geldt dat gehalten in 2014 en 2015 overeenkomen met eerder gemeten gehalten binnen dit onderzoek.

Voor mosselen is geen referentielocatie voorhanden en deze soort is ook niet aangetroffen op een locatie die alleen onder invloed van staalslakken of breukstenen staat, waardoor een analyse op dit detail niveau niet mogelijk was. In mosselen van de Zeelandbrugpijler in 2014 en 2015 zijn de gehalten molybdeen iets hoger dan in Japanse oesters en lager voor mangaan. Kijkend naar historie binnen deze studie (2009 t/m 2015) zijn deze waarden niet afwijkend. In het geval van mangaan zijn waarden vergelijkbaar met gehalte in mosselen rond Wemeldinge tussen 1996 en 2002 (Mubiana et al 2005). Molybdeen is in die mosselen niet gemeten.



Figuur 26. *Trend over de tijd in de periode 2009 (T0 situatie, voor bestorting) tot en met 2015 voor metaalgehalte (mg/kg droge stof) in oesterweefsel bemonsterd bij Zeelandbrugpijler en Zuidbout (referentie). Blauwe stippen zijn bemonsteringen op de referentielocatie, oranje stippen zijn bemonsteringen op de pijler van de Zeelandbrug (nabij staalslak en breuksteen bestortingen), rode stippen zijn bemonsteringen op breukstenen en gele stippen zijn bemonsteringen op staalslakken. Metaalgehalten die onder de detectielimiet liggen worden weergegeven met zwarte stippen. De volgende statistische resultaten hebben alleen betrekking op Zeelandbrugpijler: (1) significante trends (lineair dan wel exponentieel) worden weergeven met zwarte lijnen waarbij P-waarden, richtingscoëfficiënt en correlatiewaarden weergegeven worden. Datapunten welke van grote invloed zijn op de trendlijn (cooksdistance) worden met rode stippen aangeduid. (2) Wanneer er sprake is van een significante sprong in (jaargemiddelde)gehalten dan wordt deze weergegeven door een verticale rode lijn. (3) De lettercode geeft significante verschillen tussen de jaren weer (ANOVA, Tukey Posthoc).*

Vergelijking resultaten veldmonitoring en mesocosm experiment

Uit de veldmonitoring komen een aantal metalen naar voren:

- Vanwege licht stijgende trend in de tijd: in mosselen cadmium (Cd) en in mindere mate arseen (As), kobalt (Co), koper (Cu) en seleen (Se). De gehalten vallen echter binnen eerder gerapporteerde gehalten in mosselen uit de Oosterschelde
- Vanwege een hoger gehalte op de stortlocatie dan de referentielocatie: in oesters mangaan (Mn) en molybdeen (Mo). De gehalten vallen echter binnen eerdere waarde uit de veldmonitoring.

In 2015 is een gecontroleerde mesocosmstudie uitgevoerd waarin de invloed van staalslakken en breukstenen op metaalgehalten in water en biota onderzocht is (Foekema e.a, 2016). Dit is een studie uitgevoerd met meerdere soorten in grote modelvijvers. De systemen zijn zowel geënt met slib, om kleine organismen toe te voegen, als met bekende hoeveelheden grotere organismen, waaronder blaaswier (*Fucus vesiculosus*), mosselen (*Mytilus edulis*), doorschijnende zakpijpen (*Ciona intestinalis*) en broodsponsen (*Halichondria panicea*). Na een periode van gewenning is in de mesocosms een laag van staalslakken, breukstenen en zeegrind (referentie) aangebracht. De systemen zijn continu doorstroomd met Oosterschelde water. In de helft van de mesocosms was de waterverblijftijd representatief voor de Oosterschelde in de andere helft is door een lagere verversingssnelheid een worst case situatie gecreëerd. De ontwikkeling van de systemen is gedurende drie maanden gevolgd. Voor een gedetailleerde omschrijving van het experiment wordt verwezen naar Foekema e.a. (2016). In de mesocosm studie zijn geen verhoogde gehalten aan molybdeen en mangaan aangetroffen in biota. In de bakken met staalslakken kwam het metaal vanadium naar voren als het metaal dat het sterkst uit staalslakken loogt en het best wordt opgenomen door biota (zie Bijlage 8).

In de bakken met breukstenen was dit het metaal nikkel (hogere gehalten in water en in zakpijpen in bakken met breukstenen met een lage verversingssnelheid). Daarnaast komt vanadium in lage achtergrondgehalten voor in de Oosterschelde, wat het een goede gidsstof maakt voor het aantonen van uitloging uit staalslakken in het veld. Uit de veldmonitoring blijkt echter dat de vanadium- en nikkelgehalten in Japanse oesters bemonsterd op een ondergrond van staalslakken en breukstenen niet verschillen van Japanse oesters bemonsterd op referentielocatie Zuidbout. De gehalten aan vanadium in mosselen in de veldmonitoring zijn vergelijkbaar met de gehalten van het referentiemateriaal (zeegrind) in het mesocosmexperiment bij lage verversing en gehalten in

mosselen in alle bakken bij hoge verversing. Een grote doorstroming bij de Zeelandbrug heeft de accumulatie van metalen in Japanse oesters mogelijk beperkt. Dat de waargenomen hogere gehalten aan mangaan- en molybdeen in oesters bemonsterd op een ondergrond van staalslakken en op een ondergrond van breukstenen niet gepaard gaan met hogere gehalten van vanadium of nikkel impliceert ook dat deze hoogstwaarschijnlijk een andere oorzaak hebben dan de vooroeverbestortingen.

Vergelijking met milieunormen

Door het vergelijken van gehalten aan zware metalen in organismen met bestaande normen voor biota kan ingeschat worden of een metaal negatieve effecten kan geven op milieu en/of volksgezondheid. Normen voor metalen in biota zijn echter vrijwel niet beschikbaar. De KRW heeft voor drie prioritaire stoffen een MilieuKwaliteitsNorm (MKN) voor biota afgeleid: (methyl)kwik, hexachloorbenzeen en hexachloorbutadieen. De MKN voor (methyl)kwik is vastgesteld op 0,02 mg/kg natgewicht. In ongewervelde dieren is grofweg 50% van het gemeten kwik aanwezig in de vorm van (methyl)kwik. Het natgewicht gehalte aan kwik in organismen is om te rekenen aan de hand van het drooggewicht gehalte en het droge stof percentage. Als het berekende natgewicht gehalte vervolgens wordt gehalveerd kan toetsing aan de MKN-norm plaatsvinden.

Voor geen bovengenoemde metalen zijn normoverschrijdingen geconstateerd voor de in dit project bemonsterde mossel en Japanse oester weefsels.(tabel 10).Dit komt overeen met eerder gerapporteerde waarden waarbij in deze organismen alleen in de Westerschelde normoverschrijding geconstateerd is (Jansen e.a., 2015).

Tabel 10. Normen voor metaalgehalten in biota, die toegepast worden binnen de KRW en OSPAR.

Metaal	**Norm**	**Specificatie**	**Referentie**
(Methyl)Kwik	0,02 mg/kg natgewicht	Voor biota	EC, 2008
Kwik	2,5 mg/kg drooggewicht	Voor mosselen en oesters	OSPAR, 2009
Lood	7,5 mg/kg drooggewicht	Voor mosselen en oesters	OSPAR, 2009
Cadmium	5,0 mg/kg drooggewicht	Voor mosselen en oesters	OSPAR, 2009

5 Conclusie en aanbevelingen

5.1 Hard substraat gemeenschappen

Kennisvraag hard substraat gemeenschappen:

4. *Hoe verloopt de ontwikkeling van flora en fauna gevestigd op het nieuwe hard substraat van staalslakken en breukstenen op locatie Zeelandbrug zes jaar na bestorten en hoe zijn de aangetroffen soorten te vergelijken met de T0, T1, T2, T3, T4 en T5 en referentielocaties?*

Eulittoraal

De gemeenschappen op de kreukelberm bij de Zeelandbrug zijn direct beïnvloed door het versterken van de vooroever in 2010 waarbij de kreukelberm is vernieuwd en de gemeenschappen afstierven. De gemeenschappen op het talud zijn niet beïnvloed. In de ongestoorde situatie in 2009 kwam op de kreukelberm een gemeenschap voor met een bedekking van zeepokken en Japanse oester die typerend is voor het oostelijk deel van de Oosterschelde. Na de ingrepen ontwikkelden pionier soorten zich en vond successie plaats. Vanaf 2012 komt er een nieuwe gemeenschap voor, met de gezaagde zee-eik en knotswier, die verder niet langs de kust van Schouwen-Duiveland is aangetroffen en niet past in de west-oost verdeling van gemeenschappen, zoals die op referentielocaties wordt aangetroffen. In 2015 heeft nog geen herstel opgetreden van de oorspronkelijke gemeenschap.

Sublittoraal

Infralittoraal (wier zone)**-** Na vooroeverbestorting in 2009/2010 zijn de hard substraat gemeenschappen in het infralittoraal op de locatie Zeelandbrug overdekt met staalslakken en breuksteen. In 2010 ontwikkelde zich aanvankelijk een pioniersgemeenschap op het nieuwe breuksteen. In 2011 kwam in de wierzone een oesterarme gemeenschap voor die ook op referentielocaties ontwikkelde en typerend is voor het centrale deel van de Oosterschelde en anders is dan in 2009. Deze gemeenschap is ook nog aanwezig in 2015. Dus twee jaar na de vooroeververdediging zijn de gemeenschappen gelijk aan de gemeenschappen die op de referentie locaties aanwezig zijn.

Circalittoraal (diepe zone)**–** Na vooroeverbestorting in 2009/2010 zijn de hard substraat gemeenschappen in het circalittoraal op de locatie Zeelandbrug overdekt met staalslakken en gedeeltelijk met breuksteen. In de jaren daarna vond geleidelijke successie plaats met ontwikkeling van verschillende pionier gemeenschappen tot 2014. In 2015 is op de locatie Zeelandbrug een nieuwe, oesterarme, gemeenschap aangetroffen die overeenkomt met gemeenschappen in de Kom van de Oosterschelde en anders is dan de situatie in 2009. Deze gemeenschap was ook aanwezig op de referentie locaties in het Hammen. De gemeenschappen op staalslakken en breuksteen verschillen niet van elkaar.

5.2 Zacht substraat gemeenschappen

Kennisvraag zacht substraat gemeenschappen:

5. *Hoe verloopt de ontwikkeling van infauna gemeenschappen in het afgezette sediment op de aangelegde vooroevers van staalslakken en breuksteen bij locatie Lokkersnol en Zeelandbrug zes jaar na bestorten en hoe zijn de aangetroffen soorten te vergelijken met de T0, T1, T2, T3, T4 en T5 en referentielocaties?*

De uitvoering van vooroeverbestortingen heeft een duidelijk effect op de infauna gemeenschappen bij Zeelandbrug en Lokkersnol. Door overstorten sterven de aanwezige soorten af. Binnen een half jaar tot een jaar na de oeverbestorting worden de eerste soorten bodemdieren aangetroffen in het zachte substraat dat gesedimenteerd is tussen en op de harde substraten (Zeelandbrug-oost). Na anderhalf tot twee jaar is (vooral in de diepere zone) een eerste herstel opgetreden van de bodemdiergemeenschappen hoewel de samenstelling van de gemeenschap (zowel

soortensamenstelling als dichtheden) nog niet hetzelfde is. Deze zacht substraat gemeenschappen hebben zich in de jaren daarna nog verder ontwikkeld met een toename van soorten en dichtheden.

Locatie Lokkersnol is alleen in 2009 (T0), 2011 (T2) en 2015 (T6) bemonsterd. Hoewel er dus niet in ieder opeenvolgend jaar is gemonitord laten de resultaten zien dat zowel soortenrijkdom als dichtheden twee jaar na bestorten in 2011 (T2) lager zijn dan in de situatie voor bestorten. In 2015, zes jaar na bestorten, valt op dat zowel soortenrijkdom als dichtheden aanzienlijk hoger liggen dan in 2011 maar ook hoger zijn dan in 2009. Dit laat zien dat kolonisatie heeft plaatsgevonden van het nieuw gevormde sediment. Vervolgmonitoring kan aantonen of dit een uitschieter is (bv. door natuurlijke variatie) of dat soorten langjarig profiteren van het nieuw gevormde sediment. Bij locatie Lokkersnol is de soortenrijke gemeenschap teruggekeerd in 2015.

Locatie Zeelandbrug lijkt sneller te koloniseren dan Lokkersnol. Bij de Zeelandbrug zijn soortenrijkdom en dichtheden twee jaar na bestorten (2011) vergelijkbaar of hoger dan de situatie voor bestorten. In 2015 is de soortenrijkdom gestegen ten opzichte van 2014 terwijl deze op referentielocatie Zuidbout gelijk is gebleven. Zes jaar na bestorten is op alle diepten evenals bij Lokkersnol de soortenrijke gemeenschap terug gekeerd.

De sedimentatie en kolonisatie van bodemgemeenschappen is niet afhankelijk van het gebruikte materiaal voor vooroeververdediging (breuksteen of staalslakken), maar is vermoedelijk vooral afhankelijk van lokale stroomsnelheden, sedimentatie, sedimentkarakteristieken. Wel kunnen structuren die op vooroevers worden aangebracht de sedimentatie en dus kolonisatie beïnvloeden. Los van de vooroeverbestortingen zijn er omgevingsvariabelen die het voorkomen van soorten sterk kunnen beïnvloeden zoals veranderingen in sedimentatiepatronen zoals meer sedimentatie van slib.

5.3 Zware metalen

Kennisvraag zware metalen:

3. *a. Wat zijn de langjarige trends in gehalten aan zware metalen in schelpdieren die voorkomen op de vooroeververdediging van Zeelandbrug (inclusief pijler) zes jaar na het aanbrengen van de vooroeververdediging en hoe zijn deze gehalten vergeleken met de T0, T1, T2, T3, T4 en T5 en referentielocaties? Is er een verschil in gehalten aan zware metalen in biota die bemonsterd zijn op de nieuwe vooroevers en de referentielocatie?*

Trendanalyse (2009-2015) van de metaalgehalten in mosselen *Mytilus edulis* en Japanse oesters *Crassostrea gigas* op de Zeelandbrug in de periode 2009 (voorafgaand) ten met 2015 (zes jaar na het storten van breukstenen en staalslakken) laat geen eenduidige trends variatie zien in beide schelpdieren. Jaarlijkse variatie kan eerder verklaard worden door autonome ontwikkelingen dan door het storten van de oeververdediging. De invloed van de bestortingen met staalslakken en breukstenen op de gehalten aan zware metalen in lokaal levende mosselen en oesters wordt als zeer gering ingeschat doordat:
(1) er geen duidelijke verschillen in metaalgehalten voor (T0) en na (T1) bestorting geconstateerd zijn;
(2) trends in metaalgehalten niet eenduidig zijn; trends kunnen stijgend zijn voor enkele metalen in mosselweefsel en afwezig dan wel dalend voor metalen in oesterweefsel;
(3) in deze studie gemeten gehalten aan metalen in mosselen binnen of onder gerapporteerde waarden vallen die eerder gemeten zijn in mosselen in de Oosterschelde (Wemeldinge) in de periode 1996 – 2003 (vóór de vooroeverbestortingen).
Wel worden hogere molybdeen en mangaangehalten aangetroffen in oesters bemonsterd in 2014 en 2015 op de stortlocatie in vergelijking tot oesters bemonsterd op de referentielocatie. Dit heeft waarschijnlijk een andere oorzaak dan de vooroeverbestortingen, aangezien:

- voor molybdeen en mangaan geen langjarige stijgende trends worden waargenomen in de tijd;
- mangaangehalten vergelijkbaar zijn met eerder gemeten gehalten in mosselen bemonsterd bij Wemeldingen in de periode 1997-2003 (molybdeen werd in deze studie niet geanalyseerd);
- monitoringsresultaten niet consistent zijn met de resultaten van een in 2015 uitgevoerd gecontroleerd mesocosm experiment met verschillende materialen (zeegrind, breuksteen en staalslak). In het mesocosm experiment zijn geen verhoogde molybdeen en mangaan

gehalten in biota aangetroffen na blootstelling aan staalslakken of breukstenen. Vanadium kwam in dit experiment naar voren als het metaal dat het sterkst uit staalslakken uitloogt en het best opgenomen wordt door biota en nikkel in het geval van breukstenen. Voor deze beide metalen (vanadium en nikkel) zijn geen verhoogde gehalten aangetroffen bij stortlocaties in het veld.

Op basis van het in 2015 uitgevoerde mesocosm experiment en de (veld)monitoring tot nu toe zijn er geen ecologische effecten van uitloging van zware metalen uit verdedigde vooroevers waargenomen.

5.4 Aanbevelingen

Hard substraat gemeenschappen
Ecologische monitoring van verdedigde vooroevers is van belang om kennis op te bouwen over patronen en processen rondom ecologisch herstel van deze activiteiten en de effectiviteit van mitigerende maatregelen gericht op hard substraat soorten, zoals een ecotoplaag in de Oosterschelde. Tevens is deze informatie van essentieel belang om lokaal herstel te kunnen bepalen, aangezien de resultaten aantonen dat verschillen in belangrijke mate bepaald worden door de lokale omstandigheden.

Zacht substraat gemeenschappen
Vervolgmonitoring geeft inzicht in de meer langjarige respons van de infauna gemeenschappen op verstoring. Deze respons kan enkele jaren duren en soorten kunnen zelfs tijdelijk profiteren van nieuw gevormd habitat zoals we zien bij de Zeelandbrug waar soortenrijkdom en dichtheden in sommige jaren hoger zijn vergeleken met de T0-situatie en de oude bodem. Zes jaar na bestorten in 2015 wordt een overeenkomstige gemeenschap aangetroffen als voor bestorten, echter met een hogere soortenrijkdom. Continuering van de monitoring leert ons of de infauna gemeenschap nog steeds in ontwikkeling is na verstoring, of dat de jaarlijkse variatie is toe te schrijven aan populatie dynamica/omgevingsfactoren. In het bijzonder vervolg van de monitoring bij locatie Zeelandbrug is waardevol omdat hier een continue tijdreeks is opgebouwd van zeven jaar (2009-2015). Resultaten laten zien dat er jaarlijkse fluctuaties zijn en dat soortenrijkdom en dichtheden over het algemeen hoger liggen dan op nabij gelegen referentielocatie Zuidbout. In 2015 is er een uniforme gemeenschap ontstaan die op gemeenschapsniveau hetzelfde is als 2011-2014 maar op soortsniveau verschuivingen vertoont ten opzichte van voorgaande jaren. Of dit een gevolg is van de autonome ontwikkelingen binnen de zacht substraat gemeenschappen in de Oosterschelde, ontwikkeling van langjarige soorten, of van het meer uniform worden van de bodemsedimenten moet uit vervolgonderzoek blijken. Een diepergaande analyse op soort niveau met focus op aanwezigheid van pionier soorten en langjarige soorten over de jaren geeft informatie over de 'volwassenheid' van de gemeenschap.

Zware metalen
Het blijft wel verstandig een 'vinger aan de pols' te houden voor de Cluster 1 en 2 locaties om trends in de Oosterschelde te blijven volgen in relatie tot de vooroeververdediging. Hierbij zou de focus moeten liggen op de metalen vanadium en nikkel, omdat op basis van mesocosm studie voor deze metalen de sterkste uitloging en ophoping in biota verwacht wordt.

Van de Cluster 3 locaties, meer naar het oosten gelegen in de Oosterschelde, is veel minder bekend qua gehalten aan metalen in biota. Daarnaast is aan de oostelijke zijde de invloed van het getij geringer en wordt verondersteld dat de verblijftijden het grootst zijn van de Oosterschelde. Door zowel vooraf als kort na de oeverbestortingen monsters van water en biota te nemen is uitloging wellicht meetbaar. Bij afwezigheid van biota zo kort na bestorten kan als alternatief actieve biologische monitoring uitgevoerd worden waarbij soorten elders verzameld worden en vervolgens uitgehangen worden op de onderzoeklocatie voor enkele weken.
Een grote mate van verversing en watermengingen gedurende een getijde cyclus maakt het lastig dan wel onmogelijk referentielocaties aan te wijzen die zeker niet beïnvloed worden door de oeverbestortingen. Het is de verwachting dat geschiktste locaties zich stroomopwaarts bevinden. Modelstudies naar de waterstroming in de Oosterschelde kan hier mogelijk inzicht in verschaffen. Om variatie die niet veroorzaakt wordt door bestorting te minimaliseren wordt tevens aanbevolen om, wanneer mogelijk, nieuwe bemonsteringen in hetzelfde seizoen te laten plaatsvinden als voorgaande bemonsteringen en daarbij individuen van eenzelfde lengte te bemonsteren.

6 Kwaliteitsborging

Wageningen Marine Research beschikt over een ISO 9001:2008 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem (certificaatnummer: 187378-2015-AQ-NLD-RvA). Dit certificaat is geldig tot 15 september 2018. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV Certification B.V.

Het chemisch laboratorium te IJmuiden beschikt over een NEN-EN-ISO/IEC 17025:2005 accreditatie voor testlaboratoria met nummer L097. Deze accreditatie is geldig tot 1 april 2017 en is voor het eerst verleend op 27 maart 1997; deze accreditatie is verleend door de Raad voor Accreditatie. Het chemisch laboratorium heeft hierdoor aangetoond in staat te zijn op technisch bekwame wijze valide resultaten te leveren en te werken volgens de ISO17025 norm. De scope (L097) met de geaccrediteerde analysemethoden is te vinden op de website van de Raad voor Accreditatie (www.rva.nl).

Op grond van deze accreditatie is het kwaliteitskenmerk Q toegekend aan de resultaten van die componenten die op de scope staan vermeld, mits aan alle kwaliteitseisen is voldaan.. Het kwaliteitskenmerk Q staat vermeld in de tabellen met de onderzoeksresultaten. Indien het kwaliteitskenmerk Q niet staat vermeld is de reden hiervan vermeld.

De kwaliteit van de analysemethoden wordt op verschillende manieren gewaarborgd. De juistheid van de analysemethoden wordt regelmatig getoetst door deelname aan ringonderzoeken waaronder die georganiseerd door QUASIMEME. Indien geen ringonderzoek voorhanden is, wordt een tweede lijnscontrole uitgevoerd. Tevens wordt bij iedere meetserie een eerstelijnscontrole uitgevoerd.
Naast de lijnscontroles wordende volgende algemene kwaliteitscontroles uitgevoerd:

- Blanco onderzoek.
- Terugvinding (recovery).
- Interne standaard voor borging opwerkmethode.
- Injectie standard.
- Gevoeligheid.

Bovenstaande controles staan beschreven in Wageningen Marine Research werkvoorschrift *ISW 2.10.2.105*.
Indien gewenst kunnen gegevens met betrekking tot de prestatiekenmerken van de analysemethoden bij het chemisch laboratorium worden opgevraagd.

Indien sprake is van onbeheerste kwaliteit worden passende maatregelen genomen.

Referenties

Abdul Jaffar ali, H., Tamilselvi, M., Akram, A.S., Kaleem Arshan, M.L., Sivakumar, V. Comparative study on bioremediation of heavy metals by solitary ascidian, *Phallusia nigra*, between Thoothukudi and Vizhinjam ports of India (2015). Ecotoxicology and Environmental Safety, in Press.

Canli, M., & Furness, R. W. (1993). Toxicity of heavy metals dissolved in sea water and influences of sex and size on metal accumulation and tissue distribution in the Norway lobster *Nephrops norvegicus*. Marine environmental research, 36(4), 217-236.

De Kluijver, M.J.; Dubbeldam, M.C.; Dooge, M. & Van Broekhoven, B.J.L. (2015, in prep). De effecten van de versterking van de vooroever op hard substraat gemeenschappen, situatie 2014. Stichting Zeeschelp, Jacobahaven.

De Wilde, P.G.M., A.F. Peekel, S.E.J. Buykx (2002). Monitoring milieuhygiënische kwaliteit van bouwstoffen. RIVM-rapport 771402028/2002.

De Wijs, J.W.M., R.F.M.J. Cleven (2007). Monitoring kwaliteit bouwstoffen 2006; een vergelijking met de monitoringsdata 2003/2004 en 2005. RIVM-rapport 711701062/2007. INTRON-rapport A825210/R20070220.

EC (2006). VERORDENING (EG) Nr. 1881/2006 VAN DE COMMISSIE van 19 december 2006 tot vaststelling van de maximumgehalten aan bepaalde verontreinigingen in levensmiddelen. P 20.

EC (2008). Richtlijn 2008/105/EG van het Europees parlement en de Raad van 16 december 2008 inzake milieukwaliteitsnormen op het gebied van het waterbeleid tot wijziging en vervolgens intrekking van de Richtlijnen 82/176/EEG, 83/513/EEG, 84/156/EEG, 84/491/EEG en 86/280/EEG van de Raad, en tot wijziging van Richtlijn 2000/60/EG.

EC (2014). Verordening (EU) Nr. 488/2014 van de Commissie van 12 mei 2014 tot wijziging van Verordening (EG) nr. 1881/2006 wat de maximumgehalten voor cadmium in levensmiddelen betreft.

Engelsma, M.Y., Roozenburg, I., Voorbergen-Laarman M., Haenen, O.L.M (2010) Eerste detectie van oesterherpesvirus OsHV-1 in Nederland. *Aquacultuur*, 25:36-39.

Glorius, S. T.; Jansen, H.; Van den Heuvel-Greve, M.J.; Tangelder, M. (2015) Gehaltes aan zware metalen in biota op stort- en referentielocaties in de Oosterschelde & Westerschelde. Data rapport 2014. Technischrapport C079/15 IMARES Wageningen UR.

Glorius, S. T.; Van den Heuvel-Greve, M.J. (2016, in prep.) Gehalte aan zware metalen in biota op stort- en referentielocaties in de Oosterschelde. Technisch rapport.

Gray, J. S. (2002). Biomagnification in marine systems: the perspective of an ecologist. Marine Pollution Bulletin, 45(1), 46-52.

Intron (2010a). Uitloging LD-staalslak HKM in zeewater; invloed van zeewater op de uitloging. Conceptrapport 12 mei 2010.

Intron (2010b). Uitloging LD-staalslak Thyssen in zeewater; invloed van zeewater op de uitloging. Conceptrapport 7 mei 2010.

Intron (2010c). Uitloging LD-staalslak Corus in zeewater; invloed van zeewater op de uitloging. Conceptrapport 7 mei 2010.

Intron (2010d). Uitloging fosforslak in zeewater; invloed van zeewater op de uitloging. Conceptrapport 7 mei 2010.

Intron (2010e). Uitloging LD-staalslak Arcelormittal in zeewater; invloed van zeewater op de uitloging. Conceptrapport 7 mei 2010.

Intron (2010f). Toelatingsonderzoek steenslag in het kader van BRL 9324. Rapport 7 juni 2010.

Jonkers, D. (1987). Opname van zware metalen uit en kolonisatie van ovenslakken en beton door benthische mariene organismen. Mariene Zoologie, Rijksuniversiteit Groningen, 86 pp.

Kaandorp, J.A., 1986. Rocky substrate communities of the infralittoral fringe of the Boulonnais coast, NW France: a quantitative survey. Mar. Biol., 92: 255-265.

Kamermans, P., Poelman, M., Engelsma, M. (2013). Oesterherpesvirus: een overzicht. https://www.wageningenur.nl/upload_mm/7/d/f/791725c2-9d64-44c8-ad4a-cb349993268d_Factsheet-Oesterherpesvirus-2013.pdf

Killick, R., Idris A. Eckley, (2014), "Changepoint: An R Package for Changepoint Analysis", *Journal of Statistical Software*, 58(3), 1-19.

Kovach, W.L., 1999. MVSP - A Multi Variate Statistical Package for Windows, version 3.1. Kovach Computing Services, Pentraeth, Wales, UK.

Mubiana V.K., Qadah, D., Meys, J., Blust, R., (2005), "Temporal and spatial trends in heavy metal concentrations in marine mussel *Mytilus edulis* from the Western Scheldt estuary (The Netherlands)", *Hydrobiologica,* (540), 169 – 180.

Mubiana, V.K., Blust, R. (2006), "Metal content of marine mussels from Western Scheldt Estuary and nearby protected Marine Bay, the Netherlands: impact of past and present contamination", *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 77(2): 203-210. OSPAR (2009). Background document on CEMP Assessment Criteria for QSR 2010.

OSPAR (2009). Background document on CEMP Assessment Criteria for QSR 2010.

R Development Core Team (2012). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL http://www.R-project.org/.

RWS Waterdienst (2009). Brondocument Waterlichaam Westerschelde. Doelen en maatregelen rijkswateren, Ministerie van VenW, Rijkswaterstaat.

Schellekens, T., Glorius, S., Van den Heuvel-Greve, M.J. (2014) Variatie en trend van de gehaltes zware metalen op locatie Zeelandbrug. Data rapport 2013. IMARES Wageningen UR, rapport C055/14.

Segarra A, Pépin JF, Arzul I, et al. (2010) Detection and description of a particular Ostreid herpesvirus genotype associated with massive mortality outbreaks of Pacific oysters, *Crassostrea gigas*, in France in 2008. *Virus Res* 153:92-99

Tangelder, M., Brummelhuis, E.B.M. de Kluijver M. & Van den Heuvel-Greve, M.J (2014). Data rapport: Het effect van vooroeververdediging op bodemorganismen in de Oosterschelde: 2013. IMARES Wageningen UR, rapport C119/14.

Tangelder, M, De Kluijver, M.J., Craeymeersch, J., E.B.M. Brummelhuis, Van den Heuvel-Greve, M.J. (2016, in prep.) Data rapport: Effect van vooroeververdediging op bodemorganismen in de Oosterschelde in 2015. IMARES Wageningen UR, rapport.

Tangelder, M, De Kluijver, M.J., Brummelhuis, E.B.M., Van den Heuvel-Greve, M.J. (2015) Data rapport: Effect van vooroeververdediging op bodemorganismen in Oosterschelde en Westerschelde in 2014. IMARES Wageningen UR, rapport C116/15.

Tangelder, M., Schellekens, T., De Kluijver, M. en van den Heuvel-Greve, M (2014). Monitoring vooroeververdediging 2013. IMARES Wageningen UR, rapport C102/14.

Tangelder, M., M.J. Van den Heuvel-Greve, S.T. Glorius, H. Jansen (2015) Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde en Westerschelde in 2014. IMARES Wageningen UR, rapport C102/15.

Tomlinson, D. L., Wilson, J. G., Harris, C. R., en Jeffrey, D. W. (1980). Problems in the assessment of heavy-metal levels in estuaries and the formation of a pollution index, Helgoland Marine Research (33), pp 566 – 575.

University of Applied Science (2012). RAAKPRO Voorstel: Building for Nature: innovatie van dijken en vooroevers. Vlissingen. P 42.

Van den Heuvel-Greve, M.J. (2010). T0 monitoring vooroeververdediging Oosterschelde; cluster 1 - 2009. IMARES Wageningen UR, rapport C137/09.

Van den Heuvel-Greve, M., A. van den Brink, S. Glorius, C. Schipper, M. de Kluijver, M. Dubbeldam (2011). Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde 2010: T1 Cluster 1/T0 Cluster 2. IMARES Wageningen UR, rapport C029/11.

Van den Heuvel-Greve, M., A. van den Brink, S. Glorius, C. Schipper, A. Gittenberger, M.J. de Kluijver, M. Dubbeldam (2012). Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde en Westerschelde 2011: T2 Cluster 2. IMARES Wageningen UR, rapport C081/12.

Van den Heuvel-Greve, M., A. van den Brink, S. Glorius, M.J. de Kluijver, M. Dubbeldam (2013). Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde en Westerschelde 2012: T3 Cluster 1. IMARES Wageningen UR, rapport C102/13.

Van den Heuvel-Greve, M.; M. Tangelder; T. Ysebaert; M de Kluijver (2016) Notitie Kolonisatie van bodemgemeenschappen van zacht substraat in de Oosterschelde en Westerschelde na vooroeververdediging. IMARES Wageningen UR. p. 31

Verantwoording

Rapport C098/16
Projectnummer: 4313100019

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en het verantwoordelijk lid van het managementteam van Wageningen Marine Research.

Akkoord: [redacted]
Onderzoeker

Handtekening: 

Datum: 11 oktober 2016

Akkoord: [redacted]
MT-lid Integratie

Handtekening: 

Datum: 11 oktober 2016

Bijlagen

In de volgende hoofdstukken zijn de volgende bijlagen opgenomen:
Bijlage 1. Hard substraat: soortensamenstelling eulittorale gemeenschappen in de Oosterschelde
Bijlage 2. Hard substraat: soortensamenstelling infralittorale gemeenschappen n de Oosterschelde
Bijlage 3. Hard substraat: soortensamenstelling circalittorale gemeenschappen n de Oosterschelde
Bijlage 4. Verdeling van de sublitorale levensgemeenschappen op hard substraat
Bijlage 5 Soortensamenstelling infauna gemeenschappen Oosterschelde
Bijlage 6 Ruwe data sedimentvallen
Bijlage 7. Ruwe data zware metalen
Bijlage 8. Relevante figuren van het mesocosm experiment 2015

Bijlage 1. Hard substraat: soortensamenstelling eulittorale gemeenschappen in de Oosterschelde

Soortensamenstelling (in % bedekking) van de eulittorale gemeenschappen op Schouwen-Duiveland (2009-2014). Onderstreepte waarden geven per soort een voorkomen van minimaal 90% van de totale kwantiteit binnen de gemeenschappen aan. Afkortingen: An - anemoon, Bi - tweekleppige, Br - bryozoo, BW - bruinwier, Cr - kreeftachtige, Ech - stekelhuidige, Ga - slak, GW - groenwier, Hy - hydroïd, In - insect, Li- korstmos, Po - polychaet, RW - roodwier, Sp - spons en Tu - zakpijp.

		1-bil-Blkl	1-kl-Blkl	1-kl-s/r	1-kl-Lit	2-bil-Fsp	2-Myt	2-bil-s/r	2-kl-s/r	2-Fvs-s/r	2-rw-mF	3-Fvs-s/r	3-Asc-s/r	3-Fvs-rw	3-Fvs-r
Xanthoria spec.	Li	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Porphyra spec.	RW	0,8	-	0,5	-	1,0	-	0,0	-	0,2	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2
Patella vulgata	Ga	0,0	-	0,0	-	0,1	-	1,8	-	0,4	1,2	0,3	0,8	1,1	0,7
Enteromorpha spec.	GW	0,2	-	0,0	-	4,9	-	1,2	-	0,1	2,6	5,5	2,8	4,8	1,8
Chondrus crispus	RW	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	0,6	0,0	0,2	0,1	1,3
Mytilus edulis	Bi	0,0	-	0,0	-	0,3	50,0	0,5	0,5	1,0	0,7	0,7	0,1	0,7	0,2
Ulva spec.	GW	0,1	-	-	-	-	-	0,3	-	0,1	2,1	1,0	1,4	1,2	3,8
Ceramium rubrum	RW	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5
Dynamena pumila	Hy	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	0,0	0,1	0,0	0,0	0,6
Electra pilosa	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,3
Cystoclonium purpureum	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	0,1
Mastocarpus stellatus	RW	-	-	-	-	-	-	0,1	-	0,1	1,6	0,6	1,2	0,9	1,2
Blidingia minima	GW	19,0	7,0	0,0	-	0,2	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	-
Fucus spiralis	BW	15,0	-	0,0	-	19,1	-	0,2	-	-	3,0	3,8	0,0	0,2	-
Littorina saxatilis	Ga	0,3	0,1	0,3	0,5	0,4	-	0,1	0,5	0,1	0,2	0,0	0,1	0,1	0,0
Anurida maritima	In	0,1	-	0,1	-	0,2	-	0,1	-	0,1	0,2	0,1	0,0	0,1	-
Littorina obtusata	Ga	0,0	-	-	-	-	-	0,0	-	0,2	0,1	0,4	0,3	0,2	0,3
Ulothrix spec.	GW	-	0,1	-	-	-	-	0,0	-	-	-	0,0	-	0,1	0,0
Fucus vesiculosus	BW	1,3	-	-	-	0,3	-	1,9	-	44,9	14,2	35,7	29,1	22,3	3,6
Fucus serratus	BW	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	0,4	30,0	11,4	0,3	61,9
Crassostrea gigas	Bi	0,0	-	0,0	-	1,6	-	4,0	-	3,3	6,4	5,0	5,1	4,9	8,0
Obelia dichotoma	Hy	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-
Littorina littorea	Ga	0,0	-	0,0	-	0,6	0,5	1,1	-	0,6	0,5	0,3	0,3	0,7	0,1
Griffithsia flosculosa	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ascophyllum nodosum	BW	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,3	14,9	0,1	1,7
Cirripedia	Cr	2,0	-	2,0	-	10,3	4,0	28,8	2,0	34,9	14,0	27,0	30,7	25,9	34,3
Actinia equina	An	0,1	-	0,1	-	0,3	-	0,2	-	-	0,2	0,1	0,1	0,1	0,0
Callithamnion tetragonum	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Lanice conchilega	Po	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	0,0	-	-	-	-
Ceramium deslongchampsii	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	-	0,0	0,1
Polysiphonia violacea	RW	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1
Cladophora albida	GW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,0	0,0
Chaetomorpha aerea	GW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,0	-
Caulacanthus okamurae	RW	0,5	-	-	-	0,6	-	0,2	-	0,2	0,0	0,8	1,7	3,7	0,4
Sargassum muticum	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	-	-	0,3
Gelidium pusillum	RW	-	-	-	-	0,1	-	1,7	-	-	14,1	0,2	0,1	0,1	0,0
EL-*Phymatolithon lenormandii*	RW	-	-	-	-	-	-	0,1	-	0,0	0,4	0,2	0,0	0,1	0,2
Styela clava	Tu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,0	0,0
Didemnum vexillum	Tu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,1
Heterosiphonia japonica	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	-	0,1
Spirorbidae	Po	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1
Tricellaria inopinata	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	0,0
Sycon ciliatum	Sp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Antithamnion plumula	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	0,0
Bryopsis hypnoides	GW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,0	-	-	-
Corella eumyota	Tu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	0,0
Hypoglossum hypoglossoides	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Polysiphonia nigrescens	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,2
Dictyota dichotoma	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,0	-	0,0	0,0
Undaria pinnatifida	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Nitophyllum punctatum	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-
Sarsia tubulosa	Hy	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Polysiphonia nigra	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-
Bowerbankia imbricata	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Griffithsia devoniensis	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-
Leucosolenia variabilis	Sp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cryptosula pallasiana	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Crepidula fornicata	Ga	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0
Metridium senile	An	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	0,0
Colpomenia peregrina	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Aplidium glabrum	Tu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	0,0
Alcyonidium gelatinosum	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,0
Halichondria panicea	Sp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0
Ascidiella aspersa	Tu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Diplosoma listerianum	Tu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Botrylloides violacea	Tu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dasya baillouviana	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Laomedea flexuosa	Hy	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Botryllus schlosseri	Tu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cladophora sericea	GW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Callithamnion byssoides	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,0
Nucella lapillus	Ga	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sagartia troglodytes	An	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	0,0	0,0	-	0,0	0,0
Dumontia contorta	RW	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-
EL-*Ralfsia verrucosa*	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	-	-
Gracilaria spec.	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	-
Elachista spec.	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-
EL-*Hildenbrandia rubra*	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-
Cladophora rupestris	GW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-
Conopeum reticulum	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-
Diadumene luciae	An	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-
Scytosiphon lomentaria	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-
Polysiphonia senticulosa	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Flustrellidra hispida	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Chondria coerulescens	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Diadumene cincta	Tu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Sphacelaria furcigera	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Obelia geniculata	Hy	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Sagartia elegans	An	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Sphacelaria rigidula	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Ceramium spec (boom)	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	-
Fucus juveniel	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ectocarpales	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	0,0
Clytia hemisphaerica	Hy	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
index		1,160	0,215	0,763	0,000	1,974	0,523	1,414	1,252	1,223	1,998	1,758	1,889	1,779	1,753
evenness		0,540	0,215	0,581	0,000	0,660	0,262	0,516	0,700	0,488	0,606	0,560	0,588	0,576	0,533
gemiddeld aantal soorten		4,6	1,5	2,1	1,0	8,3	4,0	6,5	3,0	5,8	9,9	9,2	9,4	8,7	10,1
aantal kwadranten		106	4	161	22	14	1	160	1	116	73	627	255	228	157
% talud		100	100	95	100	100	0	36	100	9	49	39	9	26	3
% kreukelberm		0	0	5	0	0	100	64	0	91	51	61	91	74	97
totaal aantal soortern		17	3	12	1	16	4	26	3	18	35	52	40	42	62

(vervolg).

	4-Fsp/gw	4-mF/blid	4-mF/mw	4-S-Fsp/gw	4-B-Fv/gw	4-Fv/gw	4-gw/Fv	4-mF-rw	4-Fv-rw	5-pio-1	5-pio-3	5-pio-4	5-pio-6	5-pio-7	5-pio-8	5-pio-9
Xanthoria spec.	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Porphyra spec.	0,7	0,4	0,1	0,2	0,0	-	0,0	0,1	-	2,9	1,8	8,2	-	0,6	-	0,2
Patella vulgata	0,2	0,1	0,1	0,0	-	-	0,3	0,6	-	0,5	0,0	-	-	-	-	-
Enteromorpha spec.	12,9	1,1	16,1	19,8	35,4	16,4	10,7	14,0	-	11,9	28,3	32,8	8,0	27,0	10,0	12,8
Chondrus crispus	-	-	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mytilus edulis	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	-	0,1	0,3	-	-	0,0	0,0	-	-	-	-
Ulva spec.	0,3	0,0	1,5	1,5	3,7	-	0,1	1,6	3,0	0,5	-	6,7	4,0	22,0	6,0	27,4
Ceramium rubrum	-	-	0,0	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,1	-	1,5
Dynamena pumila	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Electra pilosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	0,0
Cystoclonium purpureum	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mastocarpus stellatus	-	-	0,0	-	0,0	-	0,0	0,2	1,0	-	-	-	-	0,1	-	-
Blidingia minima	2,0	5,3	0,2	-	-	9,9	0,3	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-
Fucus spiralis	42,3	28,7	19,6	0,2	0,5	-	0,1	32,9	-	-	0,0	-	-	-	-	-
Littorina saxatilis	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,4	0,2	-	0,2	0,1	0,0	-	-	-	-
Anurida maritima	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,4	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
Littorina obtusata	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	-	-	0,2	0,5	-	-	-	-	-	-	-
Ulothrix spec.	-	-	0,1	-	-	-	-	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-
Fucus vesiculosus	1,7	33,0	37,0	41,8	26,7	28,3	8,8	13,0	60,0	0,8	0,8	9,6	-	4,6	-	2,7
Fucus serratus	-	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	1,0	-	-	-	-	-	1,2	-	1,5
Crassostrea gigas	0,1	0,4	0,6	1,2	-	1,7	0,6	0,6	-	-	-	0,2	-	0,3	1,0	0,2
Obelia dichotoma	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Littorina littorea	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,2	0,1	0,2	0,5	0,8	0,2	0,1	0,5	-	-	-
Griffithsia flosculosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ascophyllum nodosum	0,1	0,0	0,7	0,0	0,1	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Cirripedia	8,2	15,6	12,3	14,0	3,1	4,2	7,9	7,9	4,0	27,0	5,8	12,5	0,5	1,9	-	9,3
Actinia equina	0,2	0,1	0,0	0,0	-	-	0,4	0,3	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Callithamnion tetragonum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lanice conchilega	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-
Ceramium deslongchampsii	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3
Polysiphonia violacea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13,6
Cladophora albida	-	-	-	-	-	-	-	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-
Chaetomorpha aerea	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Caulacanthus okamurae	0,8	0,1	0,5	0,0	0,3	-	2,8	13,3	80,0	-	-	0,0	-	-	-	0,4
Sargassum muticum	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6
Gelidium pusillum	0,3	0,1	0,0	-	-	-	0,3	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-
EL-*Phymatolithon lenormandii*	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Styela clava	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Didemnum vexillum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1
Heterosiphonia japonica	-	-	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,9
Spirorbidae	-	0,0	-	0,0	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Tricellaria inopinata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Sycon ciliatum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Antithamnion plumula	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,1	-	0,2
Bryopsis hypnoides	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-
Corella eumyota	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hypoglossum hypoglossoides	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1
Polysiphonia nigrescens	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,8
Dictyota dichotoma	-	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	0,2
Undaria pinnatifida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nitophyllum punctatum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sarsia tubulosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polysiphonia nigra	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Bowerbankia imbricata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Griffithsia devoniensis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Leucosolenia variabilis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cryptosula pallasiana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Crepidula fornicata	-	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Metridium senile	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Colpomenia peregrina	-	-	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aplidium glabrum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alcyonidium gelatinosum	+	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Halichondria panicea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Ascidiella aspersa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Diplosoma listerianum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Botrylloides violacea	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dasya baillouviana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Laomedea flexuosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Botryllus schlosseri	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cladophora sericea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Callithamnion byssoides	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Nucella lapillus	-	-	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sagartia troglodytes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dumontia contorta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL-*Ralfsia verrucosa*	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-	+	-	+
Gracilaria spec.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Elachista spec.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL-*Hildenbrandia rubra*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cladophora rupestris	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Conopeum reticulum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Diadumene luciae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Scytosiphon lomentaria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polysiphonia senticulosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Flustrellidra hispida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chondria coerulescens	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Diadumene cincta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sphacelaria fureigera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Obelia geniculata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sagartia elegans	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sphacelaria rigidula	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ceramium spec (boom)	-	-	-	-	-	-	-	1,5	-	-	-	-	-	-	-	-
Fucus juveniel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,2	-	-	-	1,2
Ectocarpales	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,0	-	0,1
Clytia hemisphaerica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
index	1,166	1,295	1,560	1,369	1,177	1,649	1,817	2,025	1,395	1,177	0,974	1,654	1,316	1,983	1,221	1,982
evenness	0,508	0,549	0,597	0,533	0,591	0,696	0,663	0,615	0,465	0,453	0,503	0,686	0,658	0,722	0,770	0,648
gemiddeld aantal soorten	5,3	5,6	6,5	6,1	4,3	5,3	6,9	9,9	8,0	5,9	3,6	5,4	4,0	7,0	3,0	8,6
aantal kwadranten	110	174	180	120	44	9	40	83	1	12	28	65	1	5	1	34
% talud	95	82	59	19	48	33	80	99	100	0	57	5	0	80	100	0
% kreukelberm	5	18	41	81	52	67	20	1	0	100	43	95	100	20	0	100
totaal aantal soortem	18	22	26	25	17	8	19	26	8	8	10	14	4	11	3	32

(vervolg).

	6-sub-1	6-sub-2	6-sub-3	6-sub-4	6-sub-5	6-sub-7	7-Myt	8-Id-Aseo	9-Id-A-Fv	10-Fv/Cras	0-sub-rw-1	0-sub-rw-3	0-Dri	0-Pat	0-Fv	0-Xan
Xanthoria spec.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17,1
Porphyra spec.	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	0,5	-
Patella vulgata	0,5	0,0	-	0,0	-	2,4	0,7	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-
Enteromorpha spec.	1,5	-	-	0,4	-	2,5	1,7	-	3,8	-	-	-	40,5	-	-	-
Chondrus crispus	1,0	0,3	2,6	0,0	-	15,0	1,7	-	-	-	0,5	30,0	-	-	-	-
Mytilus edulis	-	0,1	-	0,0	-	-	2,3	-	0,0	-	-	20,0	-	-	-	-
Ulva spec.	-	10,1	9,4	14,2	4,0	6,5	-	-	3,1	-	6,0	10,0	-	-	-	-
Ceramium rubrum	-	0,0	3,6	0,5	1,0	-	0,3	-	-	-	-	1,0	-	-	-	-
Dynamena pumila	0,3	0,0	0,6	0,0	-	0,1	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-
Electra pilosa	0,8	0,1	1,0	0,2	-	0,1	0,2	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-
Cystoclonium purpureum	-	0,4	3,5	1,7	-	0,4	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-
Mastocarpus stellatus	0,5	0,5	0,3	0,0	-	0,4	0,2	-	0,0	-	4,0	-	-	-	-	-
Blidingia minima	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fucus spiralis	-	-	-	-	-	-	-	1,8	-	-	-	-	-	-	-	-
Littorina saxatilis	-	-	0,1	-	-	-	-	0,3	0,0	-	-	-	-	-	-	-
Anurida maritima	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
Littorina obtusata	-	0,0	-	0,1	0,5	0,4	-	0,2	-	0,5	-	-	-	-	-	-
Ulothrix spec.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fucus vesiculosus	-	-	0,9	11,2	-	-	0,7	14,8	31,2	80,0	-	-	-	-	-	-
Fucus serratus	75,0	38,3	33,1	22,2	80,0	0,3	1,0	1,0	-	20,0	-	-	-	-	-	-
Crassostrea gigas	6,5	10,3	5,0	2,0	-	8,0	0,2	0,4	0,0	4,0	-	-	-	-	-	-
Obelia dichotoma	-	-	0,0	-	-	-	0,2	-	-	1,0	-	-	-	-	-	-
Littorina littorea	-	0,0	0,0	0,0	0,5	0,3	1,2	0,1	-	0,5	-	-	-	-	-	-
Griffithsia flosculosa	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-
Ascophyllum nodosum	0,3	0,8	0,9	0,1	-	-	-	60,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-
Cirripedia	35,0	5,0	42,4	7,5	50,0	44,0	3,0	12,7	6,5	-	-	-	-	-	-	-
Actinia equina	-	-	-	-	-	-	-	0,6	0,0	-	-	-	-	-	-	-
Callithamnion tetragonum	-	-	-	0,0	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
Lanice conchilega	-	-	-	-	-	-	1,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ceramium deslongchampsii	-	0,0	-	0,0	-	2,3	1,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polysiphonia violacea	-	0,2	0,2	0,8	1,0	0,6	1,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cladophora albida	-	-	-	-	-	0,1	6,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chaetomorpha aerea	-	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Caulacanthus okamurae	-	0,3	-	-	-	7,4	1,3	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-	-
Sargassum muticum	-	1,7	3,0	1,2	-	1,4	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-
Gelidium pusillum	-	-	-	-	-	0,6	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL-*Phymatolithon lenormandii*	0,3	-	-	-	-	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Styela clava	-	0,1	0,1	0,0	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Didemnum vexillum	-	0,5	0,2	0,3	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Heterosiphonia japonica	0,3	3,1	1,9	1,3	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Spirorbidae	0,3	0,3	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tricellaria inopinata	0,5	0,0	0,2	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sycon ciliatum	-	0,1	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Antithamnion plumula	-	0,0	0,2	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bryopsis hypnoides	-	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Corella eumyota	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hypoglossum hypoglossoides	-	-	0,1	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polysiphonia nigrescens	-	2,1	2,8	2,0	1,0	3,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dictyota dichotoma	0,3	0,6	0,7	0,8	-	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Undaria pinnatifida	-	-	1,3	-	-	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nitophyllum punctatum	-	0,0	-	0,0	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sarsia tubulosa	-	0,0	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polysiphonia nigra	-	0,0	0,3	0,4	0,5	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bowerbankia imbricata	-	0,0	0,0	0,0	0,5	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Griffithsia devoniensis	-	-	-	-	-	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Leucosolenia variabilis	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cryptosula pallasiana	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Crepidula fornicata	0,8	0,2	0,2	0,0	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Metridium senile	0,5	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Colpomenia peregrina	1,0	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aplidium glabrum	1,0	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alcyonidium gelatinosum	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Halichondria panicea	-	0,3	0,3	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ascidiella aspersa	-	0,1	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Diplosoma listerianum	-	0,1	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Botrylloides violacea	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dasya baillouviana	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Laomedea flexuosa	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Botryllus schlosseri	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cladophora sericea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Callithamnion hyssoides	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nucella lapillus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sagartia troglodytes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dumontia contorta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL-*Ralfsia verrucosa*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gracilaria spec.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Elachista spec.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL-*Hildenbrandia rubra*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cladophora rupestris	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Conopeum reticulum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Diadumene luciae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Scytosiphon lomentaria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polysiphonia senticulosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Flustrellidra hispida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chondria coerulescens	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Diadumene cincta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sphacelaria furcigera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Obelia geniculata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sagartia elegans	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sphacelaria rigidula	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ceramium spec (boom)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fucus juveniel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ectocarpales	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Clytia hemisphaerica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
index	1,682	2,059	2,426	2,153	1,465	2,704	2,945	1,306	0,940	1,075	1,201	1,720	0,000	0,000	0,000	0,000
evenness	0,444	0,614	0,628	0,679	0,409	0,678	0,849	0,477	0,641	0,416	0,758	0,613	0,000	0,000	0,000	0,000
gemiddeld aantal soorten	14,0	10,4	14,5	9,5	12,0	16,2	11,3	6,4	3,1	6,0	3,0	7,0	1,0	1,0	1,0	1,0
aantal kwadranten	2	40	11	60	1	5	3	5	21	1	1	1	8	1	1	68
% talud	0	0	0	0	0	0	67	80	67	100	0	0	100	100	100	100
% kreukelberm	100	100	100	100	100	100	33	20	33	0	100	100	0	0	0	0
totaal aantal soortern	19	41	37	38	12	33	20	14	14	6	3	7	1	1	1	1

Bijlage 2. Hard substraat: soortensamenstelling infralittorale gemeenschappen Oosterschelde

Geordende tabel (in %) van de gemeenschappen in de infralittorale zone aan de oever van Schouwen-Duiveland. Vet gedrukte dichtheden geven een presentie van de soort in minimaal 66.7% van de stations binnen een gemeenschap aan en onderstreepte waarden geven per soort een voorkomen van minimaal 90% van de totale kwantiteit binnen de gemeenschappen aan. Afkortingen: An - anemoon, Bi - tweekleppige, Br - bryozoo, BW - bruinwier, Cr - kreeftachtige, En - entoproct, GW - groenwier, Hy - hydroïd, Po - polychaet, RW - roodwier, Sc - kwal, Sp - spons en Tu - zakpijp.

		I1a	I1b	I2a1	I3a1	I3a2	I3a3	I3a5	I4b	I5-diep1	I5-diep2
Crassostrea gigas	Bi	**33,3**	-	**66,7**	**62,2**	**39,8**	**70,4**	23,8	-	**91,7**	0,1
Ceramium rubrum	RW	**20,1**	**10,7**	**11,7**	0,3	**1,8**	**2,2**	1,9	-	-	-
Polysiphonia nigrescens	RW	**18,4**	**10,2**	**15,3**	0,1	**0,7**	**2,7**	**3,1**	**6,7**	2,0	**0,5**
Ulva spec.	GW	**5,9**	**13,3**	**3,7**	**1,5**	**2,4**	**2,7**	**4,0**	-	-	-
Polysiphonia violacea	RW	**2,8**	**2,8**	**0,9**	**1,2**	**0,3**	**3,9**	**2,8**	**5,3**	0,2	0,1
Laminaria saccharina	BW	0,2	0,0	-	-	-	0,3	0,0	0,1	-	-
Obelia dichotoma	Hy	0,2	**0,2**	-	0,3	0,2	0,1	0,2	0,2	-	0,4
Clytia hemisphaerica	Hy	0,1	**0,7**	**0,4**	0,1	**0,2**	0,1	0,2	0,2	0,2	**0,4**
Enteromorpha prolifera	GW	0,1	0,4	**0,2**	-	0,1	0,0	0,0	0,1	-	-
Sagartia troglodytes	An	0,0	0,2	0,2	0,1	0,0	-	0,0	-	-	-
Chondrus crispus	RW	**3,1**	-	0,1	0,6	-	0,2	0,5	-	-	-
Electra pilosa	Br	**1,8**	**0,4**	**2,4**	0,1	**0,4**	**0,7**	**0,7**	0,2	-	-
Polysiphonia nigra	RW	0,9	1,2	-	0,1	0,1	**0,6**	0,1	0,4	-	0,2
Phyllophora pseudoceranoides	RW	0,4	-	0,2	-	-	-	0,1	-	-	-
Ectocarpus spec.	BW	0,4	0,1	-	0,9	**1,1**	0,0	0,0	-	-	-
Fucus serratus	BW	0,4	-	0,2	-	-	0,0	-	-	-	-
Sargassum muticum	BW	0,3	0,5	0,4	1,3	0,3	**1,1**	**3,0**	0,2	-	-
Cladophora sericea	GW	0,2	0,0	**0,3**	-	0,0	-	-	-	-	-
Mytilus edulis	Bi	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,8	-	-	-
Bryopsis hypnoides	GW	0,1	-	0,1	0,5	0,1	0,0	-	-	-	-
Scypha ciliata	Sp	0,1	-	-	0,0	0,1	-	0,0	-	-	0,2
Obelia geniculata	Hy	0,1	-	0,1	-	-	-	0,0	-	-	-
Sphacelaria plumigera	BW	0,0	-	0,2	-	-	-	0,0	-	-	-
Pedicellina cernua	En	0,0	-	-	-	0,0	-	0,0	0,1	-	-
Cliona celata	Sp	0,0	-	0,2	-	-	-	0,0	-	-	-
Verruca stroemia	Cr	0,0	-	**0,2**	-	-	-	-	-	-	-
Hymeniacidon perlevis	Sp	0,0	-	-	0,1	0,1	-	0,0	-	-	-
Chaetomorpha aerea	GW	0,0	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-
Spirorbidae	Po	0,0	-	-	-	-	0,0	0,1	-	0,1	-
Sarsia tubulosa	Hy	0,0	-	-	0,1	0,1	0,0	0,0	-	-	-
zeepokken	Cr	0,8	**20,8**	**0,4**	**18,7**	**5,2**	**1,6**	**2,5**	0,1	**0,9**	-
Heterosiphonia japonica	RW	0,1	**9,8**	**2,0**	**8,5**	**12,1**	**19,7**	**20,6**	**7,7**	**16,5**	**6,4**
Ciona intestinalis	Tu	-	4,0	0,2	0,2	0,2	0,5	0,4	-	**0,9**	**2,1**
BL *Sargassum muticum*	BW	0,7	2,1	0,2	1,6	**2,6**	1,2	5,8	-	-	-
Hypoglossum hypoglossoides	RW	0,5	**1,1**	**3,4**	**1,5**	**5,3**	**1,9**	**1,1**	0,5	**1,0**	**0,2**
Cystoclonium purpureum	RW	0,3	0,6	0,2	-	0,0	**2,5**	**2,0**	0,1	-	**1,0**
Chondria dasyphylla	RW	-	0,4	-	-	-	-	0,8	-	-	-
Ascidiella aspersa	Tu	-	0,3	-	**0,3**	0,4	0,1	0,4	-	**0,6**	**2,8**
Lomentaria clavellosa	RW	-	0,3	-	-	0,1	-	0,1	-	-	-
Ceramium deslongchampsii	RW	0,2	0,3	**0,6**	0,3	**1,7**	**1,6**	0,1	0,2	0,4	**0,5**
Obelia bidentata	Hy	-	0,3	-	-	-	0,1	0,0	-	3,9	0,2
Griffithsia devoniensis	RW	-	0,2	-	0,0	-	0,3	0,2	1,1	0,2	-
Bugula plumosa	Br	-	0,1	-	0,0	0,0	0,1	0,2	**2,5**	0,1	**0,4**
Gracilaria gracilis	RW	-	0,0	-	-	-	-	0,3	-	-	-
Eudendrium ramosum	Hy	-	0,0	-	-	-	0,0	0,0	-	-	-
Enteromorpha compressa	GW	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
Porphyra spec.	RW	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Operculariella lacerata	Hy	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Calycella syringa	Hy	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Codium fragile	GW	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chaetomorpha melagonium	GW	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Enteromorpha linza	GW	0,1	**2,4**	-	0,0	0,1	0,1	0,0	-	-	-
Sagartia elegans	An	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-

(vervolg).

		I1a	I1b	I2a1	I3a1	I3a2	I3a3	I3a5	I4b	I5-diep1	I5-diep2
Diplosoma listerianum	Tu	0,1	-	**0,3**	**0,5**	**0,5**	**2,5**	**1,0**	**2,3**	**6,2**	**3,2**
Halecium halecinum	Hy	-	-	-	-	-	0,3	0,3	**1,3**	1,7	**2,3**
Callithamnion tetragonum	RW	-	-	-	0,1	0,2	2,9	1,2	-	0,4	**1,1**
Botrylloides violacea	Tu	-	-	-	**4,2**	**1,7**	0,0	0,3	-	-	**0,9**
kokerbouwende organismen	Po/Cr	0,1	**0,3**	**0,7**	**0,3**	**5,3**	**0,9**	**0,9**	**0,8**	**0,6**	**0,4**
Styela clava	Tu	-	-	0,2	**1,0**	**1,5**	0,4	0,4	-	1,0	0,4
Didemnum vexillum	Tu	-	0,0	0,2	**5,7**	**4,0**	**1,6**	**2,1**	0,1	**4,7**	**0,5**
Nitophyllum punctatum	RW	-	-	-	-	0,2	1,6	0,6	**1,3**	**0,9**	-
Callithamnion byssoides	RW	-	-	-	-	0,0	-	-	-	0,2	-
Metridium senile	An	0,1	-	**2,2**	0,1	0,2	0,1	0,0	-	0,2	-
Aplidium glabrum	Tu	-	-	-	0,3	0,0	-	0,1	-	0,2	-
Mycale micracanthoxea	Sp	-	-	-	0,1	0,2	0,2	0,0	-	-	0,3
Halichondria bowerbanki	Sp	-	-	-	-	-	0,1	0,0	0,4	-	0,3
Leucosolenia variabilis	Sp	-	-	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	-	0,2
Bowerbankia spec.	Br	-	-	0,3	0,0	0,0	-	0,0	-	-	0,1
Lanice conchilega	Po	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	-	-	0,1
Scrupocellaria scruposa	Br	-	-	0,1	-	0,0	0,1	0,2	0,5	0,2	**10,2**
Bicellariella ciliata	Br	-	-	-	-	-	0,0	0,0	-	-	**0,4**
Sertularia cupressina	Hy	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2
KL *Conopeum reticulum*	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1
Sabella pavonina	Po	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1
KL *Fenestrulina cf delicia*	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1
KL *Callopora cf dumerilii*	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1
Dictyota dichotoma	BW	-	0,9	0,1	**11,8**	6,9	**13,5**	**6,6**	**15,7**	0,3	-
Agardhiella subulata	RW	-	-	-	0,5	0,7	1,8	3,1	**3,3**	-	-
Tricellaria inopinata	Br	-	-	-	0,1	0,2	0,2	**1,6**	**2,0**	-	0,1
Antithamnion plumula	RW	0,0	0,1	**3,5**	0,8	**2,0**	**1,5**	0,5	**0,9**	**0,3**	**0,3**
Scruparia ambigua	Br	-	-	-	-	-	-	0,0	**0,2**	-	-
Halichondria panicea	Sp	0,1	-	0,1	0,0	-	0,0	0,1	**3,5**	-	-
Anguinella palmata	Br	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-
BL *Undaria pinnatifida*	BW	2,3	-	3,4	3,9	**15,0**	**10,5**	1,3	-	-	-
Diadumene cincta	An	-	-	0,1	-	0,3	0,0	0,0	-	-	-
Molgula spec.	Tu	-	-	0,1	-	0,0	-	0,0	-	-	-
BL *Laminaria saccharina*	BW	-	-	0,9	-	-	-	-	-	-	-
Callopora cf dumerilii	Br	-	-	0,3	-	-	-	0,0	-	-	-
Undaria pinnatifida	BW	0,3	-	-	0,6	**1,9**	**1,7**	0,3	-	-	-
Dasya baillouviana	RW	-	-	-	0,6	0,2	0,1	0,2	-	-	-
Desmarestia viridis	BW	-	-	-	0,1	0,0	0,2	-	-	-	-
Botryllus schlosseri	Tu	-	-	-	0,1	0,0	-	-	-	-	-
Conopeum reticulum	Br	-	-	-	0,0	0,0	-	0,0	-	-	-
Codiales (ijle fase)	GW	-	-	-	0,0	0,0	-	-	-	-	-
Sagartogeton undatus	An	-	-	-	0,0	-	-	0,0	-	-	-
Polysiphonia senticulosa	RW	-	-	-	0,0	-	-	0,0	-	-	-
Phymatolithon lenormandii	RW	-	-	-	0,0	-	-	0,0	-	-	-
Grateloupia turuturu	RW	-	-	-	**6,8**	0,3	-	0,0	-	-	-
Diadumene luciae	An	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-
Laurencia pinnatifida	RW	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-
Haliclona xena	Sp	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-
Fenestrulina cf delicia	Br	-	-	-	-	-	0,1	0,1	-	-	-
Cryptosula pallasiana	Br	-	-	-	-	-	0,0	0,0	-	-	-
Cryptopleura ramosa	RW	-	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-
Rhodochorton purpureum	RW	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-
Bowerbankia citrina	Br	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-
Smittoidea cf prolifica	Br	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-
Celtodoryx girardae	Sp	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-
Antithamnionella spirographidis	RW	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-
Ceramium cimbricum	RW	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-
Caulacanthus okamurae	RW	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-
Haliclona oculata	Sp	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-
Dendrodoa grossularia	Tu	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-
Celleporella hyalina	Br	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-
Griffithsia flosculosa	RW	-	0,0	-	0,1	1,3	0,7	0,0	-	-	-
Polysiphonia elongata	RW	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-
Barentsia gracilis	En	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-
Cladophora rupestris	GW	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-
Cladostephus spongiosus	BW	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-
index (base2)		2,438	2,931	2,487	2,652	2,966	2,619	2,936	3,390	1,800	3,471
evenness		0,600	0,696	0,504	0,578	0,616	0,563	0,635	0,751	0,424	0,731
gemiddeld aantal soorten		17,9	18,6	30,5	24,1	28,3	25,6	25,3	23,0	19,0	27,0
kaal		55,3	57,5	23,4	22,0	32,9	18,8	50,5	60,0	13,35	56,7
totaal aantal soorten		50	38	43	59	62	63	90	32	27	36
aantal stations		11	8	2	18	7	18	45	2	2	2

Bijlage 3. Hard substraat: soortensamenstelling circalittorale gemeenschappen Oosterschelde

Geordende tabel (in %) van de gemeenschappen in de circalittorale zone aan de oever van Schouwen-Duiveland in de Oosterschelde. Vet gedrukte dichtheden geven een presentie van de soort in minimaal 66.7% van de stations binnen een gemeenschap aan en onderstreepte waarden geven per soort een voorkomen van minimaal 90% van de totale kwantiteit binnen de gemeenschappen aan. Afkortingen: An - anemoon, Bi - tweekleppige, Br - bryozoo, BW - bruinwier, Cr - kreeftachtige, En - entoproct, GW - groenwier, Hy - hydroïd, Po - polychaet, RW - roodwier, Sc - kwal, Sp - spons en Tu - zakpijp.

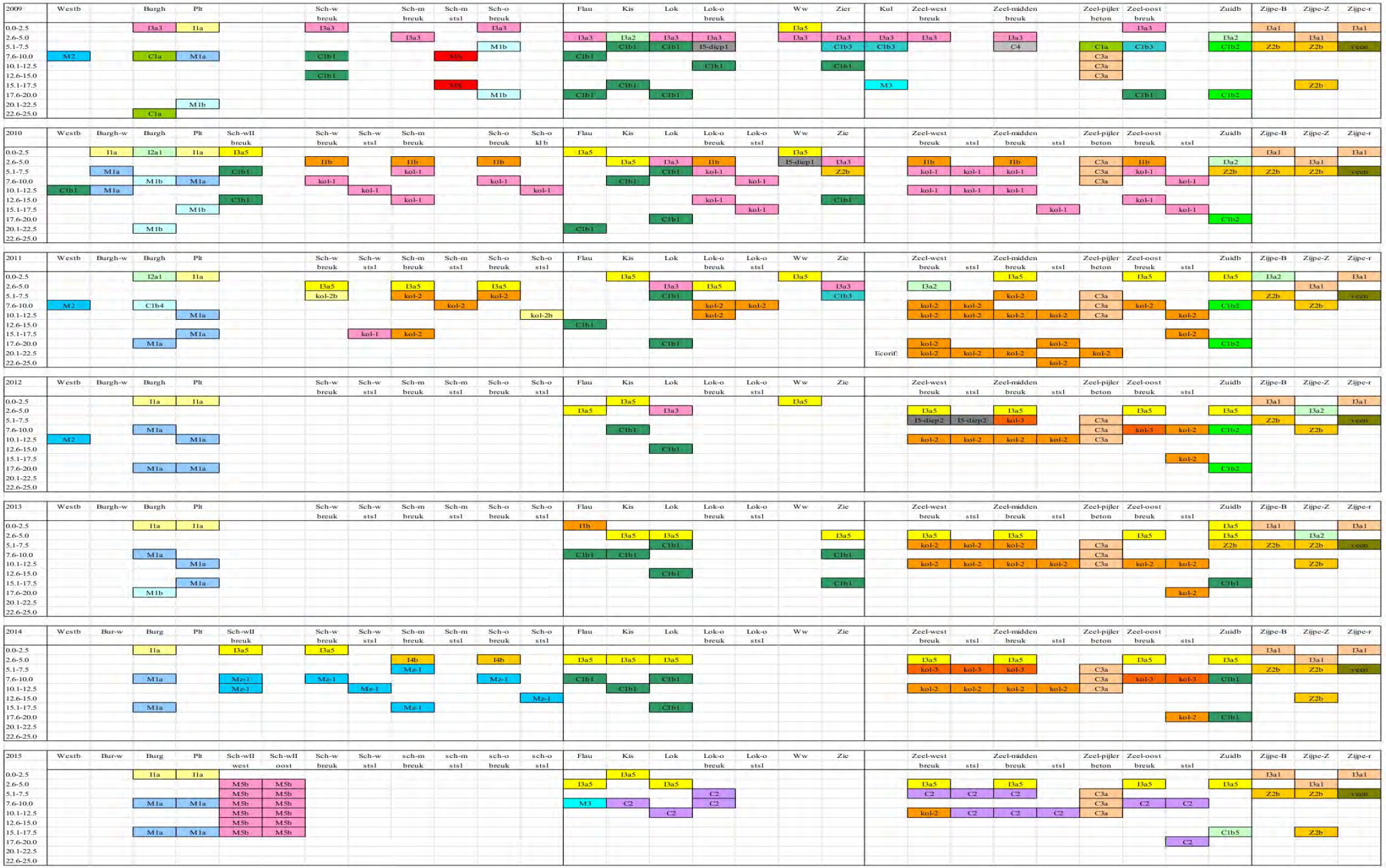
		M1a	M1b	C1a	C1b1	C1b2	C1b3	C1b4	C1b5	M2	Z2b	M3	C2	C3a	kol-3	kol-2	M4	C4	M2-1	M5b	kol-1	veen	kol-2b
Obelia dichotoma	Hy	0,0	**0,3**	**8,6**	**2,6**	**0,7**	1,7	**2,3**	**0,7**	**1,1**	**4,7**	-	**0,5**	**1,6**	**2,2**	**0,6**	0,7	**0,5**	**4,6**	**1,9**	**2,3**	**2,7**	**1,5**
Ascidiella aspersa	Tu	-	-	-	0,1	0,1	0,3	-	-	0,2	**1,5**	-	0,4	**1,2**	**0,5**	**1,1**	**0,3**	-	-	**0,6**	**1,4**	**0,8**	0,4
kokerbouwende organismen	Po/Cr	0,2	**0,4**	**20,6**	**5,0**	**4,0**	**5,2**	**4,7**	**1,0**	**21,0**	**0,4**	**0,6**	**0,8**	**4,2**	**0,7**	**24,9**	**0,4**	**1,0**	**1,4**	0,3	**0,3**	**25,2**	**2,2**
Didemnum vexillum	Tu	0,1	0,3	**10,6**	**5,8**	**4,3**	**7,8**	**20,0**	**2,0**	**2,4**	**14,3**	**0,5**	**5,6**	**3,9**	**5,7**	**4,9**	**0,5**	**3,3**	**0,8**	0,2	0,6	**11,9**	**0,5**
Botrylloides violacea	Tu	-	-	-	0,1	0,5	0,1	-	**1,8**	0,7	**5,7**	-	**1,2**	**1,6**	0,4	**0,6**	-	-	-	-	0,2	3,2	-
Bowerbankia spec.	Br	-	-	0,1	0,0	-	-	-	-	-	-	0,1	0,0	0,0	-	0,0	0,1	**0,3**	-	0,0	0,0	0,1	-
Polysiphonia violacea	RW	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	0,0	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	0,0	-
Aurelia aurita (strobilus)	Sc	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-
Scrupocellaria scruposa	Br	0,0	0,1	**0,2**	**3,1**	0,3	1,3	**0,7**	**0,5**	**2,6**	0,0	**1,1**	**8,9**	**4,8**	**4,4**	**4,3**	**0,7**	-	**5,8**	**1,1**	0,0	-	**1,5**
Sagartia troglodytes	An	0,2	0,1	-	0,0	-	-	-	-	0,4	0,1	-	0,0	0,1	0,1	0,1	-	-	0,0	**1,8**	0,2	0,1	**1,2**
Bugula plumosa	Br	-	0,0	-	**0,9**	-	**0,4**	-	-	-	0,0	-	**0,4**	0,2	**0,2**	1,0	0,5	-	**2,4**	0,1	0,1	0,0	**0,3**
Antithamnion plumula	RW	-	0,0	-	0,0	-	**0,4**	-	-	-	0,2	-	-	-	0,1	0,0	-	**0,7**	-	-	0,0	0,1	0,1
Polysiphonia nigrescens	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,1
Crassostrea gigas	Bi	**78,3**	**83,1**	**81,1**	**76,9**	**86,4**	**89,6**	**93,3**	**83,3**	**79,4**	**80,4**	**80,0**	**20,9**	**22,6**	1,8	0,2	**0,6**	**83,3**	16,5	-	0,3	-	-
Metridium senile	An	**16,7**	**17,3**	**1,6**	**0,9**	0,4	**2,8**	-	-	**1,7**	**2,2**	**2,9**	-	0,1	0,2	0,2	-	**4,0**	**5,8**	0,1	0,1	-	0,2
Halichondria panicea	Sp	**0,6**	0,6	-	0,3	0,2	-	**1,8**	-	-	-	0,2	**1,4**	**0,9**	0,7	0,9	-	-	**1,3**	-	-	-	-
Verruca stroemia	Cr	**0,5**	**0,4**	-	-	-	-	**0,2**	-	-	-	0,2	0,0	0,0	-	0,0	**0,2**	-	-	-	-	-	-
Conopeum reticulum	Br	0,2	**0,3**	0,1	0,0	-	0,1	**0,2**	**0,5**	**0,2**	0,0	-	0,1	0,2	-	0,0	-	-	-	0,0	-	-	-
Callopora cf dumerilii	Br	0,1	**0,3**	-	0,0	0,0	0,1	-	**0,2**	-	-	0,1	0,0	-	-	0,0	-	**0,2**	0,0	0,1	-	-	-
Cliona celata	Sp	0,2	0,1	0,2	0,1	-	-	-	**2,0**	-	0,1	**0,5**	-	**1,1**	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Leucosolenia variabilis	Sp	0,1	0,0	**0,7**	0,3	0,1	0,2	-	-	**0,3**	0,0	0,1	**0,2**	**0,3**	0,1	0,2	**0,4**	**0,2**	0,1	-	0,0	-	-
Ostrea edulis	Bi	0,1	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	0,2	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
cf. *Sabellaria* spec.	Po	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-
Spirorbidae	Po	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pomatoceros triqueter	Po	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,1	-	-	0,0	-	-	-
Electra pilosa	Br	**0,3**	**0,6**	**6,2**	0,1	0,3	0,1	**1,2**	**0,5**	**0,5**	0,0	0,1	**0,3**	**0,4**	0,1	0,5	-	-	0,2	**16,3**	**0,9**	-	**0,2**
Clytia hemisphaerica	Hy	0,1	0,2	-	0,2	0,3	-	-	**0,3**	**0,3**	0,1	-	0,1	**0,2**	**0,3**	0,2	0,1	-	**0,4**	**0,2**	**0,9**	0,0	-
Schizomavella linearis	Br	-	0,0	-	0,0	-	-	-	-	0,2	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Molgula spec.	Tu	-	0,0	0,1	0,0	0,1	-	-	-	**0,3**	0,0	-	0,1	0,1	0,1	0,0	-	-	0,0	0,1	0,0	-	-
Calycella syringa	Hy	0,0	0,0	0,1	0,0	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-
Alcyonidium mytili	Br	0,0	0,0	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Smittoidea cf prolifica	Br	0,0	0,0	-	-	-	-	-	**0,2**	-	-	-	0,0	0,0	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-
Leuckartiara octona	Hy	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ciona intestinalis	Tu	0,0	**0,8**	**0,8**	**0,7**	**1,7**	**1,6**	-	**0,5**	**0,8**	**0,9**	2,0	**0,8**	**13,4**	**4,1**	**1,9**	**0,6**	**0,3**	-	**1,3**	21,2	0,1	0,2
Sabella pavonina	Po	-	-	-	0,3	0,1	-	**0,2**	-	-	-	-	0,1	0,1	0,0	0,2	-	-	0,1	**0,5**	0,1	-	-
Lanice conchilega	Po	0,0	-	-	0,0	-	-	-	-	**0,1**	-	-	-	-	-	0,1	-	-	0,0	0,2	0,1	-	-
KL *Conopeum reticulum*	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	**0,3**	-	-	0,6	-	-	-
Tricellaria inopinata	Br	-	-	-	0,5	-	-	-	**0,2**	-	-	-	**4,5**	1,1	**1,8**	0,2	-	-	0,0	**0,4**	-	-	-
Sertularia cupressina	Hy	-	-	0,4	0,1	0,7	-	-	**0,3**	-	-	-	0,5	0,0	0,4	0,7	0,2	-	-	0,3	-	-	-
Bougainvillia ramosa	Hy	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	0,1	-	-	0,0	-	0,0	-	-	-	0,1	-	-	-
Alcyonidium parasiticum	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-
Opercularella lacerata	Hy	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-
zeepokken	Cr	0,1	**0,4**	**6,9**	**0,7**	**3,0**	**0,6**	**0,2**	-	**3,7**	**2,1**	**0,5**	**6,3**	**6,1**	**6,3**	1,9	**0,6**	**2,0**	0,6	0,2	**24,0**	0,1	-
Obelia bidentata	Hy	0,1	0,2	-	1,4	0,3	**0,7**	**6,3**	**0,3**	-	0,4	-	0,1	0,9	0,2	0,1	-	-	2,1	0,2	**0,8**	-	-
Halecium halecinum	Hy	-	-	0,1	**5,8**	0,2	**2,4**	**1,5**	-	-	0,3	-	0,0	0,2	**0,4**	**2,9**	0,5	-	**4,4**	0,2	0,5	-	-
Bicellariella ciliata	Br	-	-	0,1	**1,2**	**0,6**	**1,0**	**0,8**	**0,2**	**0,2**	-	-	**0,4**	**0,5**	0,0	**0,8**	0,5	-	0,3	0,0	0,2	-	-
Sagartia elegans	An	0,0	-	-	0,2	-	-	-	-	**1,8**	-	0,1	-	0,0	0,0	-	0,1	-	0,4	-	0,1	-	-
Hypoglossum hypoglossoides	RW	-	-	-	0,0	-	**0,4**	-	-	-	0,1	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	0,1	0,0	-
Ceramium rubrum	RW	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	0,0	-	-
Scruparia ambigua	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	-	0,0	-	-	0,1	-	0,0	-	-
Bicellariella ciliata	En	-	-	-	0,0	0,0	-	-	-	-	0,0	-	-	0,0	-	-	-	-	0,0	-	0,0	-	-
Corella eumyota	Tu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**0,7**	-	-	-

(vervolg)

		M1a	M1b	C1a	C1b1	C1b2	C1b3	C1b4	C1b5	M2	Z2b	M3	C2	C3a	kol-3	kol-2	M5	C4	M2-1	M5b	kol-1	veen	kol-2b
Diplosoma listerianum	Tu	0,1	**0,3**	**8,9**	**11,6**	**12,0**	**10,5**	**6,7**	**3,3**	**4,0**	3,2	0,8	2,7	**4,6**	**15,6**	**7,8**	**21,8**	**4,0**	**4,7**	0,7	0,9	2,4	1,7
Anguinella palmata	Br	0,0	-	-	0,0	-	-	-	-	0,1	-	-	0,8	0,1	0,2	0,0	-	-	**4,0**	0,0	-	-	-
Tubularia indivisa	Hy	0,0	0,3	**5,4**	0,0	-	-	**4,0**	-	**0,1**	-	-	-	**1,1**	-	0,1	-	-	**0,7**	**0,4**	0,2	-	-
Haliclona oculata	Sp	-	-	0,2	0,5	0,2	**0,9**	**0,7**	-	-	-	-	0,0	0,2	0,1	0,2	-	-	0,3	-	-	-	-
Aplidium glabrum	Tu	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,3	**1,5**	0,4	0,1	-	-	0,1	-	0,1	-	-
Scypha ciliata	Sp	-	-	0,1	0,0	-	0,1	-	-	**0,2**	-	0,1	0,0	**0,4**	0,1	0,2	-	-	0,0	-	0,0	0,0	-
Alcyonium digitatum	An	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	0,0	-	-	0,0	-	-	-	-
Sagartogeton undatus	An	-	-	-	0,0	-	-	-	-	0,1	-	-	-	0,0	0,1	-	-	-	0,0	-	-	-	-
Crisia aculeata	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-
Heterosiphonia japonica	RW	-	-	-	0,0	0,0	**3,6**	-	-	-	**0,5**	-	0,1	0,0	0,3	0,1	-	**6,7**	-	-	0,1	**0,3**	-
Eudendrium ramosum	Hy	0,0	0,1	**1,7**	**10,0**	**4,6**	**8,2**	**1,7**	**4,0**	**1,0**	0,1	1,9	**2,0**	**1,3**	0,7	3,1	0,2	**1,3**	**1,0**	0,2	**1,0**	-	-
Myeale micracanthoxea	Sp	0,0	0,2	0,4	0,4	**0,9**	**1,2**	**0,7**	-	0,9	0,1	0,9	0,2	2,2	-	0,1	**1,7**	**1,3**	0,1	-	-	0,2	-
Haliclona xena	Sp	-	-	-	0,0	0,2	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	0,1	-	**1,0**	-	-	-	0,0	-
Callithamnion tetragonum	RW	-	-	-	-	-	**0,4**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**0,7**	-	-	-	-	-
Dictyota dichotoma	BW	-	0,0	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**0,3**	-	-	-	-	-
BL *Undaria pinnatifida*	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**6,7**	-	-	-	-	-
Codiales (jile fase)	GW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**0,8**	-	-	-	-	-
Undaria pinnatifida	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**0,7**	-	-	-	-	-
Halichondria bowerbanki	Sp	-	0,1	0,4	**1,1**	0,1	0,3	**0,5**	**0,8**	**5,6**	0,1	-	**2,7**	0,6	-	0,1	**1,5**	-	0,4	-	-	-	-
Styela clava	Tu	0,0	0,1	**0,9**	**1,0**	**2,4**	**1,3**	**0,7**	-	-	**1,9**	0,2	**1,9**	**6,3**	**0,7**	**0,6**	**1,1**	-	0,3	0,0	0,0	0,0	-
KL *Fenestrulina cf delicia*	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	0,0	0,1	-	-	-	-	-	-
KL *Smittoidea cf prolifica*	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-
KL *Electra pilosa*	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**0,3**	-	-	-	0,0	-	-
Griffithsia devoniensis	RW	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-
Fenestrulina cf delicia	Br	0,0	-	-	0,1	0,0	**0,3**	-	**0,2**	-	0,0	**0,3**	**0,2**	0,1	0,1	0,0	-	-	-	0,0	-	-	-
Hymeniacidon perlevis	Sp	0,0	-	-	0,0	-	-	-	**0,3**	-	0,1	-	0,1	**1,4**	0,1	0,0	-	-	0,0	-	-	-	-
Dendrodoa grossularia	Tu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mytilus edulis	Bi	0,2	**0,3**	**24,8**	0,2	0,1	0,1	-	-	**0,2**	0,1	-	0,1	**2,7**	0,0	0,0	**0,4**	**0,2**	**0,2**	-	0,2	-	-
Diadumene cincta	An	0,1	1,1	**6,7**	**1,8**	**2,7**	**2,6**	**3,7**	**4,7**	0,4	1,2	**1,0**	-	**1,9**	0,1	0,0	-	-	0,0	-	0,0	-	-
Celtodoryx girardae	Sp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-
Oscarella lobularis	Sp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-
KL *Schizomavella linearis*	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-
KL *Callopora cf dumerilii*	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-
Bowerbankia citrina	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4	-	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-
Prosuberites epiphytum	Sp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Botryllus schlosseri	Tu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cryptopleura ramosa	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Barentsia gracilis	En	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ceramium deslongchampsii	RW	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-
Polysiphonia nigra	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Callithamnion byssoides	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polysiphonia elongata	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sarsia tubulosa	Hy	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Griffithsia flosculosa	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Diadumene luciae	An	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Celleporella hyalina	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Halisarca dujardini	Sp	-	-	-	0,0	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-
Tubularia larynx	Hy	-	-	0,6	0,0	0,1	-	**4,7**	-	0,1	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	0,1	0,1	-	-
Cryptosula pallasiana	Br	-	-	-	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nitophyllum punctatum	RW	-	-	-	-	-	**0,2**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
index (base2)		0,858	1,127	2,798	2,321	1,863	2,247	2,377	1,612	2,062	1,785	1,092	3,268	3,486	2,882	2,650	3,1	1,979	2,824	2,555	1,934	1,596	2,790
evenness		0,263	0,277	0,653	0,535	0,442	0,479	0,525	0,356	0,461	0,445	0,264	0,697	0,721	0,646	0,609	0,7	0,444	0,654	0,597	0,494	0,503	0,841
gemiddeld aantal soorten		10,4	17,0	20,3	20,4	19,0	26,0	23,0	23,0	23,0	16,4	17,5	26,0	28,8	22,0	20,2	22,0	22,0	20,0	19,5	14,9	9,4	10,0
totaal aantal soorten		39	34	32	54	35	38	23	23	34	47	25	53	58	41	60	28	22	40	37	41	21	13
aantal stations		21	7	3	37	7	4	1	1	3	21	2	13	21	7	46	2	1	8	12	22	7	2
kaal		21,0	14,0	5,0	21,2	13,3	10,4	6,7	16,7	18,3	19,1	20,0	48,7	20,7	53,6	42,1	64,9	16,7	53,1	88,3	49,3	57,6	95,5

Bijlage 4. Verdeling van de sublitorale levensgemeenschappen op hard substraat

Westb = Westbout, Burgh-w = Burghsluis-west, Burg = Burghsluis, Pt = Plompetoren, Sch-wII = Schelphoek-westII, Sch-w = Schelphoek-west, Sch-m = Schelphoek-midden, Sch-o = Schelphoek-oost, Flau = Flaauwers inlaag, Kts = Kisternol, Lok = Lokkersnol, Ww = Weldamseweg, Zie= Zierikzee, Kul = Kurkernol, Zeel-w = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-west, Zeel-m = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-midden, Zeel-o = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-oost, Zuidb = Zuidbout, Zijpe-b = Zijpe Blindedam, Zijpe-z = Zijpe Zoetersbout, Zijpe-r = Zijpe-referentie. Breuk = breukstenen bestorting, staal = staalslakkenbestorting.


2009
Westb
Burgh
Plt
Sch-w breuk
Sch-m breuk
Sch-m sts1
Sch-o breuk
Flau
Kis
Lok
Lok-o breuk
Ww
Zier
Kul
Zeel-west breuk
Zeel-midden breuk
Zeel-pijler beton
Zeel-oost breuk
Zuidb
Zijpe-B
Zijpe-Z
Zijpe-r
0.0-2.5
2.6-5.0
5.1-7.5
7.6-10.0
10.1-12.5
12.6-15.0
15.1-17.5
17.6-20.0
20.1-22.5
22.6-25.0
M2
C1a
M1a
M1b
I3a3
I1a
I1b
C1b1
I5b
I4b
I3a5
I3a2
C1b3
I5-diep1
C4
C3a
I3a1
Z2b
veen
M3
2010
Westb
Burgh-w
Burgh
Plt
Sch-wII breuk
Sch-w sts1
Sch-o klb
Zie
Zeel-west sts1
Zeel-midden sts1
Zeel-oost sts1
kol-1
kol-2
2011
Westb
Burgh-w
Burgh
Plt
Sch-w sts1
Sch-m sts1
Sch-o sts1
Zie
Zeel-west sts1
Zeel-midden sts1
Zeel-oost sts1
I2a1
C1b4
I3a5
kol-2b
kol-1
Ecorif:
2012
Westb
Burgh-w
Burgh
Plt
Sch-w sts1
Sch-m sts1
Sch-o sts1
Zie
Zeel-west sts1
Zeel-midden sts1
Zeel-oost sts1
2013
Westb
Burgh-w
Burgh
Plt
Sch-w sts1
Sch-m sts1
Sch-o sts1
Zie
Zeel-west sts1
Zeel-midden sts1
Zeel-oost sts1
Mz-1
2014
Westb
Bur-w
Burg
Plt
Sch-wII breuk
Sch-w sts1
Sch-m sts1
Sch-o sts1
Zie
Zeel-west sts1
Zeel-midden sts1
Zeel-oost sts1
I4b
Mz-1
2015
Westb
Bur-w
Burg
Plt
Sch-wII west
Sch-wII oost
Sch-w sts1
sch-m sts1
sch-o sts1
Zie
Zeel-west sts1
Zeel-midden sts1
Zeel-oost sts1
M5b
C2
C1b5

Bijlage 5 Infauna: soortensamenstelling infauna gemeenschappen Oosterschelde

Tabel. Geordende tabel van de zachtsubstraat gemeenschappen in de Oosterschelde in 2009-2014. Vet gedrukte dichtheden geven een presentie van de soort in 66.7% van de stations van een gemeenschap, onderstreepte waarden geven per soort een voorkomen van minimaal 90% van de totale kwantiteit binnen de onderzochte stations. Afkortingen: An - Anthozoa, Br -- Bryozoa, Cr - Crustacea, Ech - Echinodermata, Echi - Echiura, Mol - Mollusca, Ne - Nemertea, Ol - Oligochaeta, Ph - Phoronida, Pl - Plathyhelminthes, Po - Polychaeta, Pyc -Pycnogonidae, Sp - Porifera en Tu - Tunicaten.

		A1	A4	A5	A6	A7	B1	B2	B3	D	E	G	H	I	K	M	N	O	leeg
Nudibranchia	(Mol)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**50,2**	-
Brachyura	(Cr)	-	-	-	-	-	5,6	0,7	-	16,7	-	-	-	-	-	-	**50,2**	-	-
Mytilus edulis	(Mol)	-	-	1,3	-	-	-	7,0	-	16,7	-	-	-	-	-	**50,2**	-	-	-
Streblospio shrubsoli	(Po)	**184,2**	-	**323,8**	-	-	76,3	99,1	-	-	6,3	10,0	39,1	-	**50,2**	-	-	-	-
Sycon ciliatum	(Sp)	-	-	-	-	-	-	1,4	25,1	-	-	-	-	-	**50,2**	-	-	-	-
Fabricia stellaris stellaris	(Po)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**200,9**	-	-	-	-
Actiniaria	(An)	83,7	25,1	19,8	-	-	**139,5**	58,6	75,3	**100,5**	-	10,0	-	**226,0**	-	-	-	-	-
Ascidiacea	(Tu)	-	-	9,3	-	-	1,9	13,3	**75,3**	-	-	-	-	25,1	-	-	-	-	-
Asterias rubens	(Ech)	-	-	-	-	-	-	2,8	25,1	-	-	-	-	25,1	-	-	-	-	-
Crangon crangon	(Cr)	-	-	11,9	**50,2**	-	9,3	12,6	50,2	-	-	-	11,2	25,1	-	-	-	-	-
Malmgreniella darbouxi	(Po)	-	-	-	25,1	-	14,9	5,6	-	50,2	-	-	-	25,1	-	-	-	-	-
Photis (spec.)	(Cr)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25,1	-	-	-	-	-
Tornus subcarinatus	(Mol)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25,1	-	-	-	-	-
Ruditapes philippinarum	(Mol)	-	-	2,6	-	-	-	54,4	75,3	50,2	-	-	**184,2**	-	-	-	-	-	-
Bivalve (spec.)	(Mol)	-	-	18,5	-	-	83,7	7,7	50,2	-	-	-	184,2	-	-	-	-	-	-
Nephtys hombergii	(Po)	**167,4**	**100,5**	55,5	50,2	**75,3**	**93,0**	61,4	-	16,7	-	10,0	**167,4**	-	-	-	-	-	-
Phoronida	(Ph)	16,7	-	-	-	-	68,8	26,5	-	-	-	-	39,1	-	-	-	-	-	-
Abra prismatica	(Mol)	-	-	10,6	25,1	-	-	4,9	-	-	-	-	27,9	-	-	-	-	-	-
Owenia fusiformis	(Po)	-	-	9,3	-	-	37,2	30,7	-	-	-	-	27,9	-	-	-	-	-	-
Spisula subtruncata	(Mol)	-	-	1,3	-	-	5,6	0,7	-	-	-	-	22,3	-	-	-	-	-	-
Ophiothrix fragilis	(Ech)	-	-	2,6	-	-	7,4	7,0	-	-	-	30,1	11,2	-	-	-	-	-	-
Ophiuroidea	(Ech)	-	-	1,3	-	-	7,4	57,9	**50,2**	33,5	-	-	11,2	-	-	-	-	-	-
Ampelisca brevicornis	(Cr)	-	-	2,6	-	-	3,7	28,6	-	-	-	-	5,6	-	-	-	-	-	-
Cerastoderma edule	(Mol)	-	-	-	-	25,1	-	1,4	-	-	-	-	5,6	-	-	-	-	-	-
Gammaridea	(Cr)	-	-	4,0	-	-	5,6	11,9	-	-	-	-	5,6	-	-	-	-	-	-
Monocorophium insidiosum	(Cr)	-	-	1,3	-	-	7,4	9,1	-	-	-	-	5,6	-	-	-	-	-	-
OSTRACODA	(Cr)	-	-	2,6	-	-	-	34,2	-	-	-	-	5,6	-	-	-	-	-	-
Oligochaeta	(Oli)	**3147,5**	**351,6**	**1831,9**	**452,0**	25,1	**788,7**	**3342,2**	**351,6**	83,7	583,9	**753,4**	27,9	25,1	-	-	-	-	-
Nereis succinea	(Po)	-	-	-	-	-	-	2,1	-	-	-	20,1	-	-	-	-	-	-	-
Aora typica	(Cr)	-	-	1,3	-	-	11,2	87,9	-	-	-	10,0	-	-	-	-	-	-	-
Arenicola (spec.)	(Po)	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	10,0	-	-	-	-	-	-	-
Gammarus locusta	(Cr)	-	-	2,6	-	-	5,6	2,8	-	-	-	10,0	-	-	-	-	-	-	-
Gattyana cirrosa	(Po)	-	-	1,3	-	-	7,4	24,4	25,1	-	-	10,0	-	-	-	-	-	-	-
Nephtys caeca	(Po)	-	-	-	-	-	1,9	-	-	-	-	10,0	-	-	-	-	-	-	-
Platynereis dumerilli	(Po)	-	-	-	-	-	-	2,1	-	-	-	10,0	-	-	-	-	-	-	-
Capitella capitata	(Po)	-	-	260,4	100,5	75,3	29,8	204,4	-	-	**144,4**	10,0	-	-	-	-	-	-	-
Abra alba	(Mol)	-	-	148,0	**150,7**	-	**965,5**	**628,5**	-	16,7	131,8	50,2	16,7	-	-	-	-	-	-
Heteromastus filiformis	(Po)	**184,2**	100,5	70,1	25,1	-	**346,0**	**482,0**	**477,2**	33,5	75,3	-	-	50,2	-	-	-	-	-
Corophiidae	(Cr)	-	-	1,3	-	-	14,9	41,9	-	-	12,6	-	-	-	-	-	-	-	-
Aoridae	(Cr)	-	-	14,5	-	-	13,0	24,4	-	-	6,3	-	-	-	-	-	-	-	-
BRYOZOA	(Br)	-	-	7,9	25,1	-	3,7	10,5	-	-	6,3	-	-	-	-	-	-	-	-
Caprellidae	(Cr)	-	-	5,3	50,2	-	3,7	285,3	-	-	6,3	-	-	-	-	-	-	-	-
Nereis diversicolor	(Po)	-	-	-	-	-	-	2,1	-	16,7	6,3	-	-	-	-	-	-	-	-
Pholoe inornata	(Po)	-	-	-	-	-	3,7	51,6	-	-	6,3	-	-	-	-	-	-	-	-

(vervolg)

		A1	A4	A5	A6	A7	B1	B2	B3	D	E	G	H	I	K	M	N	O	leeg
Scoloplos armiger	(Po)	-	-	146,7	-	-	**591,6**	**1064,5**	-	**368,3**	-	10,0	33,5	-	-	-	-	-	-
Lanice conchilega	(Po)	-	-	-	-	-	145,1	237,9	25,1	**150,7**	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Phyllodoce mucosa	(Po)	-	-	2,6	-	-	5,6	108,8	-	117,2	-	-	5,6	-	-	-	-	-	-
Decapoda	(Cr)	-	-	-	-	-	1,9	14,6	-	100,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ensis (spec.)	(Mol)	-	-	2,6	-	-	11,2	34,2	75,3	**50,2**	-	-	5,6	-	-	-	-	-	-
Cheirocratus sundevallii	(Cr)	-	-	-	-	-	-	73,2	-	50,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nephtys (spec.)	(Po)	33,5	-	15,9	-	-	24,2	4,2	25,1	**50,2**	6,3	-	-	-	-	-	-	-	-
Ampharete acutifrons	(Po)	-	-	1,3	-	-	1,9	60,0	-	33,5	-	-	5,6	-	-	-	-	-	-
Crepidula fornicata	(Mol)	-	-	1,3	**50,2**	-	1,9	145,8	25,1	33,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Eumida (spec.)	(Po)	-	-	-	-	-	14,9	17,4	-	33,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Glycera (spec.)	(Po)	-	-	15,9	-	-	1,9	**89,3**	50,2	16,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kurtiella bidentata	(Mol)	-	50,2	-	-	-	1,9	20,2	-	16,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polynoidae	(Po)	-	-	2,6	-	-	7,4	3,5	-	16,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Autolytus (spec.)	(Po)	-	-	-	-	-	1,9	-	-	16,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bodotria pulchella	(Cr)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	16,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Syllis gracillis	(Po)	-	-	-	-	-	-	-	-	16,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aphelochaeta marioni	(Po)	**301,4**	-	**674,1**	**1155,2**	**75,3**	**381,3**	**2978,0**	**1130,1**	**33,5**	62,8	-	22,3	-	-	-	-	-	-
Venerupis corrugata	(Mol)	-	-	1,3	75,3	-	-	48,8	100,5	-	-	-	11,2	-	-	-	-	-	-
Notomastus latericeus	(Po)	-	25,1	17,2	-	-	20,5	**258,8**	75,3	16,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carcinus maenas	(Cr)	-	-	-	25,1	-	-	7,0	25,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nemertea	(Ne)	-	-	10,6	50,2	-	63,2	13,3	25,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Abra nitida	(Mol)	-	-	2,6	-	-	-	7,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pseudopolydora pulchra	(Po)	-	-	22,5	-	-	18,6	333,4	**50,2**	-	-	-	11,2	-	-	-	-	-	-
Cossura longocirrata	(Po)	-	-	88,6	**150,7**	-	40,9	135,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Veneridae	(Mol)	-	-	-	25,1	-	1,9	45,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Macoma balthica	(Mol)	-	25,1	2,6	**100,5**	-	11,2	25,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Flabelligera affinis	(Po)	-	-	-	25,1	-	-	10,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mya arenaria	(Mol)	-	-	-	25,1	-	1,9	9,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Crassicorophium bonellii	(Cr)	-	-	1,3	-	-	3,7	7,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Exogone naidina	(Po)	-	-	5,3	-	-	-	7,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Idotea (spec.)	(Cr)	-	-	1,3	-	-	1,9	5,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hesionidae	(Po)	-	-	1,3	-	-	3,7	4,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Perioculodes longimanus	(Cr)	-	-	4,0	-	25,1	5,6	4,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pygospio elegans	(Po)	-	-	1,3	-	-	1,9	2,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Neoamphitrite (spec.)	(Po)	16,7	-	1,3	-	-	1,9	2,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PORIFERA	(Sp)	-	-	1,3	25,1	-	-	2,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jassa marmorata	(Cr)	-	-	2,6	-	-	-	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nereis (spec.)	(Po)	16,7	-	1,3	-	-	7,4	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Diastylis bradyi	(Cr)	-	-	1,3	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stenothoidae	(Cr)	-	-	1,3	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polydora cornuta	(Po)	-	-	2,6	25,1	25,1	52,1	7,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Spiophanes bombyx	(Po)	-	-	-	-	-	109,8	23,7	**50,2**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Eteone (spec.)	(Po)	-	-	4,0	-	-	14,9	66,3	50,2	-	-	-	5,6	-	-	-	-	-	-
HYDROZOA	(Hy)	-	-	1,3	-	-	1,9	3,5	25,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Neoamphitrite figulus	(Po)	-	-	2,6	-	-	1,9	21,6	25,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Palaemon (spec.)	(Cr)	-	-	-	-	-	-	-	25,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sthenelais boa	(Po)	-	-	-	-	-	31,6	76,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Monocorophium sextonae	(Cr)	-	-	1,3	-	-	27,9	68,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Microdeutopus anomalus	(Cr)	-	-	-	-	-	29,8	55,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pholoe baltica	(Po)	-	-	-	-	-	37,2	35,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nereis longissima	(Po)	-	-	4,0	-	-	11,2	30,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Microdeutopus (spec.)	(Cr)	-	-	2,6	-	-	3,7	23,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Phyllodoce (spec.)	(Po)	-	-	2,6	-	-	18,6	23,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bodotria scorpioides	(Cr)	-	-	1,3	-	-	1,9	9,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sabella (spec.)	(Po)	-	-	-	-	-	9,3	7,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Melita obtusata	(Cr)	-	-	-	-	-	5,6	6,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Petricola pholadiformis	(Mol)	-	-	-	-	-	5,6	5,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Anoplodactylus petiolatus	(Pyc)	-	-	-	-	-	1,9	4,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ophiura albida	(Ech)	-	-	-	-	-	1,9	4,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aonides oxycephala	(Po)	-	-	-	-	-	1,9	5,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nassarius (spec.)	(Mol)	-	-	-	-	-	5,6	3,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polychaeta (spec.)	(Po)	-	-	-	-	-	7,4	3,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Phyllodoce groenlandica	(Po)	-	-	-	-	-	1,9	2,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nereis virens	(Po)	-	-	-	-	-	1,9	2,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jassa (spec.)	(Cr)	-	-	-	-	-	7,4	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aphroditidae	(Po)	-	-	-	-	-	1,9	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Malmgreniella (spec.)	(Po)	-	-	-	-	-	1,9	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nymphon (spec.)	(Pyc)	-	-	-	-	-	1,9	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Spio martinensis	(Po)	-	-	-	-	-	1,9	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tellina fabula	(Mol)	-	-	-	-	-	3,7	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(vervolg)

		A1	A4	A5	A6	A7	B1	B2	B3	D	E	G	H	I	K	M	N	O	leeg
Mediomastus fragilis	(Po)	-	-	2,6	-	-	-	310,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hemichordata	(Tu)	-	-	1,3	-	-	-	62,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polycirrus (spec.)	(Po)	-	-	2,6	-	-	1,9	59,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Harmothoe impar	(Po)	-	-	-	-	-	-	18,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cheirocratus (spec.)	(Cr)	-	-	-	-	-	-	13,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kefersteinia cirrata	(Po)	-	-	-	-	-	-	7,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TANAIDACEA	(Cr)	-	-	-	-	-	-	7,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Microphthalmus aberrans	(Po)	-	-	-	-	-	-	6,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Balanus crenatus	(Cr)	-	-	-	-	-	-	4,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Eumida sanguinea	(Po)	-	-	-	-	-	-	4,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Eteoninae	(Po)	-	-	-	-	-	-	4,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Melinna elisabethae	(Po)	-	-	-	-	-	-	4,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Amphilochus neapolitanus	(Cr)	-	-	-	-	-	-	3,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lepidonotus squamatus	(Po)	-	-	-	-	-	-	3,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Syllidia armata	(Po)	-	-	-	-	-	-	3,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Achelia echinata	(Pyc)	-	-	-	-	-	-	2,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nephtys cirrosa	(Po)	-	-	-	-	-	-	2,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nicolea zostericola	(Po)	-	-	-	-	-	-	2,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ammothea hilgendorfi	(Pyc)	-	-	-	-	-	-	2,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hippolyte varians	(Cr)	-	-	-	-	-	-	2,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pholoe (spec.)	(Po)	-	-	-	-	-	-	2,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bodotriidae	(Cr)	-	-	-	-	-	-	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hippolyte (spec.)	(Cr)	-	-	-	-	-	-	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lepidonotus (spec.)	(Po)	-	-	-	-	-	-	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lysianassa ceratina	(Cr)	-	-	-	-	-	-	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Platyhelminthes	(Pla)	-	-	-	-	-	-	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Proceraea cornuta	(Po)	-	-	-	-	-	-	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Amphipoda (spec.)	(Cr)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Arenicola marina	(Po)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Atylidae	(Cr)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Atylus swammerdami	(Cr)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Autolytus edwardsi	(Po)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Autylus prolifer	(Po)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ciona intestinalis	(Tu)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Crassostrea gigas	(Mol)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Elminius modestus	(Cr)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Epitonium clathrus	(Mol)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Eulalia viridis	(Po)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Harmothoe imbricata	(Po)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Liocarcinus holsatus	(Cr)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Liocarcinus navigator	(Cr)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lumbrineridae	(Po)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Macropodia (spec.)	(Cr)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Macropodia rostrata	(Cr)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Magelona (spec.)	(Po)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Monocorophium acherusicum	(Cr)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ophiodromus flexuosus	(Po)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pectinaria koreni	(Po)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Poecilochaetus serpens	(Po)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polydora ciliata	(Po)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SABELLIDA	(Po)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Scolelepis fuliginosa	(Po)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stenothoe marina	(Cr)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stenothoe monoculoides	(Cr)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Terebellidae	(Po)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Melita (spec.)	(Cr)	-	-	-	-	-	7,4	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ophiura ophiura	(Ech)	-	-	-	-	-	7,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bathyporeia (spec.)	(Cr)	-	-	-	-	-	3,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gastropoda	(Mol)	-	-	-	-	-	3,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polydora (spec.)	(Po)	-		-	-	-	1,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Spio (spec.)	(Po)	-	-	-	-	-	1,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Spionidae	(Po)	-	-	-	-	-	1,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tellina tenuis	(Mol)	-	-	-	-	-	1,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gammarus (spec.)	(Cr)	-	-	2,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Echiurus echiurus	(Echiura)	-	25,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Echinocardium cordatum	(Ech)	50,2	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tellimya ferruginosa	(Mol)	16,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Index (base 2)		1,805	1,674	2,149	2,689	2,047	2,816	3,022	3,280	3,043	1,130	1,567	2,099	1,955	1,252	0,000	0,000	0,000	****
Evenness		0,623	0,704	0,674	0,709	0,946	0,728	0,663	0,810	0,891	0,527	0,793	0,842	0,842	0,790	0,000	0,000	0,000	****
gemiddeld aantal soorten		7,3	5,0	9,5	14,5	4,5	15,5	24,3	17,0	12,3	3,8	4,2	6,4	5,0	3,0	1,0	1,0	1,0	0,0
dichtheid		4219,0	703,2	3888,6	2687,1	326,5	4574,3	12572,7	3063,8	1573,8	1054,8	964,3	898,5	452,0	301,4	50,2	50,2	50,2	0,0
totaal aantal soorten		12	8	70	22	7	95	163	27	29	13	15	26	9	3	1	1	1	1
n stations		3	2	38	2	2	27	72	2	3	8	5	9	2	1	1	1	1	1

Bijlage 6 Ruwe data sedimentvallen en sediment dikte

Inhoud van de sedimentvallen, fracties in $g.m^{-2}.dag^{-1}$.

september	1	2	3	4	5	6	7	8
3.5 meter	Burg	Sch-w	Sch-o	Kis	Zie-gr	Zie	Zeel	Wem
in:	21-08	18-08	17-08	17-08		19-08	19-08	20-08
uit:	22-09	14-09	14-09	21-09		11-09	21-09	16-09
n dagen:	32	27	28	35		23	33	27
>2.8	214,5	0,0	59,5	3,2		1,6	2,3	2,4
2.8-1.4	50,9	0,0	114,3	1,3		0,8	0,3	0,3
1.4-0.6	229,9	0,3	377,7	4,5		1,6	2,5	1,0
0.6-0.3	117,1	0,7	178,4	2,4		2,8	18,9	2,8
0.3-0.15	86,3	5,5	34,5	7,2		10,5	28,5	9,0
0.15-0.09	207,0	18,6	23,6	25,2		9,3	22,5	63,0
0.09-0.05	157,2	22,4	34,2	43,6		25,5	12,7	34,8
<0.05	679,3	385,5	520,5	666,2		259,6	190,8	414,1
% org in slib	8,6	8,4	11,4	7,8		7,5	8,7	9,5

september	1	2	3	4	5	6	7	8
7.5 meter	Burg	Sch-w	Sch-o	Kis	Zie-gr	Zie	Zeel	Wem
in:	21-08	18-08	17-08	17-08		19-08	19-08	20-08
uit:	22-09	14-09	14-09	21-09		11-09	21-09	16-09
n dagen:	32	27	28	35		23	33	27
>2.8	192,7	0,7	1,7	2,1		0,0	6,5	0,0
2.8-1.4	5,2	0,3	38,5	1,1		0,0	2,5	1,7
1.4-0.6	334,8	0,7	131,5	5,0		0,4	6,8	0,3
0.6-0.3	371,2	2,1	70,1	0,5		2,4	10,1	1,4
0.3-0.15	66,6	6,2	31,9	9,0		6,9	15,8	11,4
0.15-0.09	118,3	19,3	47,8	21,0		11,3	16,9	97,5
0.09-0.05	120,9	17,2	41,5	39,3		20,6	13,0	84,7
<0.05	764,4	656,3	697,9	717,3		24,7	173,9	272,8
% org in slib	12,3	8,1	8,3	9,0		8,2	8,6	8,5

september	1	2	3	4	5	6	7	8
15 meter	Burg	Sch-w	Sch-o	Kis	Zie-gr	Zie	Zeel	Wem
in:	21-08	18-08	17-08	17-08		19-08	19-08	20-08
uit:	22-09	14-09	14-09	21-09		11-09	21-09	-
n dagen:	32	27	28	35		23	33	
>2.8	198,2	0,0	419,2	0,8		0,4	0,3	
2.8-1.4	216,0	0,0	1095,2	0,3		0,0	1,1	
1.4-0.6	1380,9	0,3	711,2	1,1		2,0	1,4	
0.6-0.3	523,8	2,4	66,4	0,3		14,6	3,7	
0.3-0.15	106,4	12,7	145,5	2,7		29,1	15,2	
0.15-0.09	188,1	59,9	90,4	18,1		29,9	16,9	
0.09-0.05	82,3	46,9	143,5	41,2		60,7	13,0	
<0.05	719,4	79,6	795,9	852,5		563,7	235,1	
% org in slib	12,5	5,7	15,8	7,4		8,1	9,0	

(vervolg).

oktober	1	2	3	4	5	6	7	8
3.5 meter	Burg	Sch-w	Sch-o	Kis	Zie-gr	Zie	Zeel	Wem
in:	22-09	14-09	14-09	21-09		11-09	21-09	16-09
uit:	13-10	13-10	12-10	12-10		14-10	14-10	15-10
n dagen:	21	29	28	21		33	23	29
>2.8	337,9	0,0	0,3	2,7		0,0	0,0	58,4
2.8-1.4	35,0	1,3	140,8	1,8		0,0	0,0	2,9
1.4-0.6	129,8	2,2	483,0	1,8		0,6	0,4	6,7
0.6-0.3	38,1	0,6	120,3	0,9		1,7	0,8	1,6
0.3-0.15	27,9	11,5	43,5	34,5		6,5	15,4	5,5
0.15-0.09	58,0	18,0	39,5	24,4		6,5	15,0	27,6
0.09-0.05	53,6	24,1	61,8	23,0		14,7	9,3	36,2
<0.05	64,2	339,7	522,9	374,7		252,0	111,2	298,0
% org in slib	6,2	8,7	11,2	9,2		8,6	8,0	9,7

oktober	1	2	3	4	5	6	7	8
7.5 meter	Burg	Sch-w	Sch-o	Kis	Zie-gr	Zie	Zeel	Wem
in:	22-09	14-09	14-09	21-09	11-09	11-09	21-09	16-09
uit:	13-10	13-10	12-10	12-10	14-10	14-10	14-10	15-10
n dagen:	21	29	28	21	33	33	23	29
>2.8	664,4	0,0	64,1	0,4	0,3	0,6	4,9	18,6
2.8-1.4	5,3	0,0	454,8	0,4	0,3	0,3	0,0	2,9
1.4-0.6	13,7	0,6	96,7	1,3	1,4	0,8	0,4	6,4
0.6-0.3	16,8	1,0	209,9	0,9	0,3	1,4	2,8	1,6
0.3-0.15	23,9	16,4	31,2	28,3	9,6	6,5	16,6	9,6
0.15-0.09	60,7	18,6	51,8	34,1	17,5	6,8	17,0	76,3
0.09-0.05	46,1	44,3	43,5	46,9	24,8	14,9	11,7	66,7
<0.05	71,8	657,8	484,7	325,1	332,0	241,3	105,5	356,7
% org in slib	8,6	7,9	13,8	8,0	8,4	8,4	8,0	9,4

oktober	1	2	3	4	5	6	7	8
15 meter	Burg	Sch-w	Sch-o	Kis	Zie-gr	Zie	Zeel	Wem
in:	22-09	14-09	14-09	21-09	11-09	11-09	21-09	16-09
uit:	13-10	13-10	12-10	12-10	14-10	14-10	14-10	-
n dagen:	21	29	28	21	33	33	23	
>2.8	20,4	2,6	0,0	0,0	12,7	3,9	0,0	
2.8-1.4	15,1	0,3	0,0	0,4	0,3	0,3	0,0	
1.4-0.6	188,7	1,3	0,0	0,9	0,8	0,6	0,4	
0.6-0.3	348,1	0,6	0,0	0,9	0,0	0,6	2,0	
0.3-0.15	50,0	13,8	1,7	7,1	2,5	6,2	9,3	
0.15-0.09	112,9	50,7	2,0	23,0	16,1	16,6	22,6	
0.09-0.05	89,5	55,8	0,7	46,1	34,4	27,1	15,4	
<0.05	510,7	764,9	2,0	447,8	510,4	351,2	184,0	
% org in slib	11,7	8,8	16,7	8,4	8,8	9,0	9,0	

Sedimentdikte op vier transecten bij de Schelphoek-westII.

transect: west			transect: west-midden			transect: midden-oost			transect: oost		
N51 41,132; O3 48.719			N51 41,128; O3 48,753			N51 41,122; O3 48,785			N51 41,118; O3 48.827		
N51 41,153; O3 48,749			N51 41,150; O3 48,776			N51 41,142; O3 48,802			N51 41,142; O3 48,823		
substraat	diepte NAP	sed in m	substraat	diepte NAP	sed in m	substraat	diepte NAP	sed in m	substraat	diepte NAP	sed in m
grind	14,7	0,00	grind	13,9	0,14	grind	15,8	0,04	grind	16,0	0,02
grind	14,5	0,00	grind	13,7	0,10	grind	15,7	0,02	grind	15,9	0,01
grind	14,4	0,01	grind	13,6	0,02	grind	15,6	0,04	grind	15,8	0,01
grind	14,4	0,01	grind	13,6	0,02	grind	15,5	0,04	grind	15,7	0,03
grind	14,2	0,01	grind	13,6	0,01	grind	15,4	0,08	grind	15,6	0,01
grind	14,1	0,03	grind	13,4	0,01	grind	15,2	0,03	grind	15,4	0,01
grind	14,0	0,04	grind	13,2	0,03	grind	15,0	0,03	grind	15,2	0,02
grind	14,0	0,02	grind	12,8	0,03	grind	14,8	0,01	grind	15,0	0,02
grind	13,8	0,01	grind	12,5	0,09	grind	14,7	0,04	grind	14,8	0,02
grind	13,7	0,02	grind	12,4	0,13	grind	14,5	0,05	steen	14,5	0,02
grind	13,6	0,02	grind	12,2	0,14	steen	14,3	0,03	steen	14,4	0,00
grind	13,5	0,02	grind	12,1	0,21	steen	14,1	0,04	steen	14,1	0,00
grind	13,4	0,01	grind	12,0	0,20	steen	14,1	0,01	steen	14,0	0,02
grind	13,2	0,01	grind	11,7	0,20	grind	14,0	0,01	steen	14,0	0,01
grind	13,0	0,02	grind	11,6	0,15	grind	13,8	0,04	steen	13,7	0,07
steen	12,6	0,00	grind	11,6	0,16	grind	13,7	0,01	steen	13,7	0,03
grind	12,6	0,01	grind	11,4	0,10	grind	13,5	0,05	steen	13,3	0,07
grind	12,5	0,02	grind	11,3	0,13	grind	13,3	0,03	steen	13,2	0,03
grind	12,4	0,02	grind	11,3	0,12	grind	13,2	0,01	steen	13,0	0,01
grind	12,4	0,01	grind	11,1	0,14	grind	13,1	0,01	steen	12,9	0,02
grind	12,3	0,02	grind	11,0	0,11	grind	12,8	0,01	grind	12,8	0,03
grind	12,2	0,01	grind	11,0	0,11	grind	12,6	0,03	grind	12,5	0,03
grind	12,1	0,01	grind	10,8	0,14	grind	12,6	0,05	grind	12,3	0,03
grind	11,9	0,02	grind	10,7	0,07	grind	12,5	0,02	grind	12,1	0,06
grind	11,8	0,03	grind	10,6	0,07	grind	12,4	0,03	grind	11,9	0,10
grind	11,8	0,02	grind	10,4	0,05	grind	12,3	0,1	grind	11,9	0,12
grind	11,7	0,02	grind	10,3	0,03	grind	12,1	0,02	grind	11,9	0,16
grind	11,6	0,00	grind	10,1	0,01	grind	11,9	0,02	grind	11,8	0,13
grind	11,5	0,02	grind	9,9	0,01	grind	11,7	0,02	grind	11,7	0,15
grind	11,4	0,00	grind	9,8	0,02	grind	11,4	0,01	grind	11,5	0,01
grind	11,3	0,00	grind	9,6	0,02	grind	11,3	0,02	grind	11,3	0,01
grind	11,2	0,02	grind	9,4	0,02	grind	11,0	0,03	grind	11,1	0,04
grind	11,1	0,02	grind	9,2	0,02	grind	10,7	0,04	grind	10,9	0,01
grind	10,9	0,01	grind	9,2	0,02	grind	10,6	0,03	grind	10,7	0,02
grind	10,9	0,03	grind	9,0	0,01	grind	10,3	0,02	grind	10,5	0,02
grind	10,8	0,06	grind	8,9	0,01	grind	10,2	0,02	grind	10,3	0,02
grind	10,8	0,06	grind	8,8	0,02	grind	10,0	0,02	grind	10,1	0,01
grind	10,7	0,04	steen	8,2	0,01	grind	9,9	0,02	grind	9,9	0,01
grind	10,6	0,05	steen	7,9	0,02	grind	9,7	0,03	grind	9,7	0,02
grind	10,6	0,03	steen	7,6	0,13	grind	9,6	0,02	grind	9,5	0,02
grind	10,4	0,04	steen	7,4	0,06	grind	9,5	0,03	grind	9,3	0,01
steen	10,3	0,01	steen	7,5	0,07	grind	9,4	0,01	grind	9,1	0,02
grind	10,2	0,02	steen	7,4	0,06	grind	9,3	0,01	grind	8,8	0,03
grind	10,1	0,01	steen	7,3	0,08	grind	9,1	0,03	grind	8,6	0,03
grind	10,1	0,01	grind	7,1	0,03	grind	8,9	0,01	grind	8,4	0,01
grind	9,9	0,03	grind	6,8	0,01	grind	8,8	0,02	grind	8,2	0,02
grind	9,7	0,01	grind	6,6	0,02	grind	8,6	0,02	grind	8,0	0,02
grind	9,5	0,01	grind	6,4	0,02	grind	8,5	0,01	grind	8,0	0,01

(vervolg).

substraat	diepte NAP	sed in m	substraat	diepte NAP	sed in m	substraat	diepte NAP	sed in m	substraat	diepte NAP	sed in m
grind	9,5	0,02	grind	6,3	0,01	grind	8,3	0,02	grind	7,6	0,02
grind	9,2	0,01	grind	6,1	0,02	grind	8,0	0,05	grind	7,5	0,02
grind	9,1	0,00	grind	6,0	0,01	grind	7,8	0,02	grind	7,5	0,01
grind	9,1	0,01	grind	5,9	0,01	grind	7,6	0,02	grind	7,1	0,07
grind	9,0	0,03	grind	5,7	0,02	grind	7,4	0,01	grind	6,9	0,03
grind	8,9	0,01	grind	5,5	0,09	grind	7,3	0,03	grind	6,6	0,02
grind	8,7	0,02	grind	5,3	0,05	steen	7,0	0,15	grind	6,4	0,01
grind	8,5	0,03	grind	5,1	0,02	steen	6,9	0,18	grind	6,2	0,02
grind	8,3	0,01	grind	4,9	0,02	steen	6,7	0,13	steen	6,0	0,01
grind	8,1	0,04	grind	4,8	0,03	grind	6,5	0,01	steen	5,9	0,04
grind	8,0	0,02	grind	4,6	0,04	grind	6,3	0,05	steen	5,5	0,00
grind	8,0	0,02	grind	4,3	0,05	grind	6,1	0,12	steen	5,4	0,00
grind	7,9	0,01	grind	4,2	0,05	grind	5,9	0,21	steen	5,1	0,00
grind	7,8	0,01	grind	4,1	0,02	grind	5,7	0,12	steen	4,9	0,00
grind	7,7	0,01	grind	3,9	0,02	grind	5,5	0,14	steen	4,7	0,00
grind	7,6	0,01	grind	3,7	0,05	grind	5,4	0,11	steen	4,8	0,00
grind	7,4	0,02	steen	3,2	0,03	grind	5,2	0,15	steen	4,8	0,00
grind	7,3	0,01	steen	2,7	0,02	grind	4,9	0,13	steen	4,9	0,00
grind	7,0	0,02	steen	2,2	0,00	grind	4,8	0,12	steen	5,0	0,00
grind	7,0	0,01	steen	2,7	0,02	grind	4,6	0,09	steen	4,9	0,00
grind	6,9	0,03	steen	2,3	0,01	grind	4,5	0,06			
grind	6,9	0,03	steen	2,0	0,01	grind	4,3	0,08			
grind	6,8	0,01				grind	4,1	0,18			
grind	6,7	0,02				grind	4,0	0,13			
grind	6,6	0,01				grind	3,7	0,05			
grind	6,5	0,01				steen	3,6	0,09			
grind	6,2	0,01				steen	3,2	0,04			
grind	6,1	0,01				steen	3,2	0,03			
grind	6,0	0,01									
grind	5,9	0,00									
grind	5,7	0,01									
grind	5,6	0,01									
grind	5,6	0,01									
grind	5,5	0,01									
grind	5,4	0,01									
grind	5,4	0,01									
grind	5,2	0,01									
grind	5,0	0,02									
grind	5,1	0,03									
grind	4,9	0,02									
grind	4,7	0,01									
grind	4,5	0,01									
grind	4,3	0,00									
grind	4,3	0,01									
grind	4,2	0,02									
grind	4,0	0,02									
grind	3,9	0,02									
grind	3,9	0,03									
grind	3,7	0,00									
grind	3,8	0,04									
grind	3,7	0,01									
steen	3,4	0,00									
steen	3,2	0,00									
steen	2,9	0,00									
steen	2,6	0,00									
steen	2,5	0,00									
steen	2,5	0,00									
steen	2,4	0,00									
steen	2,2	0,00									

Bijlage 7. Ruwe data zware metalen

Gehalten aan de zware metalen (mg/kg droge stof) aluminium (Al), arseen (As), barium (Ba), cadmium (Cd), kobalt (Co), chroom (Cr), koper (Cu), ijzer (Fe), kwik (Hg), mangaan (Mn) molybdeen (Mo), nikkel (Ni), lood (Pb), antimoon (Sb), seleen (Se), vanadium (V), zink (Zn) in mg/kg droge stof en pollution load index (PLI) voor mosselen bemonsterd op locaties in de Oosterschelde in 2015. Type= type dijkversteviging waarbij REF = referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = nabij staalslak en breuksteen bestortingen op pijler van de Zeelandbrug.

ID	Loc	Type	Al	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	V	Zn	PLI	Drc
9	Zld pijler	SSBS	20	13	2.13	0.6	1.01	1.91	9.4	136	0.181	26	2.56	2.29	1.26	<0.066	3.43	<0.133	1.29	88	4.25	
0	Zld pijler	SSBS	18	12	0.392	0.594	0.992	0.994	7.1	133	0.183	16	2.7	1.92	1.42	<0.087	3.65	<0.174	0.894	86	3.38	
1	Zld pijler	SSBS	24	14	0.611	0.807	1.46	1.65	8.8	187	0.209	22	4.17	2.72	2.29	<0.086	4.1	<0.172	2.28	113	4.81	
2	Zld pijler	SSBS	23	13	0.751	0.619	0.932	1.01	8.5	154	0.179	18	2.05	1.72	1.38	<0.069	3.35	<0.137	1.26	97	3.67	
3	Zld pijler	SSBS	17	11	0.343	0.657	0.911	1.09	8.3	142	0.177	14	1.86	1.84	1.39	<0.09	3.4	<0.181	0.941	100	3.27	
4	Zld pijler	SSBS	28	13	0.496	0.625	1.06	1.25	11	160	0.195	15	2.98	2.08	1.37	<0.088	4.04	<0.177	1.6	92	3.99	

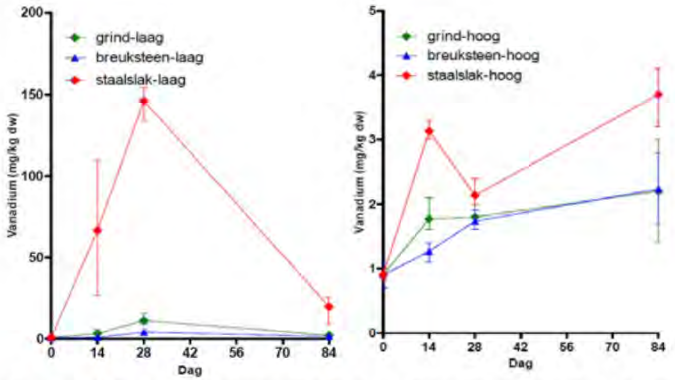
(Vervolg)

Gehalten aan de zware metalen (mg/kg droge stof) aluminium (Al), arseen (As), barium (Ba), cadmium (Cd), kobalt (Co), chroom (Cr), koper (Cu), ijzer (Fe), kwik (Hg), mangaan (Mn) molybdeen (Mo), nikkel (Ni), lood (Pb), antimoon (Sb), seleen (Se), vanadium (V), zink (Zn) in mg/kg droge stof, pollution load index (PLI) en droge stof (%) voor oesters bemonsterd op locaties in de Oosterschelde in 2015. Type= type dijkversteviging waarbij REF = referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = nabij staalslak en breuksteen bestortingen op pijler van de Zeelandbrug.

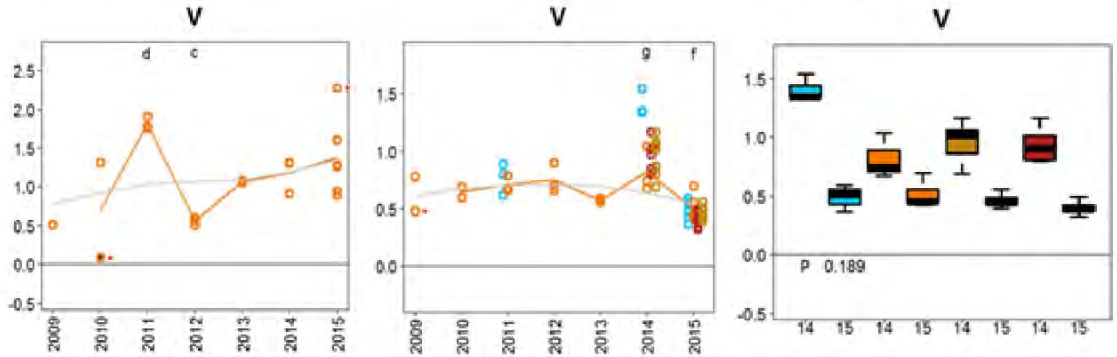
MonsterID	Loc	Type	Al	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	V	Zn	PLI	Droge stof
2015_001	Zldwest	BS	5.4	17	0.293	0.769	0.269	0.12	63	137	0.125	62	0.906	0.319	0.513	<0.088	4.04	<0.175	0.325	1113	2.73	11
2015_002	Zldwest	BS	6.6	15	0.33	0.85	0.223	0.155	88	154	0.129	46	0.993	0.343	0.497	<0.094	3.38	<0.188	0.379	1173	2.86	11
2015_003	Zldwest	BS	5.6	15	0.32	0.871	0.221	0.135	79	138	0.121	52	0.978	0.384	0.447	<0.101	3.58	<0.201	0.341	1226	2.77	9.9
2015_004	Zldwest	SS	5.2	16	0.305	0.835	0.266	0.161	86	147	0.148	58	1.18	0.41	0.505	<0.097	4.34	<0.194	0.446	1379	3.08	10
2015_005	Zldwest	SS	10	17	0.361	0.813	0.233	0.132	59	162	0.124	49	1.09	0.437	0.527	<0.101	3.94	<0.201	0.517	1007	3.01	9.9
2015_006	Zldwest	SS	14	13	0.34	0.803	0.248	0.138	68	155	0.118	61	1.19	0.37	0.515	<0.105	3.66	<0.21	0.489	1224	3.06	9.5
2015_007	Zldmidden	BS	14	15	0.287	0.913	0.243	0.193	64	157	0.134	56	1.09	0.422	0.52	<0.097	3.75	<0.194	0.49	1208	3.16	10
2015_008	Zldmidden	BS	16	13	0.295	0.973	0.224	0.167	89	174	0.118	40	1.02	0.377	0.52	<0.1	3.65	<0.201	0.424	1436	3.1	10
2015_009	Zldmidden	BS	9.6	14	0.618	0.861	0.243	0.142	77	157	0.113	45	1.15	0.373	0.538	<0.097	3.76	<0.194	0.475	1307	3.13	10
2015_010	Zldmidden	SS	11	15	0.323	0.989	0.246	0.147	76	144	0.136	41	1.05	0.364	0.514	<0.096	3.81	<0.193	0.425	1350	3.02	10
2015_011	Zldmidden	SS	8	15	0.256	0.747	0.244	0.136	82	131	0.135	47	1.01	0.33	0.438	<0.088	3.9	<0.176	0.432	1225	2.81	11
2015_012	Zldmidden	SS	8.7	14	0.385	0.966	0.235	0.158	86	153	0.151	55	1.23	0.366	0.529	<0.094	3.69	<0.189	0.435	1501	3.18	11
2015_013	Zldoost	BS	9.6	22	0.317	0.867	0.22	0.127	77	143	0.124	40	0.918	0.394	0.465	<0.093	3.54	<0.187	0.388	1195	2.89	11
2015_014	Zldoost	BS	6.3	13	0.289	0.785	0.222	0.135	64	141	0.107	38	0.853	0.328	0.461	<0.096	3.43	<0.192	0.373	1040	2.57	10
2015_015	Zldoost	BS	10	12	0.329	0.826	0.223	0.124	67	146	0.115	47	0.963	0.489	0.496	<0.101	3.64	<0.203	0.399	1038	2.83	9.9
2015_016	Zldoost	SS	14	14	0.35	0.861	0.246	0.263	53	199	0.126	43	1.3	0.433	0.61	<0.086	4.38	<0.171	0.553	921	3.27	12
2015_017	Zldoost	SS	7.5	12	0.294	0.765	0.213	0.117	51	147	0.121	41	0.967	0.368	0.492	<0.104	3.58	<0.209	0.396	886	2.6	9.6
2015_018	Zldoost	SS	5.1	14	0.479	0.923	0.241	0.136	71	142	0.14	48	1.23	0.458	0.495	<0.103	4.07	<0.207	0.446	1204	3	9.7
2015_025	Zuidbout	Ref	5.7	15	0.238	1.13	0.288	0.164	193	156	0.199	46	0.724	0.349	0.553	<0.09	3.59	<0.181	0.47	2323	3.25	11
2015_026	Zuidbout	Ref	15	14	0.281	1.04	0.326	0.384	276	181	0.215	34	0.621	0.808	0.595	<0.095	3.25	<0.189	0.591	2764	4.02	11
2015_027	Zuidbout	Ref	12	13	0.404	1.01	0.272	0.215	208	161	0.174	39	0.753	0.415	0.576	<0.101	3.56	<0.203	0.557	2914	3.63	9.9
2015_028	Zuidbout	Ref	8.6	13	0.315	0.941	0.239	0.174	154	132	0.163	30	0.571	0.339	0.599	<0.093	3.24	<0.186	0.429	1930	3.01	11
2015_029	Zuidbout	Ref	7.1	13	0.249	0.831	0.23	0.15	90	145	0.153	35	0.635	0.322	0.5	<0.086	3.02	<0.171	0.369	1363	2.68	12
2015_030	Zuidbout	Ref	8.9	14	0.264	0.909	0.274	0.201	154	150	0.2	39	0.723	0.388	0.466	<0.097	3.3	<0.195	0.551	2096	3.24	10
2015_031	Zldpijler	SSBS	13	18	0.913	0.961	0.293	0.21	147	170	0.201	31	1.14	0.442	0.473	<0.1	4.05	<0.201	0.555	1888	3.81	10
2015_032	Zldpijler	SSBS	10	15	0.361	1	0.241	0.143	154	152	0.155	25	1.27	0.445	0.375	<0.094	4.23	<0.189	0.447	1895	3.22	11
2015_033	Zldpijler	SSBS	11	14	0.352	0.812	0.239	0.145	96	141	0.136	29	1.03	0.436	0.478	<0.101	3.86	<0.201	0.42	1494	2.98	9.9
2015_034	Zldpijler	SSBS	79	14	0.589	0.831	0.249	0.328	83	245	0.134	31	1	0.442	0.581	<0.089	3.67	<0.178	0.694	1155	3.9	11
2015_035	Zldpijler	SSBS	5.9	14	0.342	0.986	0.242	0.125	99	151	0.162	39	1.22	0.416	0.48	<0.098	3.95	<0.196	0.443	1317	3.01	10
2015_036	Zldpijler	SSBS	7	18	0.55	0.993	0.263	0.144	99	137	0.166	27	1.21	0.501	0.49	<0.112	3.67	<0.224	0.457	1723	3.22	8.9

Bijlage 8. Relevante figuren mesocosm experiment 2015

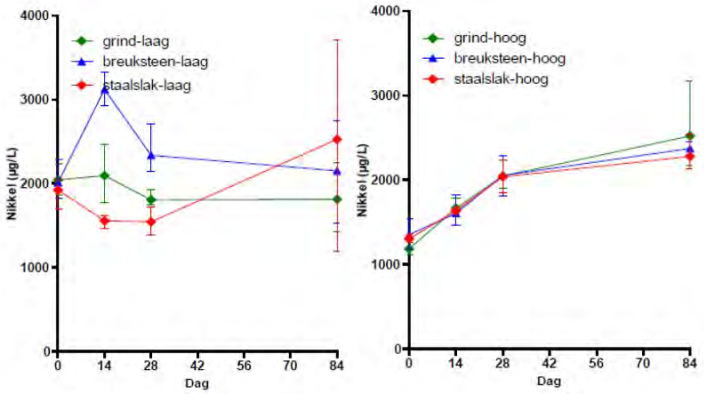
(zie Foekema e.a., 2016)



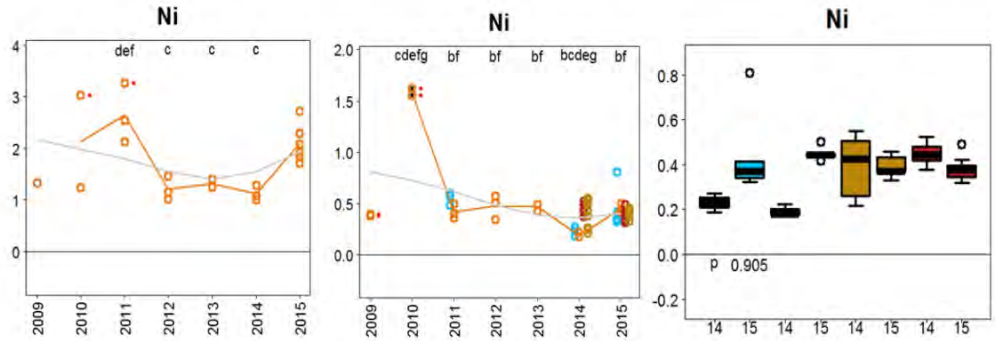
Figuur 1 Vanadium concentraties in mosselen tijdens het mesocosm experiment (Foekema e.a., 2016). Links: vanadium concentraties in mosselen bij een lage water verversing; rechts: vanadium concentraties in mosselen bij een voor de Oosterschelde representatieve water verversing.



Figuur 2 .Vanadium concentraties in schelpdieren tijdens de veldmonitoring. Links: vanadium concentraties in mosselen bij de Zeelandbrug in de periode 2009-2015; midden: vanadium concentraties in oesters bij de Zeelandbrug in de periode 2009-2015; rechts: spreiding in vanadium gehalte (mg/kg droge stof) in oesterweefsel in 2014 en 2015 bemonsterd op de referentielocatie Zuidbout (blauw), op de pijler van de Zeelandbrug (nabij staalslak en breuksteen bestortingen)(oranje), op een ondergrond van staalslakken (geel) en op een ondergrond van breukstenen (rood).



Figuur 3. Nikkel concentraties in mosselen tijdens het mesocosm experiment (Foekema e.a., 2016). Links: nikkel concentraties in water bij een lage water verversing; rechts: nikkel concentraties in water bij een voor de Oosterschelde representatieve water verversing.



Figuur 4 Nikkel concentraties in schelpdieren tijdens de veldmonitoring. Links: nikkel concentraties in mosselen bij de Zeelandbrug in de periode 2009-2015; midden: nikkel concentraties in oesters bij de Zeelandbrug in de periode 2009-2015; rechts: spreiding in nikkel gehalte (mg/kg droge stof) in oesterweefsel in 2014 en 2015 bemonsterd op de referentielocatie Zuidbout (blauw), op de pijler van de Zeelandbrug (nabij staalslak en breuksteen bestortingen)(oranje), op een ondergrond van staalslakken (geel) en op een ondergrond van breukstenen (rood).

Tabel 1. Gemeten minimum en maximum concentraties van enkele relevante metalen in mosselen tijdens de mesocosm studie met respectievelijk grind, breuksteen en staalslakken (en hoge en lage waterverversing), en de veldmonitoring 2009-2014 (Foekema e.a., 2016).

Mossel *M. edulis*		Grind Hoog	Grind laag	Breuksteen hoog	Breuksteen laag	Staalslak hoog	Staalslak laag	Veld
Cadmium (μg/kg ds)	Min	432	493	418	471	405	463	415
	Max	441	682	455	637	445	658	556
Mangaan (mg/kg ds)	Min	6.2	8.0	6.7	7.4	7.0	7.7	8.0
	Max	21	23	23	23	19	16	47
Molybdeen (μg/kg ds)	Min	443	402	471	425	447	360	1695
	Max	588	491	525	472	536	475	2966
Nikkel (μg/kg ds)	Min	1353	2012	1186	1807	1305	1547	1002
	Max	2373	3119	2522	2095	2281	2526	19473
Vanadium (mg/kg ds)	Min	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9
	Max	2	4	2	11	4	146	10

Gehaltes aan zware metalen in biota op stort- en referentielocaties in de Oosterschelde & Westerschelde. Data rapport 2014

[redacted] &
[redacted]

Technisch rapport C079/15





IMARES Wageningen UR

(IMARES - Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies)

Opdrachtgever: RWS Zeeland / Waterdienst
Poelendaelesingel 18
4335 JA Middelburg

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van Rijkswaterstaat

Publicatiedatum: 20 mei 2015

IMARES is:

- een onafhankelijk, objectief en gezaghebbend instituut dat kennis levert die noodzakelijk is voor integrale duurzame bescherming, exploitatie en ruimtelijk gebruik van de zee en kustzones;
- een instituut dat de benodigde kennis levert voor een geïntegreerde duurzame bescherming, exploitatie en ruimtelijk gebruik van zee en kustzones;
- een belangrijke, proactieve speler in nationale en internationale mariene onderzoeksnetwerken (zoals ICES en EFARO).

P.O. Box 68	P.O. Box 77	P.O. Box 57	P.O. Box 167
1970 AB IJmuiden	4400 AB Yerseke	1780 AB Den Helder	1790 AD Den Burg Texel
Phone: +31 (0)317 48 09 00	Phone: +31 (0)317 48 09 00	Phone: +31 (0)317 48 09 00	Phone: +31 (0)317 48 09 00
Fax: +31 (0)317 48 73 26	Fax: +31 (0)317 48 73 59	Fax: +31 (0)223 63 06 87	Fax: +31 (0)317 48 73 62
E-Mail: imares@wur.nl	E-Mail: imares@wur.nl	E-Mail: imares@wur.nl	E-Mail: imares@wur.nl
www.imares.wur.nl	www.imares.wur.nl	www.imares.wur.nl	www.imares.wur.nl

© 2014 IMARES Wageningen UR

IMARES, onderdeel van Stichting DLO.
KvK nr. 09098104,
IMARES BTW nr. NL 8113.83.696.B16.
Code BIC/SWIFT address: RABONL2U
IBAN code: NL 73 RABO 0373599285

De Directie van IMARES is niet aansprakelijk voor gevolgschade, noch voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van IMARES; opdrachtgever vrijwaart IMARES van aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van de opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag weergegeven en/of gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier gebruikt worden zonder schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

Inhoudsopgave

Samenvatting 5

1 Inleiding 7

2 Methoden 9

2.1 Bemonstering biota 9

2.2 Analysemethode & detectielimiet 9

2.3 Berekening Pollution Load Index 10

2.4 Data analyse 10

2.4.1 Trends in de tijd voor mossel, oester en zakpijp op de Zeelandbrug Pijler 10

2.4.2 Vergelijking tussen soorten, locaties en type stort 11

3 Resultaten 13

3.1 Trend in de tijd voor locatie Zeelandbrugpijler (2009-2014) 13

3.1.1 Mosselen (Mytilus edulis) 13

3.1.2 Japanse oester (Crassostrea gigas) 13

3.1.3 Zakpijp (Ciona intestinalis) 14

3.2 Vergelijking tussen soorten, locaties en type stort materiaal 14

3.2.1 Verschillen tussen soorten 15

3.2.2 Verschillen tussen bemonsteringslocaties 17

3.2.3 Effecten van het type stort materiaal 19

4 Discussie 22

4.1 Trend in metaalgehalten in schelpdieren en zakpijpen 22

4.2 Verschillen in metaalaccumulatie tussen soorten 24

4.3 Verschillen tussen locaties en bekken 25

4.4 Effecten van type stort materiaal 25

5 Conclusie en aanbevelingen 26

5.1 Conclusie 26

5.2 Aanbevelingen 26

Kwaliteitsborging 28

Referenties 29

Verantwoording 31

Bijlage A. Overzicht van biota bemonsteringen 32

Bijlage B. Trend in concentratie metalen, droge stof en PLI 33

Bijlage C. Verschillen in metaalaccumulatie tussen soorten 36

Bijlage D: Verschillen in metaalaccumulatie tussen locaties 38

Bijlage E. Effect type ondergrond in metaalaccumulatie 40

Bijlage F. OSPAR normoverschrijdingen 63

Bijlage G. Overzicht bemonsteringen - Oosterschelde 64

Bijlage H. Overzicht bemonsteringen - Westerschelde 70

Bijlage I. Ruwe data zware metalen 73

Samenvatting

Om erosie van de oevers en geulwanden tegen te gaan, is er in 2008 (pilot) en 2009 (structureel) begonnen om 'bestortingen' uit te voeren om de oevers te beschermen. Deze bestortingen zijn uitgevoerd met staalslakken (SS) en breukstenen (BS). Om met zekerheid vast te kunnen stellen dat als gevolg van deze bestortingen geen negatieve effecten optreden op het mariene milieu is een monitoringsprogramma ingevoerd om inzicht te krijgen in gehalten aan zware metalen in aanwezige biota meerdere jaren na het aanbrengen van vooroeververdediging.

Dit rapport beschrijft de resultaten van de metaalanalyses in biota bemonsterd op verschillende locaties in de Oosterschelde en Westerschelde. Hierbij wordt onderscheid gemaakt naar (1) de langlopende reeks voor drie soorten op de Zeelandbrug waarbij ingegaan wordt op de jaarlijkse variatie in metaalconcentratie en een mogelijke trend in de tijd (2009-2014), en (2) de verschillen tussen locaties, type stort en referentielocaties, en verschillen tussen verschillende biota soorten gericht op de uitgebreide bemonstering zoals uitgevoerd in 2014.

Trend in de tijd (2009-2014)

Trendanalyse (2009-2014) van de metaalgehalten in mosselen *Mytilus edulis*, Japanse oesters *Crassostrea gigas* en zakpijpen *Ciona intestinalis* op de Zeelandbrugpijler voorafgaand (T0) en vijf jaar na het storten (T1-T5) van breukstenen en staalslakken laat geen duidelijke verschillen in gehalte voor en na bestorting zien. Daarnaast impliceren de overeenkomsten tussen stort- en referentielocatie, dat in het geval dat er een trend optreedt, deze eerder verklaard kan worden door autonome ontwikkelingen en niet door het storten van de oeververdediging. De variatie in metaalconcentraties tussen jaren komt overeen met overige studies (Mubiana e.a. 2005, 2006), waar soms nog hogere variatie gemeten is wanneer ook seizoen effecten meegenomen werden.

Verschillen tussen soorten, locaties en type stort materiaal (2014 bemonstering)

Uit deze studie blijkt dat de metaalaccumulatie tussen soorten sterk verschillend is en afhankelijk van het soort metaal. Gemiddeld gezien (PLI) liggen metaalgehalten hoger in zakpijpen in vergelijking tot schelpdieren (mosselen en oesters) en kreeften. Dit is echter niet voor alle metalen zo; uitzonderingen waren de hoge gehalten aan kwik en arseen voor kreeften (bruinvlees) en hoge zink gehaltes in oesters.
Enkel voor oesters en blaaswieren zijn verschillen gevonden tussen de bekkens, met gemiddeld hogere waardes (PLI) in de Westerschelde ten opzichte van de Oosterschelde. Het is met de huidige bemonsteringsopzet niet mogelijk te bepalen of dit daadwerkelijk een bekken-effect is of dat dit komt door het geringe aantal monsterpunten in de Westerschelde (n=2) waarvan er tevens één de relatief vervuilde locatie Hoedekenskerke betreft.

Er zijn verschillen gemeten tussen de biota bemonsterd op de stortlocaties ten opzichte van de referentielocaties, de verschillen geven echter geen eenduidig beeld. Er zijn geen soorten of locaties geïdentificeerd die consequent hogere metaalgehalten laten zien voor stortlocaties (BS of SS) wanneer deze vergeleken worden met de bijbehorende referentielocaties, maar de resultaten tonen soms hogere, soms lagere en soms vergelijkbare gehalten.

Conclusies

Op basis van de historische data (trend 2009-2014) en de uitgebreide bemonstering zoals uitgevoerd in 2014 is er geen eenduidig effect gevonden in de metaalgehalten in biota als gevolg van het storten van de oeververdediging met staalslakken en breukstenen. Dit geldt zowel voor de temporele trend als ruimtelijke analyse. Desondanks kunnen we (korte termijn) effecten van type bestorting niet geheel uitsluiten.

Doordat er sprake is van grote jaarlijkse- en ruimtelijke variatie in metaalgehalten is het voor de monitoring in de bekkens belangrijk lange tijdreeksen op te bouwen en voldoende referentieplekken te bemonsteren. Op dit moment is er voor alleen de Zeelandbrug een meerjarige reeks beschikbaar en ligt, over het algemeen, het aantal bemonsteringen op referentielocaties lager dan het aantal bemonsteringen op een ondergrond van staalslakken dan wel breukstenen. Hierdoor is de invloed van wat gemeten wordt op de referentielocaties en wat er gebeurd bij de Zeelandbrug groot voor conclusies die getrokken worden en bestaat er het risico dat conclusies het gevolg zijn van lokale variaties in metaalgehalten die niet veroorzaakt worden door de ondergrond. Het is daarom aan te bevelen om het aantal referentielocatie te vergroten en op meerdere locaties een tijdsserie op te bouwen. De situatie zoals gemeten in dit programma is absoluut relevant omdat het de actuele situatie in de bekkens vertegenwoordigd, maar in de mesocosmstudie, zoals ingezet in 2015 ingezet, kunnen effecten van staalslakken en breukstenen beter geïsoleerd worden van de autonome processen die in de bekkens plaats vinden.

Er zijn voor drie metalen een milieukwaliteitsnorm vastgesteld (OSPAR 2009). In de huidige monitoring wordt kwik niet overschreden terwijl voor lood (vooral in zakpijpen) en cadmium (Japanse oester en in mindere mate voor de mossel en geweispons) wel overschrijdingen waargenomen zijn. Omdat overschrijdingen zowel op de referentie- als op de stortlocaties waargenomen zijn kan dit niet direct toegeschreven worden aan het storten van de staalslakken en breukstenen.

1 Inleiding

De stromingen in de Ooster- en Westerschelde zorgen lokaal voor erosie van de oevers en geulwanden. Om dat proces tegen te gaan, is er in 2008 (pilot) en 2009 (structureel) begonnen om op die locaties waar deze erosie de stabiliteit van de waterkering in gevaar brengt of de reeds bestaande oeverwerken ondermijnt, 'bestortingen' uit te voeren om de oevers te beschermen. Deze bestortingen zijn uitgevoerd met staalslakken en breukstenen. Beide materialen zijn qua fysische eigenschappen goed geschikt voor dijkverzwaring en voldoen aan de kwaliteitseisen uit het Besluit Bodemkwaliteit. Breuksteen is een natuursteen die uit steengroeven wordt gewonnen, en een staalslak is een steenachtig product dat overblijft bij de productie van staal. Door het gebruik van staalslakken en breukstenen kunnen er mogelijk zware metalen in het water terecht komen wat effecten zou kunnen hebben op aanwezige biota.

Welke metalen uitlogen en in welke mate is afhankelijk van de samenstelling van de breukstenen en staalslakken. Het is bekend dat uit breukstenen de volgende metalen uit kunnen logen: arseen (As), barium (Ba), cadmium (Cd), kobalt (Co), molybdeen (Mo), fluoride (F), kwik (Hg), molybdeen (Mo), sulfaat (S), antimoon (Sb), seleen (Se), tin (Sn), vanadium (V). Het aantal metalen dat bekend is bij uitloging van staalslakken is beperkter: aluminium (Al), barium (Ba), cadmium (Cd), chroom (Cr), ijzer (Fe), fluoride (F), mangaan (Mn), molybdeen (Mo), antimoon (Sb), seleen (Se) en vanadium (V) (zie Heuvel-Greve e.s. 2010 en referenties daarin).

Om met zekerheid vast te kunnen stellen dat er geen negatieve effecten optreden op het mariene milieu n.a.v. de oeververdediging is door Rijkswaterstaat besloten om een monitoringsprogramma uit te voeren. Het doel van dit monitoringsprogramma is om inzicht te krijgen in gehalten aan zware metalen in aanwezige biota meerdere jaren na het aanbrengen van vooroeververdediging.

Tabel 1: Samenvattend overzicht van de monitoring naar accumulatie van zware metalen in biota in de Oosterschelde en Westerschelde in chronologische volgorde inclusief referentie naar rapportages. Een overzicht gespecificeerd per cluster wordt weergeven in Tabel 5 van Bijlage A.

Jaar	Trans-formatie	Doel	Rapport
2009	T0	• Bepaling van gehalten van zware metalen in verschillende dominant aanwezige epifaunasoorten op de locatie vóór het storten van de staalslakken en breukstenen	Van den Heuvel-Greve e.a. (2009)
2010	T1	• Accumulatie van zware metalen analyse	Van den Heuvel-Greve e.a. (2011)
2011	T2	• Accumulatie van zware metalen in een 6-tal biota : – Blaaswier *Fucus vesiculosus*, – Mossel *Mytilus edulis*, – Japanse oester *Crassostrea gigas*, – Zakpijpsoorten *Ciona intestinalis* en *Styela clava* – Geweispons *Haliclona oculata*	Van den Heuvel-Greve e.a. (2012)
2012	T3	• Accumulatie van zware metalen in twee biotasoorten op Zeelandbrug-pijler: – Mossel *Mytilus edulis* – Japanse oester *Crassostrea gigas* • Toxiciteitstesten met Molybdeen	Van den Heuvel-Greve e.a. (2013) Glorius e.a. (2013)
2013	T4	• Accumulatie van zware metalen in twee biotasoorten op Zeelandbrug-pijler: – Mossel *Mytilus edulis* – Japanse oester *Crassostrea gigas*	Tangelder e.a. (2014a), Schellekens e.a. (2014)

Jaar	Trans-formatie	Doel	Rapport
2014	T5(/T0)	• Accumulatie van zware metalen in een 7-tal biotasoorten op verschillende locaties (zie Tabel 2) in Oosterschelde en Westerschelde: – Mossel *Mytilus edulis*, – Japanse oester *Crassostrea gigas*, – Platte oester *Ostrea edulis*, – Zakpijpsoorten *Ciona intestinalis, Styela clava* en *Ascidiella aspersa*, – Kreeft *Homarus gammarus* • Accumulatie van zware metalen in Kreeften *Homarus gammarus* bij de Zeelandbrug, Wemeldinge (T0) en 2 referentie locaties	Dit rapport, Tangelder e.a. (2015b in voorbereiding) Tangelder e.a. (2015a)

In tabel 1 is een samenvattend overzicht opgenomen van de monitoring die tot dusverre heeft plaatsgevonden en is gerapporteerd. In 2009 is begonnen met de bepaling van gehalten van zware metalen in dominant aanwezige epifaunasoorten op stortlocaties vóór het storten van de staalslakken en breukstenen (Cluster I locaties). De meeste van deze locaties zijn vervolgens ook in 2010 (T1) en 2011(T2) bemonsterd om uitloging van metalen uit staalslakken en breukstenen en accumulatie daarvan op de aanwezige biota te bepalen. Vanwege kostenoverwegingen zijn monitoringsactiviteiten sinds 2012 ingeperkt. Dientengevolge zijn voor de T3 (2012) en T4 (2013) monitoring alleen op de Zeelandbrug (Oosterschelde) de mossel en Japanse oester bemonsterd. In 2014 is besloten wederom een uitgebreidere bemonstering uit te voeren waarbij meerdere biota en locaties bemonsterd zijn. De T0-T2 bemonsteringen zijn leidend geweest voor de opzet van de bemonstering in 2014. Naast de T5 metingen voor de Cluster I locaties zijn er nieuwe locaties toegevoegd. De nieuwe locaties betreffen Cluster III locaties waarbij geplande stortactiviteiten in 2015 plaats zullen vinden. De metingen op deze cluster III locaties (uitgevoerd in 2014) gelden daarom als T0 bepalingen (situatie vóór het aanbrengen van stortmateriaal).

Dit rapport beschrijft de resultaten van de metaalanalyses in biota bemonsterd op verschillende locaties in de Oosterschelde en Westerschelde. Hierbij wordt onderscheid gemaakt naar (1) de langlopende reeks in mossel *Mytilus edulis*, Japanse oester *Crassostrea gigas* en de doorzichtige zakpijp *Ciona intestinalis* op de Zeelandbrug waarbij ingegaan wordt op de jaarlijkse variatie in metaalconcentratie en een mogelijke trend in de tijd (2009-2014), en (2) de verschillen tussen locaties, type stort en referentie locaties, en verschillen tussen biota soorten gericht op de bemonstering uitgevoerd in 2014. Resultaten van deze studie dienen als input voor een samenvattende rapportage, Tangelder e.a. (2015b, in voorbereiding), waarin de verschillende onderdelen in onderling perspectief geplaatst worden evenals implicaties voor toekomstige monitoractiviteiten. Dit omvat naast analyse van zware metalen een samenvatting van epi- en infauna bestandsopname van zowel hard als zacht substraat (uitgebreid beschreven in De Kluijver e.a. (2015, in voorbereiding) en in Tangelder e.a. (2015c, in voorbereiding).

2 Methoden

2.1 Bemonstering biota

Tussen eind juli en begin september zijn in 2014 verschillende dominante epifauna soorten bemonsterd door Stichting Zeeschelp om gehalten aan metalen te bepalen om zodoende mogelijke effecten van vooroeververdediging te bepalen (zie voor details Kluijver e.a. 2015). In 2014 zijn er meerdere locaties bemonsterd om een bekkenwijde respons voor meerdere stortlocaties te bepalen. Dit betrof aan de ene kant locaties die reeds bemonsterd zijn tussen 2009-2011 waarbij de 2014 bemonstering de T5 meting weergeeft, anderzijds betrof dit locaties die gelden als nieuwe stortlocaties en waar in 2014 de T0 bemonstering voor uitgevoerd is, zie voor een overzicht Tabel 5 in Bijlage A. Op iedere locatie zijn de dominant aanwezige soorten verzameld voor analyse, echter niet op iedere locatie konden alle soorten verzameld worden. Bijlage E & F geven gedetailleerd weer welke soorten op welke locaties in welke jaren zijn bemonsterd. Voor een kaart met de verschillende bestorting en bemonsteringslocaties wordt verwezen naar het samenvattend eindrapport, Tangelder e.a. (2015a, in voorbereiding).

Van iedere soort zijn per monster meerdere individuen samengenomen en gehomogeniseerd tot een mengmonster. Op iedere locatie is op drie posities een monster verzameld die onafhankelijk van elkaar geanalyseerd zijn (triplo) (zie voor details De Kluijver e.a. 2015, in voorbereiding). Voor de analyse van schelpdieren is uitsluitend schelpdiervlees gebruikt voor analyse, voor de overige biota is het hele organisme meegenomen voor analyse. Soms is het echter niet gelukt om op elke locatie 3 monsters te verzamelen (gebrek aan materiaal), en zijn er derhalve maar 1 of 2 waarnemingen beschikbaar. Vooral in de eerste jaren van het monitoringsprogramma zijn er veelal slechts 1 of 2 monsters verzameld. Bijlage G & H geven aan hoeveel monsters er per soort, per locatie voor een specifiek jaar geanalyseerd zijn.

Na bemonstering zijn de monsters gekoeld getransporteerd en opgeslagen in kunststofmaterialen (PP, PE en PVC). De pincetten die gebruikt zijn tijdens deze handeling zijn eveneens van kunststof. De monsters zijn opgeslagen bij -26 ^{0}C, in gewassen, zuur- en demi-gespoelde glazen flessen, afgedicht met Idpe-inlegstop en PP-schroefdeksel. De schelpdieren zijn voor de duur van een nacht verwaterd voordat ze in de vriezer zijn opgeslagen. Verwatering vond plaats in een continue doorstroomd kunststofaquarium van ongeveer 500 liter, met gefilterd zeewater afkomstig uit de Oosterschelde (Jacobahaven).

2.2 Analysemethode & detectielimiet

De keuze van de te analyseren metalen in 2014 is gebaseerd op de lijst van zware metalen die in het Besluit Bodemkwaliteit staan. Het betreft de volgende stoffen: As (arseen), Ba (barium), Cd (cadmium), Co (kobalt), Cr (chroom), Cu (koper), Hg (kwik), Mo (molybdeen), Ni (nikkel), Pb (lood), Sb (antimoon), Se (seleen), Sn (tin), V (vanadium) en Zn (zink). Additioneel op deze stoffenlijst zijn ook Al (aluminium), Fe (ijzer) en Mn (mangaan) geanalyseerd, omdat deze metalen niet op de lijst van zware metalen van het Besluit Bodemkwaliteit staan, maar ook uit staalslakken kunnen logen (Jonkers 1987). Dezelfde set is in voorgaande jaren geanalyseerd.

De metaalanalyses zijn uitgevoerd door TNO Triskelion te Zeist. Na homogenisatie is een deel van het monster in duplo ontsloten met salpeterzuur en waterstofperoxide, volgens TNO voorschrift LSP/072. In de verkregen oplossing is het gehalte bepaald m.b.v. ICP-MS, volgens TNO voorschrift LSP/055. De kwantificering vindt plaats aan de hand van externe kalibratiestandaarden en om te corrigeren voor fluctuaties in de apparatuur is gebruik gemaakt van een interne standaard (rhodium). Concentraties zijn teruggerekend naar eenheden per droogstofgewicht. Voor het bepalen van het droge stofgehalte is het gewogen monster gedroogd in een stoof (103 ± 3°C) tot constant gewicht en na afkoelen in een exsiccator terug gewogen.

De detectielimiet of aantoonbaarheidsgrens van een analyse is de laagste waarde die gerapporteerd kan worden. Beneden deze grens vallen de waarden binnen de ruis van de bepaling en kan geen betrouwbaar gehalte worden opgegeven. De detectielimiet kan op verschillende manieren worden vastgesteld. In de analyse uitgevoerd door TNO is de detectielimiet de laagste standaard uit de kalibratie curve aangehouden als onderste te bepalen waarde. Het ene metaal is door de gebruikte apparatuur in lagere concentraties te meten dan andere, dus er bestaan verschillen in detectielimieten tussen verschillende metalen. De detectielimiet van een metaal in een monster is echter ook afhankelijk van de hoeveelheid (massa) monster die is ingewogen voor de bepaling en is daarmee dus voor elk monster verschillend. Wordt 2x meer ingewogen van eenzelfde monster dan zal de detectielimiet 2x lager zijn. Er kunnen dus verschillen in detectielimieten zijn van een metaal binnen 1 gemeten jaar (tot 3 monsters dus 3 detectielimieten per metaal per jaar), maar uiteraard ook tussen jaren.

2.3 Berekening Pollution Load Index

De Pollution Load Index (PLI) is berekend als maat voor de totale metaalvervuiling (Tomlinson et al. (1980)). De formule om de PLI te berekenen wordt hieronder weergegeven. In feite betreft de index het geometrisch gemiddelde van de concentraties van metalen.

$$PLI = \sqrt[n]{CF_1 \times CF_2 \times \ldots CF_n}$$

n = aantal metalen opgenomen in de index
CF_1 = concentratie metaal nr. 1
CF_2 = concentratie metaal nr. 2
CF_n = concentratie metaal nr. n

De metalen Sb (antimoon) en Sn (tin) zijn in de PLI-berekening buitenbeschouwing gelaten omdat gehalten in verreweg de meeste gevallen onder de detectielimiet lagen (>65%). Voor de overige metalen zijn alle meetwaarden meegenomen, ook die onder de detectielimiet liggen, zodat de PLI-waarde altijd op eenzelfde aantal metalen is gebaseerd.

2.4 Data analyse

2.4.1 Trends in de tijd voor mossel, oester en zakpijp op de Zeelandbrug Pijler

Omdat er op voorhand geen voorspelling is gedaan hoe trends in de tijd zouden moeten verlopen is er op een exploratieve manier gekeken waarbij verschillende verbanden onderzocht zijn. Voor al de geanalyseerde metalen, droge stof en PLI-waarde is bekeken:

1. een lineair toe- dan wel afname in metaalgehalten over de tijd (jaren),
2. een plotselinge verhoging dan wel verlaging in metaalgehalte
3. een verhoging dan wel verlaging in individuele jaren

1. Een gestaagde toe- dan wel afname in metaalgehalten over de tijd is onderzocht aan de hand van lineaire (least squares) regressielijnen. Hiervoor is het volgende model gedefinieerd:

$$y_i = \text{intercept} + \beta_1 \cdot \text{jaar}_\text{i} + \varepsilon_\text{i}$$

y	metaalgehalte
jaar	verklarende factor
$\varepsilon_i = N(0,\sigma^2)$	de door het model niet verklaarde variatie waarvan verondersteld is dat deze normaal verdeelt is rondom de waarde 0.
$i = 1,2,\ldots$	de observaties (genomen monsters)

Om te onderzoeken of er sprake is van een significante trend wordt getoetst of de null hypothese (de geschatte parameterwaarde $\beta = 0$) al dan niet verworpen moet worden (F-test met 0.05 significantie niveau). Berekeningen zijn uitgevoerd in R (R Development Core Team (2014)).

2. Om vast te stellen of er plotselinge veranderingen opgetreden zijn in metaalgehalten is een 'changepoint' analyse uitgevoerd. In deze analyse wordt bekeken of en op welk moment in de tijd de statistische eigenschappen van een getallenreeks significant veranderd (nul hypothese = geen plotselinge verandering). In de analyses die hier uitgevoerd zijn is bekeken of en waar er een (enkele) sprong aanwezig is in gemiddelde metaalgehalten. Berekeningen zijn uitgevoerd in R (R Development Core Team (2014)) met functies beschikbaar binnen het pakket 'changepoint' (Killick e.a., 2014).

3. Als laatste zijn verschillen in metaalgehalten tussen de jaren getoetst met ANOVA in combinatie met een Tukey posthoc test.

Metaalgehalten zijn weergegeven in grafieken waaraan de uitkomsten van de bovenstaande analyses toegevoegd zijn. Metaalgehalten die onder de detectielimiet liggen zijn voorzien van een zwarte stip. Lineaire verbanden zijn, wanneer significant bevonden ($p<0.05$), met grijze stippellijnen weergegeven. De richtingscoëfficiënt, correlatiecoëfficiënt en p-waarde is in dat geval in de grafiek weergegeven. Als modelvalidatie zijn de residuals (de afwijkingen van de datapunten t.o.v. de door het model voorspelde waarden) bekeken om te zien of deze normaal verdeeld zijn en om vast te stellen of de variatie hetzelfde is voor de verschillende jaren. Plotselinge veranderingen in gemiddelde waarden zijn weergegeven met horizontale lijnen, en verschillen tussen jaren zijn weergeven met letters. Op basis van de grafieken is vastgesteld of aan de voorwaarden voor de statistische analyses (normale verdeling, gelijke variatie, invloed uitschieters etc) voldaan wordt en dus of voorspelde verbanden betrouwbaar zijn.

2.4.2 Vergelijking tussen soorten, locaties en type stort

Om het verschil tussen soorten, locaties en type stort te onderzoeken zijn verschillende dataselecties gemaakt om op die manier onderscheidt te maken in verklarende variabelen. Het verschil in metaalaccumulatie tussen soorten is onderzocht door te kijken naar het verschil in metaalgehalten in soorten bemonsterd in 2014 op de Zeelandbrug waarbij ook referentielocatie Zuidbout meegenomen is. In dat jaar zijn op die locaties drie zakpijpsoorten bemonsterd (*Styela clava, Ciona intestinalis en Ascidiella aspersa*), de Japanse oester (*Crassostrea gigas*) en platte oester (*Ostrea edulis*), de mossel (*Mytilus edulis*) en de kreeft (*Homarus gammarus*).

Om potentiele locatieverschillen te onderzoeken zijn de metaalgehalten in weefsel van blaaswier (*Fucus vesiculosus*) en Japanse oesters (*Crassostrea gigas*) bemonsterd op verschillende locaties in 2014 vergeleken. Het betreft de Oosterscheldelocaties Gorishoek, Wemeldinge, Zeelandbrug en Schelphoek en de Westerscheldelocaties Hoedekenskerke en Ritthem.

De invloed van een nieuwe ondergrond van staalslakken dan wel breukstenen is onderzocht door de metaalaccumulatie in weefsel van de zakpijpsoorten *Styela clava* en *Ciona intestinalis* bemonsterd op de Zeelandbrug in 2011 en 2014, de zakpijpsoort *Ascidiella aspersa* en de kreeft *Homarus gammarus* bemonsterd op de Zeelandbrug in 2014 en de Japanse oester *Crassostrea gigas* bemonsterd op de Zeelandbrug, Schelphoek en Hoedekenskerke in 2014 op de verschillende ondergronden te vergelijken.

Verschillen in metaalaccumulatie (tussen soorten en ondergronden) zijn univariaat onderzocht door PLI-waarden te vergelijken. Daarnaast zijn metaalgehalten multivariaat onderzocht met 'Principale-Componenten Analysis' (PCA) oriëntaties. In een PCA wordt de variatie in metaalgehalten tussen de monsters gereduceerd door de variatie tussen monsters weer te geven in een beperkter aantal hoofdcomponenten (assen).

Het resultaat is een ordinogram waarbij de, in metaalaccumulatie, op elkaar gelijkende monsters dicht bij elkaar komen te liggen en de onderling sterk verschillende monsters ver van elkaar af liggen. Door de vergelijking van groepen van monsters te vergemakkelijken zijn de centrumpunten van de groepen berekend en opgenomen in de oriëntatie-grafiek. Ook zijn de afstanden van deze centrumpunten tot de verschillende metalen berekend en tussen groepen vergeleken om vast te stellen welke metalen gehalten relatief hoog zijn.

Metaalgehalten zijn z-getransformeerd om te corrigeren voor verschillen in range. Hieruit is een gelijkheidsmatrix berekend op basis van Euclidean afstanden (lineaire relaties) waarop de eigenanalyse plaatsvind die als basis dient voor de oriëntatie. Metalen die in meer dan 75% van de gevallen onder de detectielimiet liggen zijn verwijderd voor analyse.

Naast de PCA-oriëntaties zijn de onbewerkte metaalgehalten grafische weergegeven in grafieken om een juiste interpretatie te faciliteren.

3 Resultaten

3.1 Trend in de tijd voor locatie Zeelandbrugpijler (2009-2014)

Japanse oesters en mosselen zijn jaarlijks bemonsterd op de Zeelandbrugpijler en deze dataset is daarom zeer geschikt om jaarlijkse ontwikkelingen in metaalgehalten te volgen (zie ook tabel 2). Zakpijpen *Ciona intestinalis* zijn op deze locatie in 2009, 2010, 2011 en 2014 bemonsterd. Biota aanwezig op de pijler staan onder invloed staan van zowel staalslakken als breukstenen (SSBS). De organismen zijn niet direct verzameld op de oeververdediging maar op een hoogte boven de verdediging waarbij aan de ene kant breuksteen en aan de andere kant staalslakken gebruikt zijn om de oevers te verstevigen. In Figuur 1 wordt de trend van alle metalen gezamenlijk beschouwd (PLI) en daarmee wordt een algemeen overzicht gegeven van de verschillen in metaalgehalten vóór en meerdere jaren na het aanbrengen van de vooroeververdediging voor mossels, oesters en zakpijpen afzonderlijk. Bijlage B geeft een overzicht van alle afzonderlijke geanalyseerde metalen inclusief de resultaten van de statistische analyses.

3.1.1 Mosselen (Mytilus edulis)

Uitgedrukt in PLI liggen metaalgehalten in mosselweefsel twee jaar na het aanbrengen van vooroeververdediging (T2=2011) hoger in vergelijking tot de jaren 2010, 2012 en 2014 (Figuur 1). De metalen aluminium (Al), en ijzer (Fe) dragen het sterkst bij aan de hoge PLI-waarde in 2011 en laten statistisch significante verschillen in gemiddelde waarden zien tussen de jaren 2011 en 2012 wat een indicatie kan zijn voor een sterke verandering tussen deze jaren (Bijlage B). Ook voor chroom (Cr), kwik (Hg), mangaan (Mn), nikkel (Ni), lood (Pb), antimoon (Sb) en vanadium (V) liggen de gehalten in 2011 statistisch significant hoger, waarbij aangemerkt moet worden dat het niet bekend is of lood en nikkel kunnen uitlogen uit breukstenen of staalslakken (zie ook pagina 7). Daarnaast is van belang dat antimoongehaltes vrijwel alle jaren onder de detectielimiet lagen en de gerapporteerde waardes met voorzichtigheid moeten worden gelezen.

Molybdeen (Mo) gehalten zijn in 2011 en 2012 hoger ten opzichte van 2009-2010 en in 2013 en 2014 statistisch significante lager dan in 2011 - 2012. In 2014 zijn de waardes vergelijkbaar met 2010. Voor de overige metalen (As, Ba, Co, Cu, Se, Sn, Zn) kan geen duidelijke toe- of afname geconstateerd worden behalve voor cadmium (Cd). Cd lijkt onverminderd toe te nemen met 0.07 $mgkg^{-1}$ droge stof per jaar. Hierbij dient opgemerkt te worden dat de trendlijn sterk bepaald wordt door één waarneming in 2010 met gehalten die onder de detectielimiet ligt.

Omdat er voor mosselen geen metingen beschikbaar zijn op referentielocaties kan er geen onderscheid gemaakt worden tussen autonome ontwikkelingen in het gebied en invloed van bestorting. Het is daarom niet bekend of de jaarlijkse variatie natuurlijke variatie betreft of een effect is van uitloging van metalen uit oeververdediging of een natuurlijke variatie betreft. Omdat er in 2009 (T0) slechts één monster geanalyseerd is kan deze niet meegenomen worden in statistische analyse, en de verschillen tussen duplo's/triplo's in opvolgende jaren laat zien dat een behoorlijke variatie verwacht mag worden tussen monsters verzameld op dezelfde locatie. Wel is het opvallend de (ene) T0 meting voor veel metalen lager ligt in vergelijking tot gehalten in 2011.

3.1.2 Japanse oester (Crassostrea gigas)

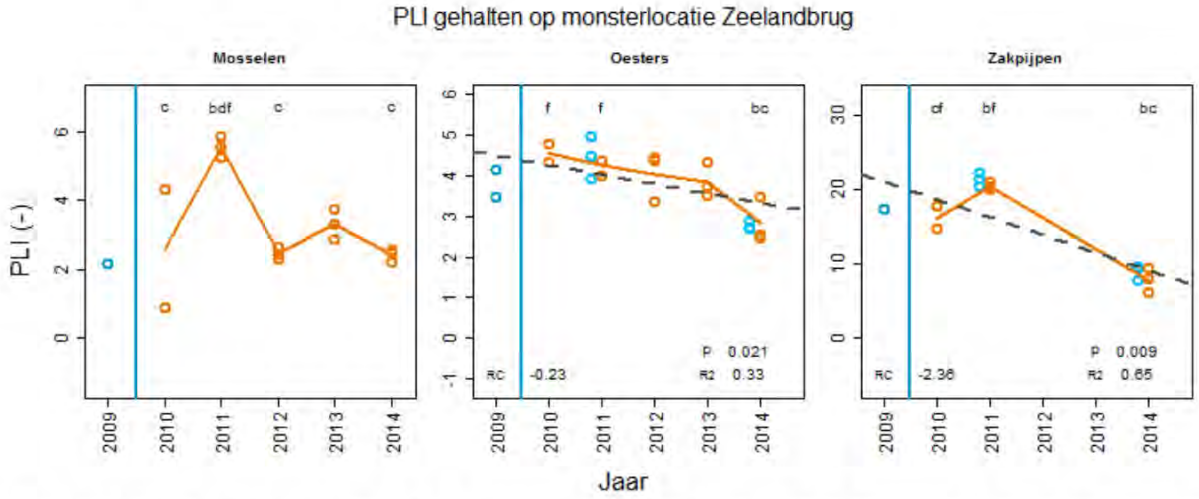
Uit de analyses voor Japanse oester op de Zeelandbrugpijler lijkt, wanneer alle metalen gezamenlijk beschouwd worden (PLI), PLI waarden 1 jaar na bestorting niet significant hoger te liggen en daarnaast het metaalgehalte in oesterweefsel gestaag af te nemen (significante lineaire regressie, RC=-0.23, $p<0.021$, Figuur 1). De metalen aluminium (Al), kobalt (Co), chroom (Cr), kwik (Hg) en lood (Pb) dragen voor een belangrijk deel bij aan deze afname en laten allen een significant dalende trend zien.

Molybdeen (Mo) laat ook een continue afname zien, waarbij er een sterke afname wordt waargenomen tussen de jaren 2010 en 2011. De verandering in nikkelgehalte (Ni) is vergelijkbaar met molybdeen, maar ondanks hoge waardes in 2010 liggen deze onder de detectielimiet waardoor gemeten waarden onzeker zijn. De verschillen in detectielimiet tussen jaren is afhankelijk van de hoeveelheid materiaal dat gebruikt is voor analyse, en omdat er in 2010 minder materiaal is ingewogen ligt de detectielimiet in dat jaar hoger (zie ook sectie 2.2).

In tegenstelling tot mossel zijn voor Japanse oester in 2011 en 2014 wel monsters geanalyseerd afkomstig van de referentielocatie Zuidbout. De metaalconcentratie in oesterweefsels van oesters bemonsterd op de referentielocatie laten eenzelfde afnemende trend zien. De gehalten zijn vergelijkbaar met die van oesters bemonsterd op de Zeelandbrugpijler onder invloed van de vooroeververdediging met staalslakken en breukstenen. Er kan daarom niet zondermeer geconcludeerd worden dat de initiële toename één jaar na storten en de daaropvolgende afname een effect is van het aanbrengen van de vooroeververdediging, maar dat de verschillen tussen jaren eerder verklaard kunnen worden door autonome ontwikkelingen in dit gebied.

3.1.3 Zakpijp (Ciona intestinalis)

Vanwege kostenoverwegingen zijn in 2012 en 2013 geen *Ciona intestinalis* bemonsteringen uitgevoerd op de Zeelandbrug waardoor de trend in de tijd voor deze soort minder betrouwbaar bepaald kan worden. Metaalgehalten in 2011 zijn over het algemeen hoger dan in 2014, zowel op de referentielocatie als de locatie die onder invloed staan van oeververdediging. Ondanks dat niet statistisch onderbouwd is het opvallend dat ook de PLI waarden in 2014 lager liggen dan de enkele T0-waarde. De metalen lood (Pb), nikkel (Ni) en zink (Zn) laten geen jaarverschillen zien.



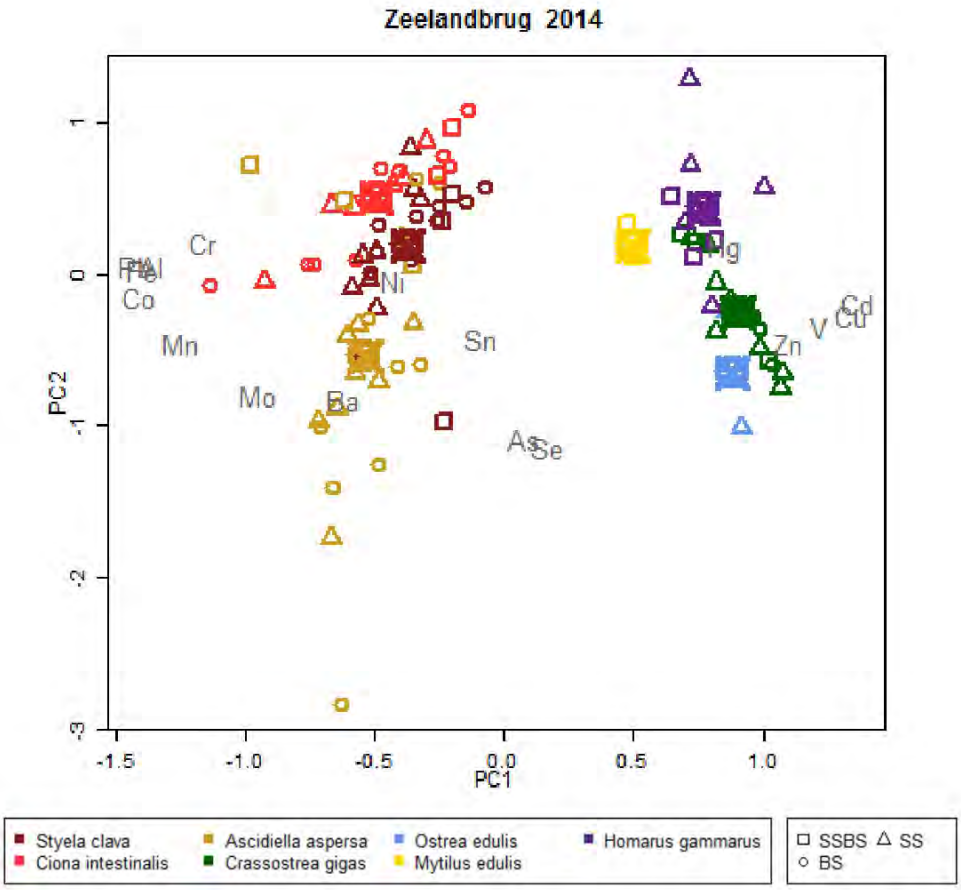
Figuur 1: Trend in metaalgehaltes (PLI) in mosselen (Mytilus edulis), oesters (Crassostrea gigas) en zakpijpen (Ciona intestinalis) op de Zeelandbrugpijler van 2009 tot en met 2014. Donker blauwe datapunten geven T0 bemonstering weer, verticale lijn scheidt jaren voor en na stort van oeververdediging. Licht blauwe punten betreffen metingen op de referentielocatie Zuidbout.

3.2 Vergelijking tussen soorten, locaties en type stort materiaal

In 2014 is er een groot aantal soorten en locaties bemonsterd, waarbij organismen zowel op breukstenen (BS), staalslakken (SS), een combinatie van beiden (SSBS) en op referentielocaties (REF) verzameld zijn.

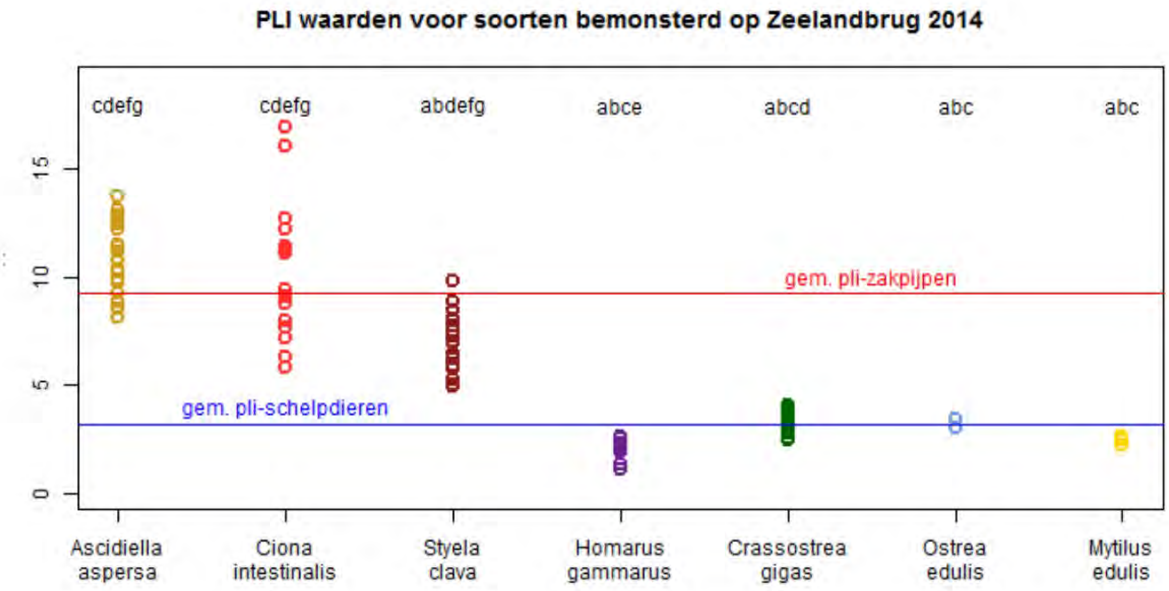
3.2.1 Verschillen tussen soorten

De opname en ophoping van zware metalen door planten en dieren varieert sterk, zowel tussen soorten als tussen metalen. Grote verschillen in metaalaccumulatie worden ook hier gevonden waarbij de invloed van het type ondergrond vele male kleiner is dan het verschil tussen soorten en tussen metaal, zie Figuur 2 en Bijlage C.



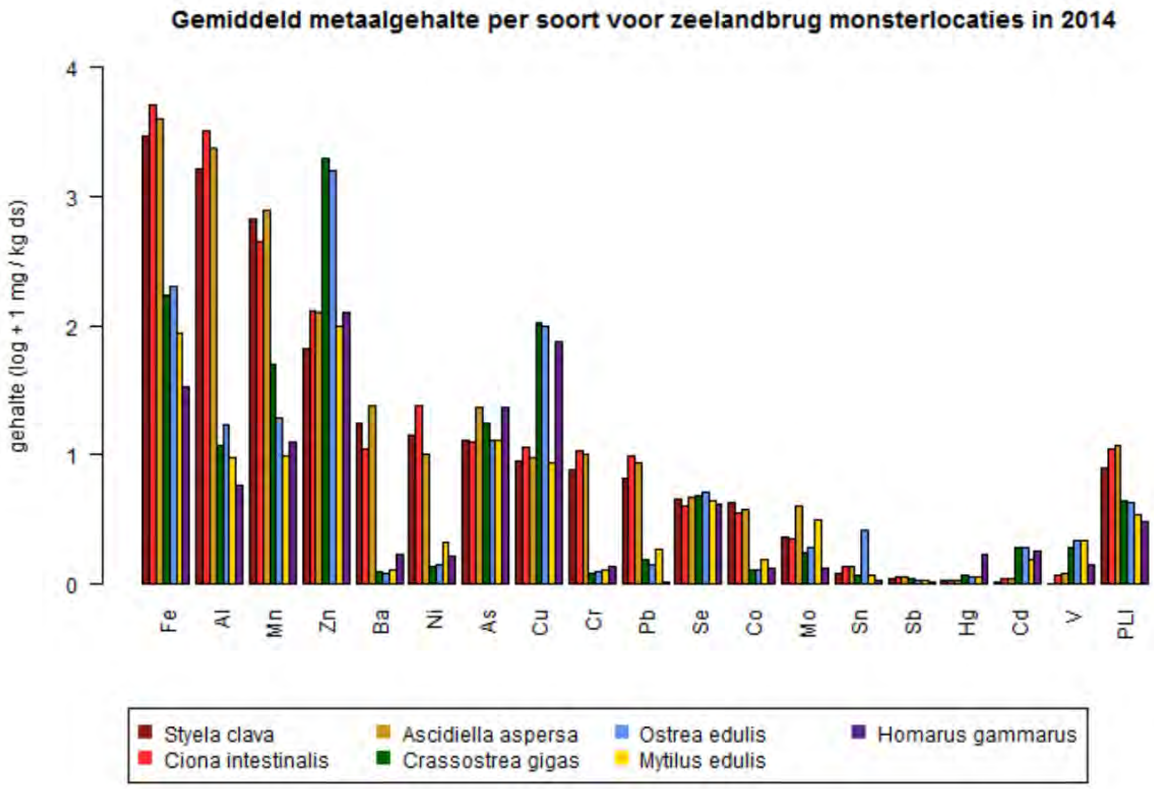
Figuur 2: Principal component (PCA) oriëntatie op z-gestransformeerde metaalgehalte in de zakpijpsoorten Styela clava, Ciona intestinalis en Ascidiella aspersa, de oesters Crassostrea gigas en Ostrea edulis, de mossel Mytilus edulis en de kreeft Homarus gammarus bemonsterd op de Zeelandbrug in 2014. Scaling factor 2 (nadruk op metaalverschillen). Metalen met meer dan 75% meetwaarden onder de detectielimiet zijn buitenbeschouwing gelaten.

Wanneer alle metalen gezamenlijk beschouwd worden (PLI) dan blijkt de metaalaccumulatie in de zakpijpsoorten *Styela clava*, *Ciona intestinalis* en *Ascidiella aspersa* een factor 2.8 hoger te liggen vergeleken met de schelpdieren *Crassostrea gigas, Ostrea edulis, Mytilus edulis* (Figuur 3 en Bijlage C). De hoogste metaalgehalten (uitgedrukt in PLI-waarden) worden gemeten in de zakpijp *Ascidiella aspersa.* De hoge ijzer (Fe), aluminium (Al) en mangaan (Mn) gehalten in zakpijpen verklaren in grote mate de verschillen in PLI waardes tussen soorten, zie Bijlage C.



Figuur 3: PLI-waarden voor 3 zakpijpsoorten, kreeft, 2 oestersoorten en mossel bemonsterd op de Zeelandbrug in 2014. Significante verschillen worden aangegeven met lettercode.

Maar ook de relatieve gehalten van afzonderlijke metalen verschillen sterk tussen soorten (Figuur 4 en Bijlage C). Opvallend zijn de hoge waardes kwik (Hg) gemeten in het bruinvlees van de kreeften en de hoge zink (Zn) gehalte in oesters en koper (Cu) in oesters en kreeften waarbij gehalten hoger zijn dan gemeten in zakpijpen. Daarnaast liggen ook cadmium (Cd) en vanadium (V) gehalten in mosselen, oesters en kreeften hoger dan in zakpijpen.



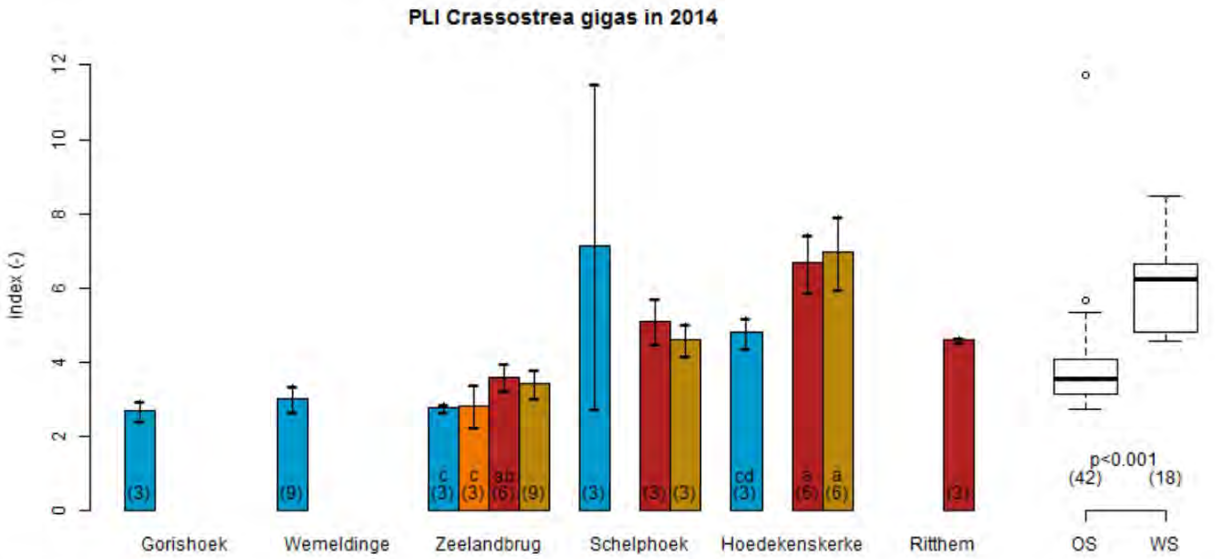
Figuur 4: Gemiddelde metaalgehalte per soort zoals gemeten op de bemonsteringslocaties rond de Zeelandbrug (stort locaties) en bij de Zuidbout (referentielocatie) in 2014.

3.2.2 Verschillen tussen bemonsteringslocaties

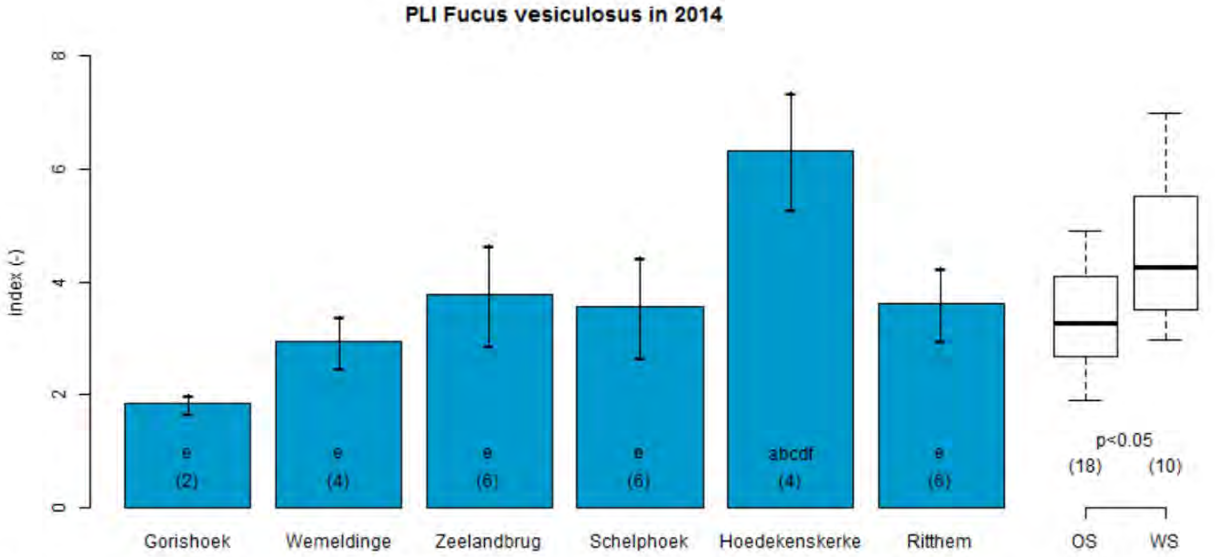
In Figuur 5 en 6 worden de PLI-waarden in oesterweefsel en blaaswier bemonsterd in 2014 weergegeven voor de monsterlocaties Gorishoek, Wemeldinge, Zeelandbrug en Schelphoek gelegen in de Oosterschelde en Hoedekenskerke en Ritthem gelegen in de Westerschelde.

Wanneer alle metalen gezamenlijk beschouwd worden (PLI), blijkt metaalgehalte in zowel oesterweefsel als blaaswier in de Westerschelde hoger ligt dan in de Oosterschelde met vooral hoge metaalgehalten bij Hoedekenskerke. De metalen koper (Cu) en zink (Zn) zijn opvallend hoger in de Westerschelde en voor specifiek Hoedekenskerke ook cadmium (Cd), aluminium (Al) en seleen (Se), zie Bijlage D.

In de Oosterschelde zijn voor blaaswier geen en voor oesters wel verschillen tussen locaties gevonden in PLI-waarden. In oesterweefsel van oesters bemonsterd in de Schelphoek (stroomafwaarts) liggen metaalgehalten hoger dan bemonsterd op de Zeelandbrug, Wemeldinge en Gorishoek (stroomopwaarts), zie Bijlage D. Hiervoor zijn aluminium (Al), kwik (Hg), molybdeen (Mo) en lood (Pb) vooral verantwoordelijk, zie Bijlage D. Er zijn geen verschillen gevonden tussen Gorishoek, Wemeldinge en Zeelandbrug in PLI-waarden. In de Westerschelde treden in uitsluitend blaaswier verschillen op tussen locaties. Metaalgehalten bij Ritthem (stroomafwaarts) zijn lager vergeleken met Hoedekenskerke. Barium (Ba), cadmium (Cd), kobal (Co), chroom (Cr), koper (Cu), nikkel (Ni) en seleen (Se) zijn hiervoor vooral verantwoordelijk.



Figuur 5: Links gemiddelde (±SD) Pollution Load Index (PLI) voor Japanse oesters verzameld op verschillende ondergronden en locaties in 2014. Blauwe bars zijn referente/T0 metingen, orange staalslakken + breukstenen, rood breukstenen en geel staalslakken. Bemonsteringslocaties in de Oosterschelde: Gorishoek, Wemeldinge, Zeelandbrug, Schelphoek, en in de Westerschelde: Hoedekenskerke en Ritthem. Rechts gehalten uitgedrukt per bekken. Significant verschillende PLI waardes tussen ondergrondtype worden aangegeven met letters binnen locaties (ANOVA, p<0.05; Tukey Post hoc). Hierbij zijn de volgende referentie en stortlocaties gekoppeld: Zuidbout aan Zeelandbrug, Schelphoek-west II aan Schelphoek, Kappellebank aan Hoedenskerke, en voor Ritthem was geen referentielocatie beschikbaar in 2014. De PLI uitschieter bij Schelphoek wordt veroorzaakt door hoge kobalt (Co), chroom (Cr), molybdeen (Mo) en nikkel (Ni) gehalten, zie Bijlage D.



Figuur 6: Links gemiddelde (±SD) Pollution Load Index (PLI) voor blaaswier Fucus vesiculosus verzameld op verschillende locaties in 2014. Bemonsteringslocaties in de Oosterschelde: Gorishoek, Wemeldinge, Zeelandbrug, Schelphoek, en in de Westerschelde: Hoedekenskerke en Ritthem. Rechts gehalten uitgedrukt per bekken. Rechts gehalten uitgedrukt per bekken. Significant verschillende PLI waardes tussen locaties worden aangegeven met letters binnen locaties (ANOVA, p<0.05; Tukey Post hoc). Hierbij zijn de volgende referentie en stortlocaties gekoppeld: Zuidbout aan Zeelandbrug, Schelphoek-west II aan Schelphoek, Kappellebank aan Hoedenskerke, en voor Ritthem was geen referentielocatie beschikbaar in 2014. De PLI uitschieter bij Schelphoek wordt veroorzaakt door hoge kobalt (Co), chroom (Cr), molybdeen (Mo) en nikkel (Ni) gehalten, zie Bijlage D.

3.2.3 Effecten van het type stort materiaal

Het is bekend dat de metalen die mogelijk uitlogen kunnen verschillen tussen breukstenen en staalslakken en afhankelijk is van de samenstelling van het gebruikte materiaal (zie pagina 7; Heuvel-Greve e.a. 2010 en referenties daarin). Daarom is er een analyse uitgevoerd die gericht is op analyse van de afzonderlijke metalen (zie Bijlage E). Hiervoor is een selectie gemaakt van de data waarbij een groot aantal monsters en aanwezigheid van referentielocaties doorslaggevend was. In Tabel 2 worden de locaties, soorten en jaren weergegeven die in deze analyse opgenomen zijn.

Tabel 2: Aantal monsters per soort, jaar en ondergrond welke onderzocht zijn voor mogelijke effecten van het typen ondergrond op metaalgehalten.

		2011				2014			
Soort	**Locatie**	**Referentie**	**Breukstenen**	**Staalslakken**	**Staalslakken & Breukstenen**	**Referentie**	**Breukstenen**	**Staalslakken**	**Staalslakken & Breukstenen**
Ciona intestinalis	Zeelandbrug	3	9	9	3	3	9	6	3
Styela clava	Zeelandbrug	3	7	7	3	3	9	9	3
Ascidiella aspersa	Zeelandbrug					3	9	9	3
Crassostrea gigas	Zeelandbrug					3	6	9	3
	Schelphoek					3	3	3	
	Hoedekenskerke					3	6	6	
Homarus gammarus	Zeelandbrug					5		5	5

De multivariate analyses (PCA) laten een significant effect zien van ondergrondtype op metaalgehalten voor de zakpijpen *Styela clava* en *Ciona intestinalis* en voor Japanse oesters (locaties Zeelandbrug en Hoedekenskerke). Er worden in deze soorten relatief hoge metaalgehalten op een ondergrond van staalslakken en breukstenen in vergelijking tot referentielocaties, zie Tabel 6 & 7 in Bijlage E. Voor de zakpijpsoort *Ascidiella aspersa* worden geen verschillen met de referentielocatie gevonden tussen een ondergrond van breukstenen dan wel staalslakken. Voor Japanse Oesters bemonsterd bij Schelphoek en voor kreeften bemonsterd bij Zeelandbrug zijn metaalgehalten op ondergrond van staalslakken juist relatief laag in vergelijking tot de referentie.

Uit de PCA analyses valt verder op dat, in vergelijking tot referentielocaties, kwik (Hg) relatief vaak in hoge concentraties op zowel breukstenen en staalslakken gemeten wordt, seleen relatief vaak hoog is op een ondergrond van breukstenen en molybdeen (Mo) en cadmium (Cd) op een ondergrond van staalslakken, zie Figuur 16 in Bijlage E. Barium (Ba), kobalt (Co) en mangaan (Mn) gehalten zijn relatief vaak hoog op de referentielocaties.

Wanneer metaalgehalten in biota bemonsterd op de nieuw aangebrachte ondergrond van staalslakken en breukstenen worden vergeleken met gehalten op de referentielocatie dan valt op dat (1) verschillen erg afhankelijk zijn van de soort, het bemonsteringsjaar (voor zakpijpen) en de locatie (voor Japanse oesters) en (2) dat er geen specifieke metalen uitspringen maar verschillen optreden over de hele linie van metalen, zie Tabel 3 en Bijlage E.

In zakpijpen bemonsterd in 2011 zijn gehalten van veel metalen lager op de nieuwe ondergrond (6/18 metalen), in oesters (locaties Zeelandbrug en Hoedekenskerke) liggen gehalten voor veel metalen juist hoger op de nieuwe ondergrond (11/18 metalen) en voor kreeften zijn er weinig verschillen gevonden tussen de nieuwe ondergrond en referentielocaties. Metaalgehalten in zakpijpen bemonsterd in 2014

(Zeelandbrug) laten op de nieuwe ondergrond juist weer weinig verschillen met referentielocaties zien evenals Japanse oesters bemonsterd bij Schelphoek (2014).

Tabel 3: Overzicht van aantal significante verschillen tussen de nieuwe ondergrond en het referentiegebied. Verhoogde metaalgehalten links, verlaagde metaalgehalten rechts. Omdat het aantal gegevens voor oesters vele male groter was dan dat voor de overige soorten zijn oesters apart weergegeven. Zakpijpen (zwart) en kreeft (rood) zijn alleen op de Zeelandbrug bemonsterd, de cijfers geven aan welk jaar het betreft, 2011 (11) of 2014 (14). Oesters zijn alleen in 2014 bemonsterd maar wel op drie locaties, Zeelandbrug (Z), Schelphoek (S) en Hoedekenskerke (H).

verhoogd							verlaagd						
	Zakpijpen + kreeft Zeelandbrug			Oesters 2014				Zakpijpen + kreeft Zeelandbrug			Oesters 2014		
	BS	SS	SSBS	BS	SS	SSBS		BS	SS	SSBS	BS	SS	SSBS
Al							Al						
As						Z	As	11	11				
Ba							Ba	11	11		Z	Z	
Cd	11			Z			Cd						
Co				H	H		Co	11	11 (2)				
Cr					Z		Cr						
Cu				H	H		Cu	11	11				
Fe				Z	Z		Fe						
Hg				HZ	H		Hg			14			
Mn							Mn	11	11	11			
Mo				HZ	HZ		Mo		**14**				
Ni				H	H		Ni						
Pb			14	Z	Z		Pb						
Sb*							Sb*	14	14 (2)		S	S	
Se	11	11		HZ	HZ		Se						
Sn							Sn				S	S	
V					H		V				Z	Z	Z
Zn							Zn		11				
PLI				HZ	H		PLI						

*Alle gehalten onder de detectielimiet behalve voor kreeft.

4 Discussie

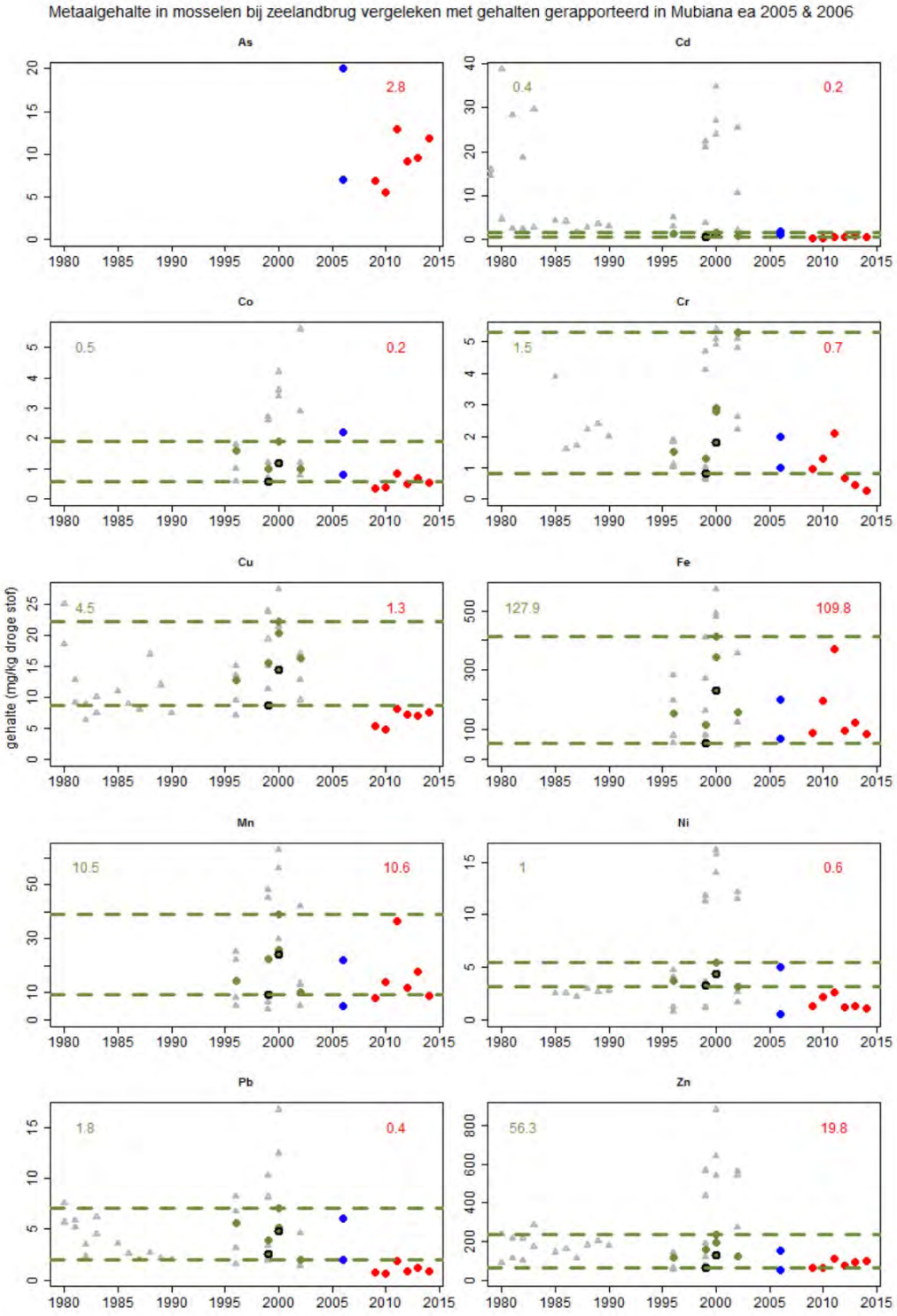
4.1 Trend in metaalgehalten in schelpdieren en zakpijpen

Trendanalyse (2009-2014) van de metaalgehalten in mosselen *Mytilus edulis*, Japanse oesters *Crassostrea gigas* en zakpijpen *Ciona intestinalis* op de Zeelandbrugpijler voorafgaand (T0) en vijf jaar na het storten (T1-T5) van breukstenen en staalslakken impliceert dat jaarlijkse variatie eerder verklaard kan worden door autonome ontwikkelingen dan door het storten van de oeververdediging. Ondanks de geleidelijke afname van metaalgehalten in Japanse oesters en zakpijpen na het aanbrengen van de vooroeververdediging op de Zeelandbrugpijler, blijkt dat de metaalgehalten in Japanse oesters en zakpijpen op de referentielocatie Zuidbout eenzelfde trend laten zien en vergelijkbare concentraties gemeten worden. Ook de afwezigheid van duidelijke verschillen in metaalgehalten voor (T0) en na (T1) bestorting wijzen op een geringe invloed van het storten van staalslakken en breukstenen op de gehalten aan zware metalen in lokaal levende epifauna.

Voor mosselen zijn geen gegevens beschikbaar van referentielocaties in de buurt van de Zeelandbrug. Opvallend was een toename van metalen in 2011, twee jaar na het aanbrengen van de oeververdediging. Echter, ook de metaalgehaltes in zakpijpen zijn veelal hoger in 2011 ten opzichte van 2010, maar voor deze soort zijn vergelijkbare gehalten waargenomen voor de Zeelandbrug en referentielocatie in 2011. Dit duidt erop dat ook voor mosselen niet uitgesloten kan worden dat de hogere concentraties in 2011 eveneens het gevolg zijn van autonome jaarlijkse variatie.

Gehalten aan zware metalen in biota verschillen zowel binnen als tussen jaren als gevolg van zowel biologische en fysisch-/chemische processen die de biologische beschikbaarheid van metalen bepalen. Op basis van eerder uitgevoerde studies door derden hebben we informatie toegevoegd aan onze bevindingen. In verschillende studies uitgevoerd door Mubiana en andere worden metaalgehalten in mosselen verzameld in zowel de Ooster- als Westerschelde gerapporteerd (Mubiana e.a., 2005 & Mubiana e.a., 2006). Ondanks methodologische verschillen kunnen deze gegevens gebruikt worden om een beter idee te krijgen over de natuurlijke variatie. Een significant seizoeneffect is aangetoond in mosselen bemonsterd in de Ooster- en Westerschelde met piekconcentraties tussen maart en april (tijdens de voortplanting) en lage concentraties in de wintermaanden (Mubiana e.a., 2005).

Mubiana en andere hebben ook gekeken naar trends in metaalgehalten in mosselweefsel over een wat langere periode. In beide studies van Mubiana is zowel naar de Oosterschelde als Westerschelde gekeken. Hieruit blijkt dat de verschillen tussen de Ooster- en Westerschelde gering zijn en dat voor beide bekkens een ruimtelijke trend waargenomen kan worden met hogere metaalgehalten landinwaarts. Wanneer de metaalgehalten in mosselen verzameld bij de Zeelandbrug in deze studie vergeleken worden met gerapporteerde gehalten bij Wemeldinge (de locatie uit studie van Mubiana die het dichts bij de Zeelandbrug ligt) waar mosselen verzameld zijn in 1996, 1999, 2000 en 2002 blijkt dat metaalgehalten in of onder de concentratierange vallen zoals door Mubiana e.a. gemeten, zie Figuur 7. De variatie in metaalgehalte (standaard deviatie) in mosselen gevonden in deze studie ligt voor de meeste metalen lager in vergelijking tot metaalgehalte gemeten in mosselen bij Wemeldinge omdat in de studie Mubiana en andere ook seizoen variatie meegenomen is; naast metingen in de zomer zijn er ook metingen uitgevoerd in de winter- en lentemaanden. Dit verklaart de hogere standaard deviatie in de studies van Mubiana.



Figuur 7: Historische metaalgehalten in mossel Mytulis edulis bemonsterd in de Ooster- en Westerschelde gerapporteerd in Mubiana e.a. 2005 & 2006 en in dit rapport. Rode stippen; metaalgehalten in mosselen verzameld bij de Zeelandbrug (deze studie). Blauwe stippen; minimale en maximale waarden in mosselen bemonsterd op 7 locaties in de Westerschelde en 6 locaties in de Oosterschelde (Mubiana e.a. 2006). Groene stippen; mosselen verzameld in de Oosterschelde bij Wemeldinge waarbij metingen in augustus en oktober zwart omlijnt zijn (Mubiana e.a. 2005), en grijze driehoeken: mosselen verzamelt in de Westerschelde op Westkapelle, Vlissingen, Ellewoutsdijk en Hansweert (Mubiana e.a. 2005). Linksboven standaarddeviatie van metaalgehalten in mosselen verzameld bij Wemeldinge, rechtsboven standaarddeviatie in mosselen verzameld bij de Zeelandbrug.

4.2 Verschillen in metaalaccumulatie tussen soorten

Uit deze studie blijkt dat de metaalaccumulatie tussen soorten sterk verschillend is en afhankelijk van het metaal. Gemiddeld gezien (PLI) liggen metaalgehalten hoger in zakpijpen in vergelijking tot schelpdieren (mosselen en oesters) en kreeften. Dit is echter niet voor alle metalen zo, uitzonderingen in de huidige database zijn kwik en arseen voor kreeften en zink voor oesters.

De sterke variatie in ophoping van metalen tussen soorten komt o.a. door (geo)chemische factoren (o.a. organisch gehalte, zuurgraad van het water) en soort-specifieke kenmerken zoals de voedselstrategie (hoe neemt een organisme zijn voedsel op), filtratiecapaciteit, en met name de manier waarop organismen fysiologisch omgaan met metalen. Sommige metalen zijn essentiële elementen voor een goed functionerend metabolisme en worden gereguleerd terwijl dit voor andere metalen niet zo is. Soorten kunnen metalen opnemen door uitloging van deze metalen in het water, maar ook door direct contact met de ondergrond. De mate van ophoping van metalen- en eventuele effecten van (verhoogde) gehalten varieert daarom zowel tussen soorten als voor metalen. De ene soort is gevoeliger voor effecten van het ene metaal, terwijl de andere soort gevoeliger is voor effecten van een ander metaal. Een uitvoerige beschrijving van toxiciteit van metalen die uit kunnen logen uit breukstenen en staalslakken is weergegeven in de literatuurstudie in Glorius & Van den Heuvel-Greve (2011).

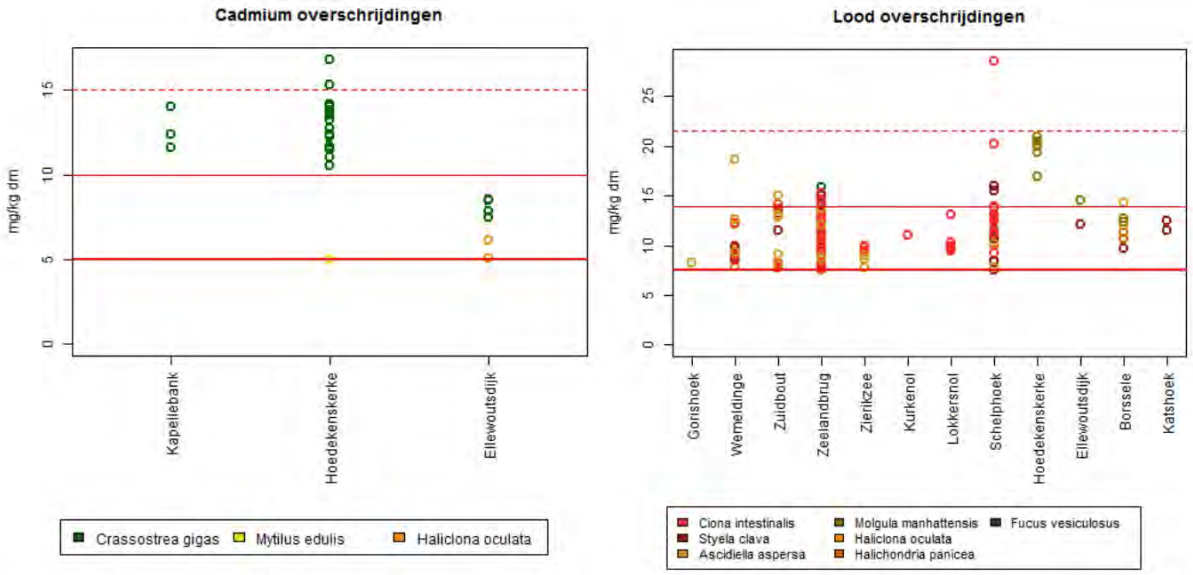
Door het vergelijken van gehalten aan zware metalen in organismen met bestaande normen voor biota kan ingeschat worden of een metaal effect kan geven. Normen voor metalen in biota zijn echter vrijwel niet beschikbaar. De KRW heeft voor drie prioritaire stoffen een MilieuKwaliteitsNorm (MKN) voor biota afgeleid: (methyl)kwik, hexachloorbenzeen en hexachloorbutadieen. De MKN voor (methyl)kwik is vastgesteld op 0,02 mg/kg natgewicht. In ongewervelde dieren is grofweg 50% van het gemeten kwik aanwezig in de vorm van (methyl)kwik. Het natgewicht gehalte aan kwik in organismen is om te rekenen aan de hand van het drooggewicht gehalte en het droge stof percentage. Als het berekende natgewicht gehalte vervolgens wordt gehalveerd kan toetsing aan de MKN-norm plaatsvinden.

Tabel 4 Normen voor metaalgehalten in biota, die toegepast worden binnen de KRW en OSPAR.

Metaal	Norm	Specificatie	Referentie
(Methyl)Kwik	0,02 mg/kg natgewicht	Voor biota	EC, 2008
Kwik	2,5 mg/kg drooggewicht	Voor mosselen en oesters	OSPAR, 2009
Lood	7,5 mg/kg drooggewicht	Voor mosselen en oesters	OSPAR, 2009
Cadmium	5,0 mg/kg drooggewicht	Voor mosselen en oesters	OSPAR, 2009

Voor kwik zijn geen en voor cadmium en lood zijn wel normoverschrijdingen (OSPAR) geconstateerd, zie Bijlage F en Figuur 8. Van de 28 overschrijdingen van de cadmiumnorm liggen er 21 boven 2x de normwaarde. Naast enkele beperkte overschrijdingen in mossel *Mytilus edulis* en geweispons *Haliclona oculata* zijn vooral voor oester C*rassotroseas gigas* veel en grote normoverschrijdingen geconstateerd. Oesters bemonsterd bij Hoedekenskerke en Kapellebank springen eruit met gehalten boven 2x de normwaarde, zie Figuur 8.

Van de 163 normoverschrijdingen voor lood liggen 21 overschrijdingen boven 2x de normwaarde waarbij zakpijpsoorten sterk vertegenwoordigd zijn. Op de locaties Schelphoek en Hoedekenskerke zijn de hoogste normoverschrijdingen geconstateerd, zie Figuur 8. Opgemerkt dient te worden dat het niet bekend is dat lood uit staalslakken en breukstenen kan uitlogen.



Figuur 8: Geconstateerde overschrijdingen van de OSPAR norm voor cadmium (links) en lood (rechts). De OSPAR norm wordt weergegeven met de horizontale dikke rode lijnen, de rode lijnen geven 2x de norm weer en de rode stippel lijnen 3x de norm.

4.3 Verschillen tussen locaties en bekken

Mubiana e.a. hebben gekeken naar verschillen in metaalaccumulatie in mosselen tussen de Oosterschelde en Westerschelde (Mubiana e.a., 2006). Uit deze studie blijkt dat metaalgehalten stroomopwaarts hoger zijn en er geen verschillen zijn tussen beide bekkens. Een hogere biologische beschikbaarheid in de (minder vervuilde) Oosterschelde als gevolg van groter aandeel van kleine zwevende deeltjes (<20 um) met een hoger koolstofpercentage wordt als voornaamste verklaring gezien voor het feit dat er geen verschillen gevonden zijn in metaalaccumulatie tussen beide bekkens.

In deze studie zijn verschillen in metaalaccumulatie gevonden tussen de bekkens met hogere PLI-waarden voor oester en blaaswier bemonsterd in de Westerschelde vergeleken met Oosterschelde. Hierbij dient opgemerkt te worden dat het aantal monsterlocatie in de Westerschelde (n=2) lager lag dan in de Oosterschelde (n=4) waardoor de Westerschelde minder representatief bemonsterd is. In de Oosterschelde is geen trend gevonden met hogere metaalgehalten landinwaarts. Een mogelijke verklaring kan zijn dat er geen locaties bemonsterd zijn aan de uiterst oostelijke kant.

4.4 Effecten van type stort materiaal

Wanneer metaalgehalten in weefsel van biota op de ondergrond van staalslakken en breukstenen vergeleken worden met gehalten in biota op referentielocaties dan worden er verschillen in metaalgehalten aangetoond. Verschillen wijzen echter niet consequent in dezelfde richting; metaalgehalten liggen soms hoger op de nieuwe ondergrond van staalslakken dan wel breuksteunen, soms lager en soms zijn er geen verschillen gevonden met referentielocaties. Er zijn geen soorten, jaren of locaties geïdentificeerd die consequent hoge of lage gehalten laten zien op de nieuwe ondergrond van staalslakken dan wel breukstenen wanneer deze vergeleken worden met de referentielocaties. Er zijn over het algemeen meer bemonsteringen uitgevoerd op een ondergrond van breukstenen en staalslakken dan op referentieplekken. Dit is van invloed op de statistische analyse. De invloed van wat gemeten wordt op de referentieplek is groter voor het resultaat van de analyse dan de invloed van de metingen van de stortsteenlocaties.

5 Conclusie en aanbevelingen

5.1 Conclusie

Er is geen eenduidig effect van aanbrengen oeververdediging (zowel in temporele trend als ruimtelijke analyse) op basis van de gemeten metaalgehalten in diverse biota.

Mosselen verzameld bij de Zeelandbrug wijken niet af van historische metingen vermeld in de literatuur. Echter, in sommige soorten op sommige locaties in enkele jaren worden hogere waardes gemeten vergeleken met T0, maar er is geen consistente trend waargenomen.

Door het ontbreken van metingen enkele jaren voor het aanbrengen van de nieuwe dijkversteviging is onbekend wat gehalten en variatie in metaalgehalten waren voor bestorting. Door ontbreken van continue metingen op (meerdere) referentielocaties is het lastig autonome variatie in de tijd te bepalen, waardoor het ook statistisch moeilijker is eventuele verschillen tussen bemonsteringsplekken en het type stort materiaal te onderscheiden. Dit kan deels opgevangen worden door gebruik te maken van gerapporteerde historische gegevens over metaalaccumulatie. Deze zijn echter niet voor alle relevante soorten beschikbaar en gerapporteerde gehalten kunnen door methodologische verschillen afwijkend zijn. Desondanks kunnen we (korte termijn) effecten van type bestorting niet uitsluiten. In 2014 (T5) worden immers hogere waardes gevonden voor organismen direct verzameld op staalslakken en breukstenen (Zeelandbrug, Japanse oester) in vergelijking tot de referentielocatie.

Metaalgehalten bij Wemeldinge (T0) en Gorishoek (referentielocatie) komen overeen met gehalten gemeten bij Zuidbout (referentielocatie van Zeelandbrug).

5.2 Aanbevelingen

Uitloging van metalen vanuit de nieuwe ondergrond van staalslakken en breukstenen is een van de routes waarmee metalen beschikbaar komen voor opname, metalen kunnen ook uitlogen uit oude (vervuilde) sedimentlagen en via afstroom uit land vanuit het achterliggende stroomgebied aangevoerd worden. Daarnaast is niet altijd bekend wat de leeftijd is van de bemonsterde organismen en invloed daarvan in de metaalaccumulatie. De situatie zoals gemeten in dit programma is dus wel het meest relevant omdat het de actuele situatie in de bekkens vertegenwoordigd, maar kan niet voorkomen dat factoren die mogelijk van invloed zijn op de metaalaccumulatie anders dan de ondergrond van staalslakken en breukstenen een rol spelen en waar dus ook de referentiegebieden onderhevig aan zijn. Bovengenoemde factoren resulteren in de (grote)variaties in metaalgehalten zoals in deze studie gemeten. Door het uitvoeren van mesocosm studie, zoals in 2015 ingezet is, kunnen dergelijke factoren uitgesloten worden waardoor het effect van een ondergrond van staalslakken en breukstenen in metaalaccumulatie geïsoleerd wordt en variaties in metaalaccumulatie verkleind worden.

Doordat er sprake is van grote jaarlijkse- en ruimtelijke variatie in metaalgehalten is het voor de monitoring in de bekkens belangrijk lange tijdreeksen op te bouwen en voldoende referentieplekken te bemonsteren. Op dit moment is er voor alleen de Zeelandbrug een meerjarige reeks beschikbaar en ligt, over het algemeen, het aantal bemonsteringen op referentielocaties (n=3) lager dan het aantal bemonsteringen op een ondergrond van staalslakken dan wel breukstenen (n=6 of 9). Hierdoor is de invloed van wat gemeten wordt op de referentielocaties en wat er gebeurd bij de Zeelandbrug groot voor conclusies die getrokken worden en bestaat er het risico dat conclusies het gevolg zijn van lokale variaties in metaalgehalten die niet veroorzaakt worden door de ondergrond.

Het is verstandig om de bemonsteringen bij de Zeelandbrug te continueren omdat daar de meeste bemonsteringen uitgevoerd zijn.

Tijdreeksen zouden uitgebreid kunnen worden door plekken te bemonsteren waar al relatief veel gegevens verzameld zijn. Schelphoek in de Oosterschelde en Ritthem en Hoedekenskerke in de Westerschelde zijn dergelijke locaties. Analyses zullen krachtiger worden als er nog een derde plek gevonden wordt in beide bekkens waar een tijdreeks opgebouwd kan worden. Dit is ook van belang omdat de ervaring leert dat niet altijd de gewenste soorten bemonsterd kunnen worden.

Het is erg belangrijk om referentieplekken mee te nemen in de monitoring en het aantal monsters per referentieplek (op dit moment 3) minimaal te verdubbelen. Het is hierbij van belang om referentiemonsters op voldoende onderlinge afstand van elkaar te nemen en het liefst vergelijkbaar met de afstand tussen individuele staalslak- en breuksteenbemonsteringen. De referentielocaties Zuidbout (referentie voor Zeelandbrug), Schelphoek west (voor Schelphoek), Kapellebank (voor Hoedekenskerke) kunnen bemonsterd worden. Ten westen van bemonsteringslocatie Ritthem zal nog een referentielocatie gevonden moeten worden.

Het is aan te bevelen te concentreren op soorten die niet mobiel zijn en waarvan reeds veel gegevens verzameld zijn; zoals zakpijpen, mosselen en oesters. Kreeften kunnen meegenomen omdat ze een hogere positie in de voedselketen vertegenwoordigen, territoriaal en dus plaatsgebonden zijn en het bovendien een commerciële soort is. De ervaring dat soorten niet altijd op alle plekken aanwezig zijn pleit voor een simultane bemonstering van verschillende soorten.

Kwaliteitsborging

IMARES beschikt over een ISO 9001:2008 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem (certificaatnummer: 124296-2012-AQ-NLD-RvA). Dit certificaat is geldig tot 15 december 2015. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV Certification B.V. Daarnaast beschikt het chemisch laboratorium van de afdeling Vis over een NEN-EN-ISO/IEC 17025:2005 accreditatie voor testlaboratoria met nummer L097. Deze accreditatie is geldig tot 27 maart 2013 en is voor het eerst verleend op 27 maart 1997; deze accreditatie is verleend door de Raad voor Accreditatie.

Referenties

Glorius, S.T., Heuvel-Greve, M.J. van den, Foekema, E.M., (2013), "Variatie gehalte zware metalen op locatie Zeelandbrug en toxiciteit molybdeen – data rapport", IMARES Wageningen UR, rapport C105/13.

Heuvel-Greve, M.J. van den, (2009), "T0 monitoring vooroeververdediging Oosterschelde; cluster 1 – 2009", IMARES Wageningen UR, rapport C137/09.

Heuvel-Greve, M. van den, A. van den Brink, S. Glorius, C. Schipper, M. de Kluijver, M. Dubbeldam, (2011), "Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde 2010: T1 Cluster 1/T0 Cluster 2", IMARES Wageningen UR, rapport C029/11.

Heuvel-Greve, M. van den, A. van den Brink, S. Glorius, C. Schipper, A. Gittenberger, M.J. de Kluijver, M. Dubbeldam, (2012), "Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde en Westerschelde 2011: T2 Cluster 1", IMARES Wageningen UR, rapport C081/12.

Killick, R., Idris A. Eckley, (2014), "Changepoint: An R Package for Changepoint Analysis", *Journal of Statistical Software*, 58(3), 1-19.

Kluijver, M.J. de, M.C. Dubbeldam, B.J.L. van Broekhoven, (2015, in voorbereiding), "Levensgemeenschappen op de harde substraten bij Zuidhoek/de Val (Schouwen-Duiveland); T5-inventarisatie eulittoraal en vooroever 2014", Stichting Zeeschelp.

Kluijver, M.J. de, Dubbeldam, M.C., Van Broekhoeven, B.J.L. (2015, in prep), "Levensgemeenschappen op de harde substratenin het eulittoraal en op de vooroever. T6 inventarisatie Oosterschelde en T4 inventarisatie Westerschelde, 2014", Stichting Zeeschelp, Jacobahaven.

Mubiana V.K., Qadah, D., Meys, J., Blust, R., (2005), "Temporal and spatial trends in heavy metal concentrations in marine mussel *Mytilus edulis* from the Western Scheldt estuary (The Netherlands)", *Hydrobiologica,* (540), 169 – 180.

Mubiana, V.K., Blust, R. (2006), "Metal content of marine mussels from Western Scheldt Estuary and nearby protected Marine Bay, the Netherlands: impact of past and present contamination", *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 77(2): 203-210.

Oksanen,J., F. Guillaume Blanchet, Roeland Kindt, Pierre Legendre, Peter R. Minchin, R. B. O'Hara, Gavin L. Simpson, Peter Solymos, M. Henry H. Stevens and Helene Wagner (2013), "Vegan: Community Ecology Package", R package version 2.0-10. http://CRAN.R-project.org/package=vegan

Tangelder, M., Brummelhuis, E.B.M., Kluijver, M. de, Heuvel-Greve, M.J. van den, (2014), "Data rapport: Het effect van vooroeververdediging op bodemorganismen in de Oosterschelde in 2013", IMARES Wageningen UR, rapport C119.14.

Schellekens, T., Glorius, S.T., Heuvel-Greve, M.J. van den, (2014), "Variatie en trend van de gehaltes zware metalen op locatie Zeelandbrug – Data rapport 2013". Imares Wageningen UR rapport C055.14.

Tangelder, M., Goudswaard, K. en Es, Y. (2015a). "Bepaling zware metalen in kreeften op nieuwe vooroevers in de Oosterschelde", IMARES Wageningen UR rapport C039/15.

Tangelder, M., Van den Heuvel-Greve, M.J., De Kluiver, Glorius, S.T., Jansen, H., (2015b, in prep.), ”Data rapport: Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde en Westerschelde 2015”, IMARES rapport, Yerseke.

Tangelder, M., De Kluiver, M., Brummelhuis, E.B.M., Van den Heuvel-Greve, M.J. (2015c, in prep.) Data rapport: Effect van vooroeververdediging op bodemorganismen in Oosterschelde en Westerschelde in 2014. IMARES rapport, Yerseke.

Tomlinson, D. L., Wilson, J. G., Harris, C. R., en Jeffrey, D. W. (1980), ”Problems in the assessment of heavy-metal levels in estuaries and the formation of a pollution index”, *Helgoland Marine Research*, (33), pp 566 – 575.

Jonkers, D. (1987). Opname van zware metalen uit en kolonisatie van ovenslakken en beton door benthische mariene organismen. Mariene Zoölogie, Rijksuniversiteit Groningen, Groningen, p.p. 86.

Kovach, W.L., 1999. MVSP - A Multi Variate Statistical Package for Windows, version 3.1. Kovach Computing Services, Pentraeth, Wales, UK.

OSPAR (2009). Background document on CEMP Assessment Criteria for QSR 2010.

R Development Core Team (2012). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL. http://www.R-project.org/.

Verantwoording

Rapport : C079/15
Projectnummer : 4303107301

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en het betreffende afdelingshoofd van IMARES.

Akkoord:

Onderzoeker

Handtekening:

Datum:

Akkoord:

Handtekening:

Datum:

Bijlage A. Overzicht van biota bemonsteringen

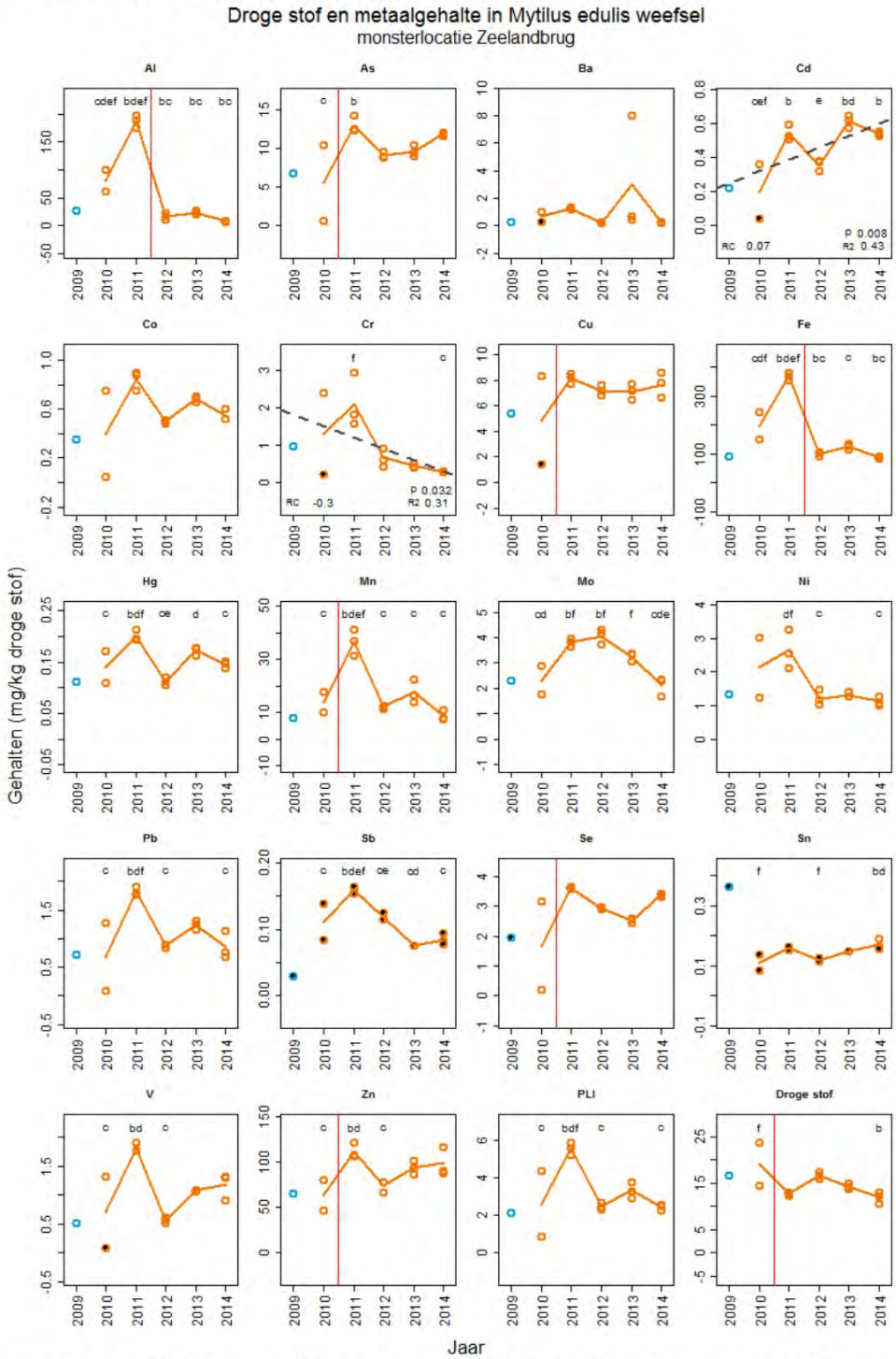
Tabel 5: Bemonstering van locaties uitgesplitst per jaar. Gearceerde cellen geven aan dat er epifauna verzameld is en er wordt daarbij per locatie aangegeven of het een T0-T5 bemonstering betreft. Wanneer organismen verzameld zijn op de nieuwe ondergrond dan wordt het ondergrondtype gespecificeerd met BS voor Breuksteen, SS voor Staalslakken en NB voor niet bekend; op sommige locaties zijn meerdere typen aanwezig, dit wordt aangegeven met bijv 'BS & SS', wanneer de organismen verzameld zijn op een locatie onder invloed staan van beide typen (maar zich dus niet op de nieuwe ondergrond bevinden) wordt dat aangegeven als SSBS (bijv Zeelandbrug pijler, waarbij organismen verzameld worden op een hoogte boven de verdediging waarbij aan de ene kant Breuksteen en aan de andere kant Staalslakken gebruikt zijn).

	Locatie*	Type Stort	Jaar stort	Cluster	Ref locatie	Bemonstering						Opmerkingen 2014 Bemonstering
						2009	2010	2011	2012	2013	2014	
Oosterschelde	Burghsluis-west	ZG	2014	2			T0					
	Schelphoek-west	SS	2009	1	KN	T0	T1	T2			T5	Slib laag op stort
	Schelphoek-west II	ZG**	2014	2	KN						T0	
	Schelphoek-midden	BS	2009	1	KN	T0	T1	T2			T5	
	Schelphoek-oost	SS	2009	1	KN	T0	T1	T2			T5	
	Lokkersnol-oost	BS & SS	2009	1	KN	T0	T1					
	Zeelandbrug-west	BS & SS	2009	1	ZB	T0	T1	T2			T5	
	Zeelandbrug-midden	BS & SS	2009	1	ZB		T1	T2			T5	
	Zeelandbrug-oost	BS & SS	2009	1	ZB	T0	T1	T2			T5	
	Zeelandbrug pijler	SSBS	2009	1	ZB	T0	T1	T2	T3	T4	T5	
	Zierikzee	NB	2014	2.2	KN					T0		
	Wemeldinge-west	NB	2016	3	GH						T0	oesterrif
	Wemeldinge-west 30m	NB	2016	3	GH						T0	oesterrif
	Wemeldinge-oost	NB	2016	3	GH						T0	oesterrif
	Buitenhaven NJ	*Ref*	-	-	-							touw
	Kurkenol (KN)	*Ref*	-	-	-							
	Zuidbout (ZB)	*Ref*	-	-	-							oesterrif
	Gorishoek (GH)	*Ref*	-	-	-							oesterrif
Westerschelde	Ritthem-west	SS	2009	1	PP	T0	T1	T2			T5	
	Ritthem-midden	SS	2009	1	PP	T0	T1	T2			T5	
	Ritthem-oost	SS	2009	1	PP	T0	T1	T2			T5	
	Borssele	SS	2010	1	PP		T0					
	Ellewoutsdijk-west	SS	2010	2.2	PP		T0					
	Ellewoutsdijk-midden	SS	2010	2.2	PP		T0					
	Ellewoutsdijk-haven	SS	2010	2.2	PP		T0					
	Hoedekenskerke-zuid	SS	2011	2.1	KB		T0				T3	
	Hoedekenskerke-haven	BS & SS	2011	2.1	KB		T0				T3	
	Hoedekenskerke-noord	BS & SS	2011	2.1	KB		T0				T3	
	Paulinapolder (PP)	*Ref*	-	-	-							
	Kapellebank (KB)	*Ref*	-	-	-							oesterrif

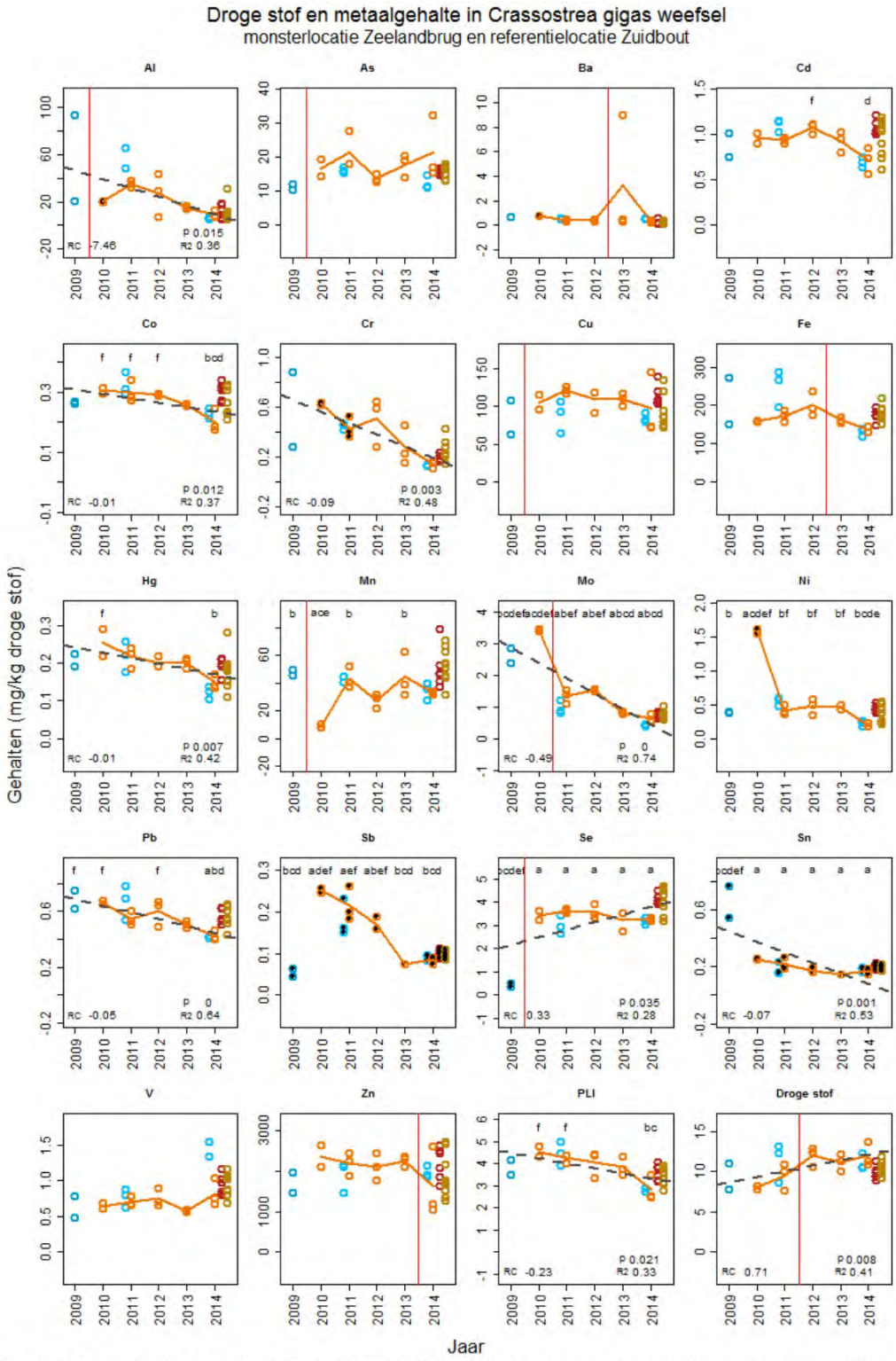
** Dit overzicht bevat geen informatie over de extra fucus bemonsteringslocaties zoals uitgevoerd in 2011 (zie hiervoor Van den Heuvel-Greve e.a. 2012)*

*** Bij locatie Schelphoek-west II wordt geëxperimenteerd met een nieuw ontwerp oever. Op de nieuwe bestorting van zeegrind zijn kleine hopen bestort met zowel breuksteen als zandsteen.*

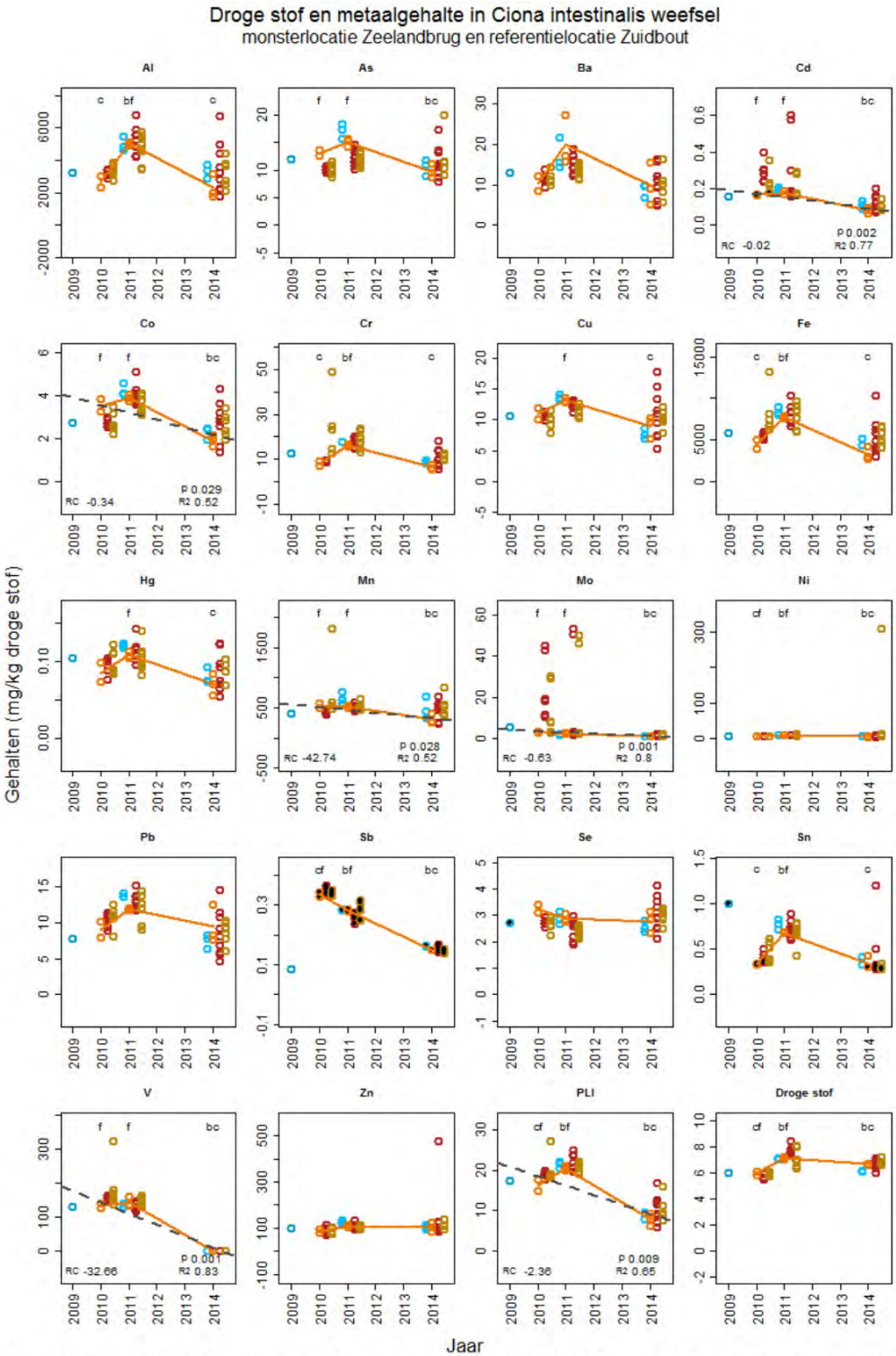
Bijlage B. Trend in concentratie metalen, droge stof en PLI



Figuur 9: Metaalgehalten, PLI en droge stof voor de mossel Mytilus edulis bemonsterd op de Zeelandbrug en Zuidbout in de periode 2009 (T0) en 2014. Blauwe stippen zijn bemonsteringen op de referentielocatie, oranje stippen zijn bemonsteringen onder invloed van staalslakken & breukstenen, rode stippen zijn bemonsteringen op breukstenen en gele stippen zijn bemonsteringen op staalslakken. Metaalgehalten die onder de detectielimiet liggen worden weergeven met zwarte stippen. Gemiddelde waarden op een ondergrond van staalslakken & breukstenen worden door oranje lijnen weergegeven. De volgende statistische resultaten hebben alleen betrekking op ondergronden onder invloed van staalslakken & breukstenen (oranje stippen): (1) significante lineaire verbanden worden door grijze stippellijnen weergeven. De richtingscoëfficiënt, p-waarde en correlatiewaarde worden onder in de grafiek weergegeven. (2) Wanneer er sprake is van een significante sprong in (jaargemiddelde)gehalten dan wordt deze weergegeven door een verticale rode lijn. (3) De lettercode geeft significante verschillen tussen de jaren weer (ANOVA, Tukey Posthoc).

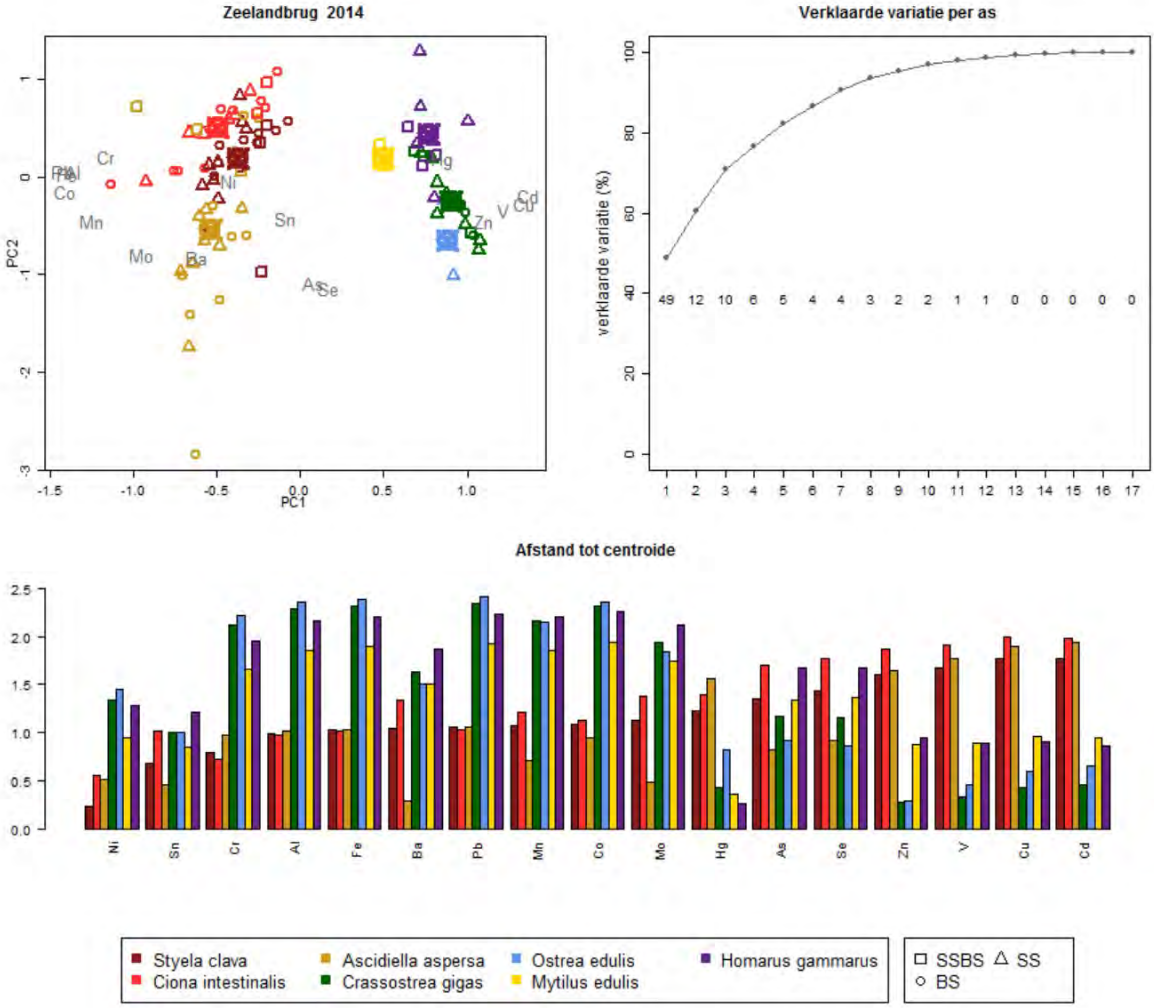


Figuur 10: Metaalgehalten, PLI en drogestof voor de oester Crassostrea gigas bemonsterd op de Zeelandbrug en Zuidbout in de periode 2009 (T0) en 2014. Blauwe stippen zijn bemonsteringen op de referentielocatie, oranje stippen zijn bemonsteringen onder invloed van staalslakken & breukstenen, rode stippen zijn bemonsteringen op breukstenen en gele stippen zijn bemonsteringen op staalslakken. Metaalgehalten die onder de detectielimiet liggen worden weergeven met zwarte stippen. Gemiddelde waarden op een ondergrond van staalslakken & breukstenen worden door oranje lijnen weergegeven. De volgende statistische resultaten hebben alleen betrekking op ondergronden onder invloed van staalslakken & breukstenen (oranje stippen): (1) significante lineaire verbanden worden door grijze stippellijnen weergeven. De richtingscoëfficiënt, p-waarde en correlatiewaarde worden onder in de grafiek weergegeven. (2) Wanneer er sprake is van een significante sprong in (jaargemiddelde)gehalten dan wordt deze weergegeven door een verticale rode lijn. (3) De lettercode geeft significante verschillen tussen de jaren weer (ANOVA, Tukey Posthoc).

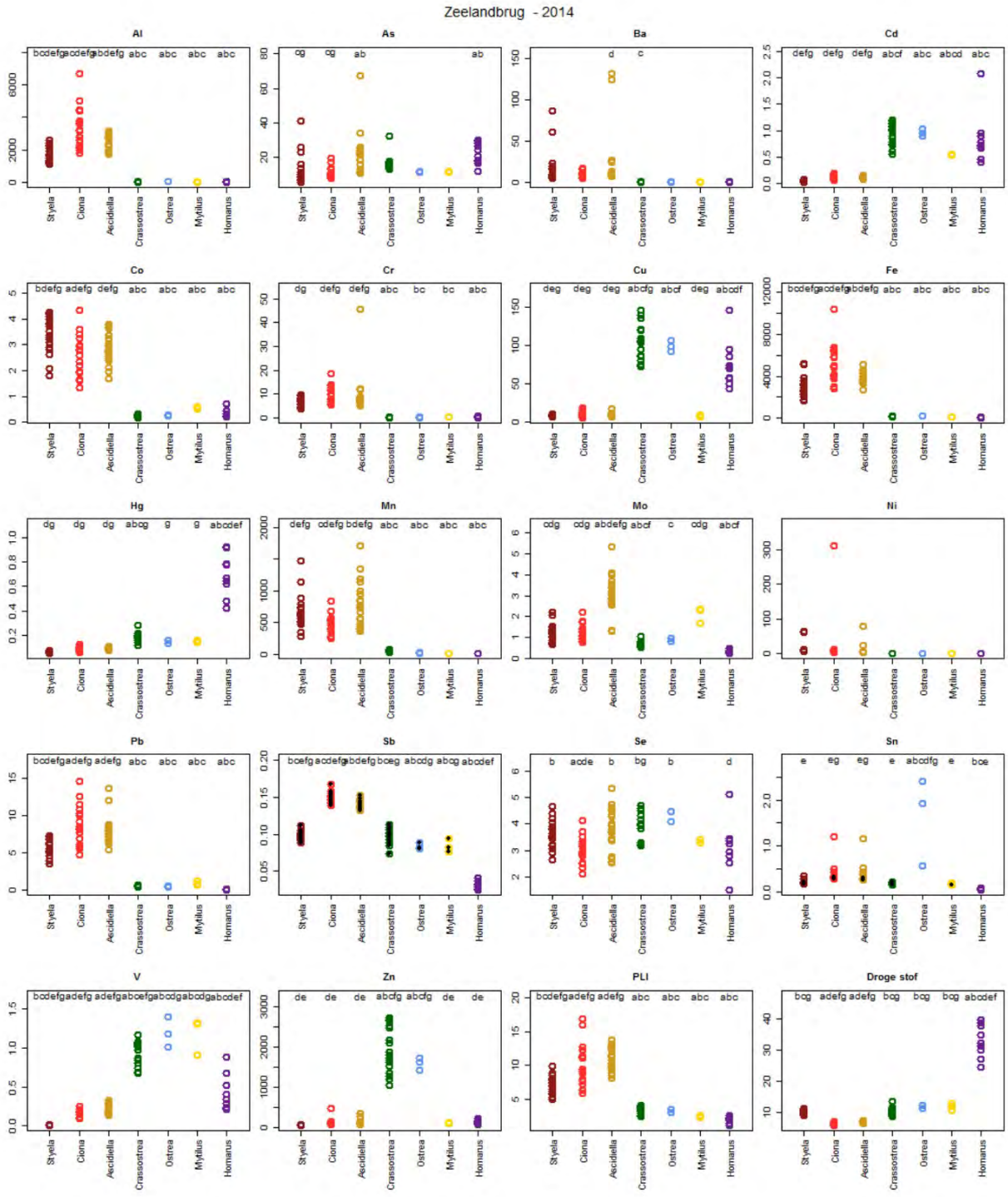


Figuur 11: Metaalgehalten, PLI en drogestof voor de zakpijpsoort Ciona intestinalis bemonsterd op de Zeelandbrug en Zuidbout in de periode 2009 (T0) en 2014. Blauwe stippen zijn bemonsteringen op de referentielocatie, oranje stippen zijn bemonsteringen onder invloed van staalslakken & breukstenen, rode stippen zijn bemonsteringen op breukstenen en gele stippen zijn bemonsteringen op staalslakken. Metaalgehalten die onder de detectielimiet liggen worden weergeven met zwarte stippen. Gemiddelde waarden op een ondergrond van staalslakken & breukstenen worden door oranje lijnen weergegeven. De volgende statistische resultaten hebben alleen betrekking op ondergronden onder invloed van staalslakken & breukstenen (oranje stippen): (1) significante lineaire verbanden worden door grijze stippellijnen weergeven. De richtingscoëfficiënt, p-waarde en correlatiewaarde worden onder in de grafiek weergegeven. (2) Wanneer er sprake is van een significante sprong in (jaargemiddelde)gehalten dan wordt deze weergegeven door een verticale rode lijn. (3) De lettercode geeft significante verschillen tussen de jaren weer (ANOVA, Tukey Posthoc).

Bijlage C. Verschillen in metaalaccumulatie tussen soorten

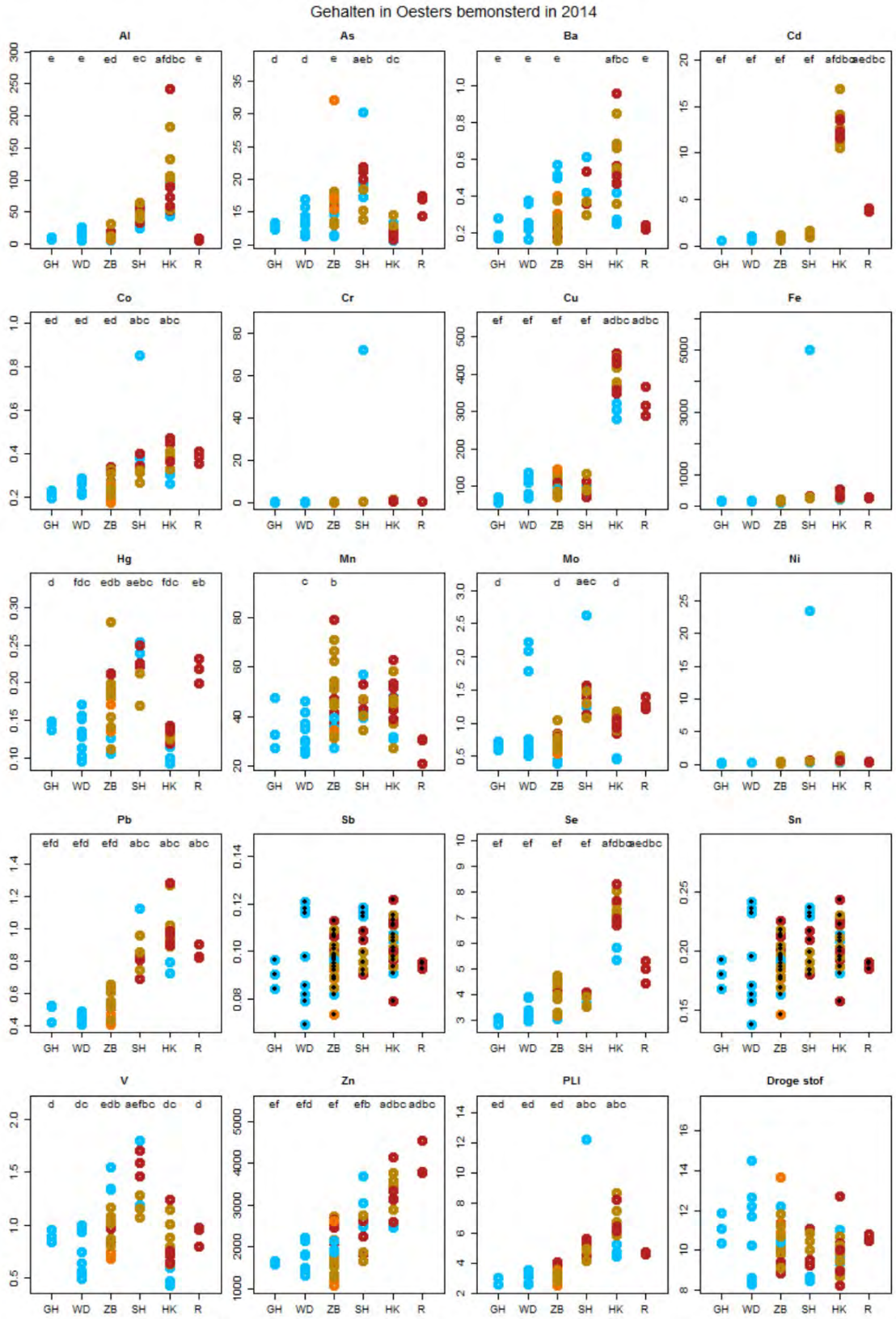


Figuur 12: Linksboven principal component (PCA) oriëntatie op z-gestransformeerde metaalgehalte in de zakpijpsoorten Styela clava, Ciona intestinalis en Ascidiella aspersa, de oesters Crassostrea gigas en Ostrea edulis, de mossel Mytilus edulis en de kreeft Homarus gammarus bemonsterd op de Zeelandbrug in 2014. Scaling factor 2 (nadruk op metaalverschillen). Metalen met meer dan 75% meetwaarden onder de detectielimiet zijn buitenbeschouwing gelaten. Rechtsboven de verklaarde variatie per PCA-as. Onder de afstand van de metalen tot de centroide van de verschillende ondergronden, geordend op Ciona intestinalis.

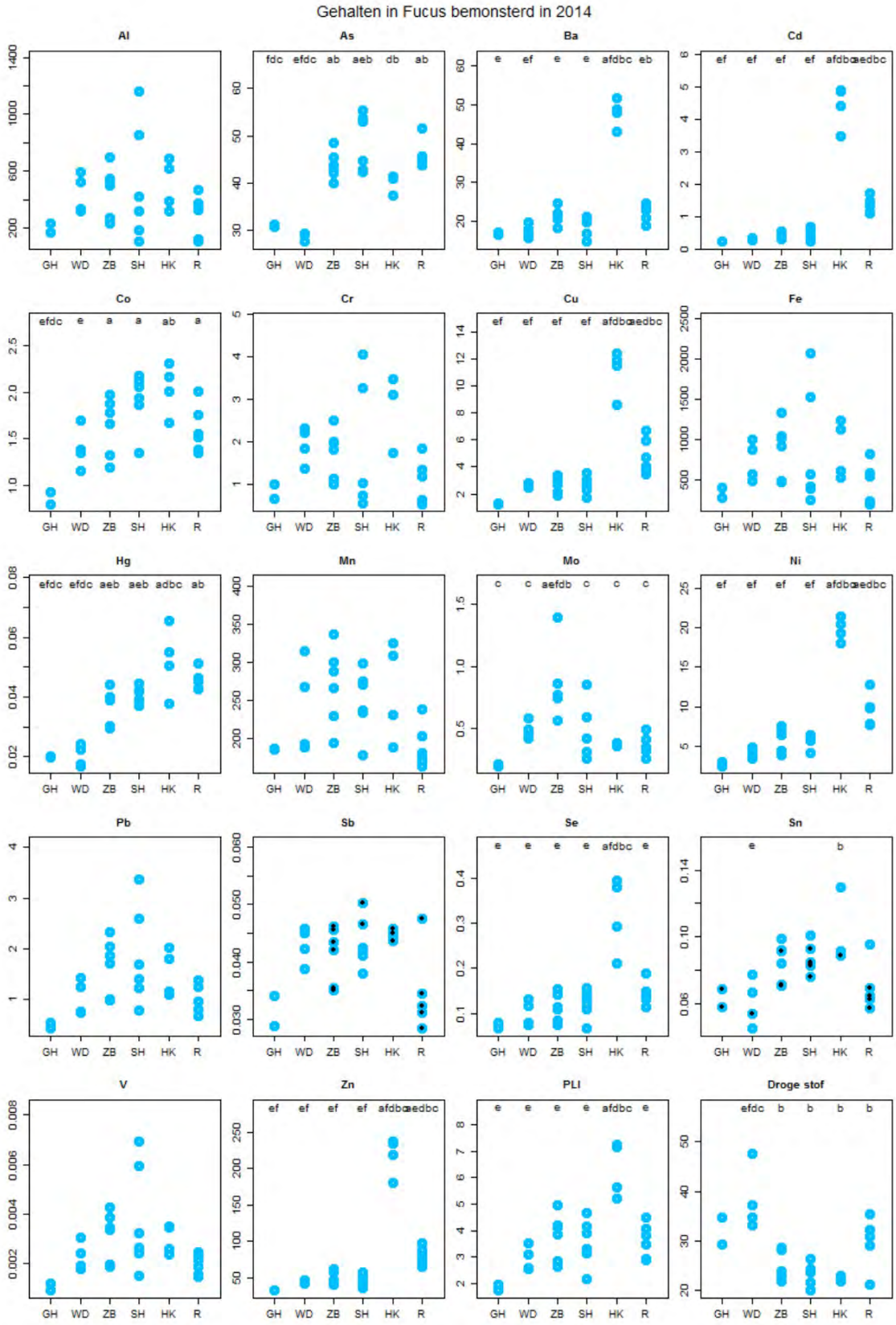


Figuur 13: Metaalgehalten, PLI en droge stof voor de zakpijpsoorten Styela clava (a), Ciona intestinalis (b) en Ascidiella aspersa (c), de oesters Crassostrea gigas (d) en Ostrea edulis (e), de mossel Mytilus edulis (f) en de kreeft Homarus gammarus (g) bemonsterd op de Zeelandbrug in 2014. Metaalgehalten die onder de detectielimiet liggen worden weergeven met zwarte stippen. De lettercode geeft significante verschillen weer (ANOVA, Tukey Post hoc).

Bijlage D: Verschillen in metaalaccumulatie tussen locaties



Figuur 14: Metaalgehalten, PLI en drogestof in Crassostrea gigas bemonsterd op verschillende ondergronden bij Gorishoek, Wemeldinge, Zeelandbrug, Schelphoek, Hoedekenskerke en Ritthem in 2014. Metaalgehalten die onder de detectielimiet liggen worden weergeven met zwarte stippen. De lettercode geeft significante verschillen weer (ANOVA, Tukey Post hoc).



Figuur 15: Metaalgehalten, PLI en drogestof in Fucus vesiculosus bemonsterd op verschillende locaties in 2014. In Oosterschelde bij Gorishoek (GH), Wemeldinge (WD), Zeelandbrug (ZB), Schelphoek (SH) en in Westerschelde bij Hoedekenskerke (HK) en Ritthem (R). Metaalgehalten die onder de detectielimiet liggen worden weergeven met zwarte stippen. De lettercode geeft significante verschillen weer (ANOVA, Tukey Post hoc).

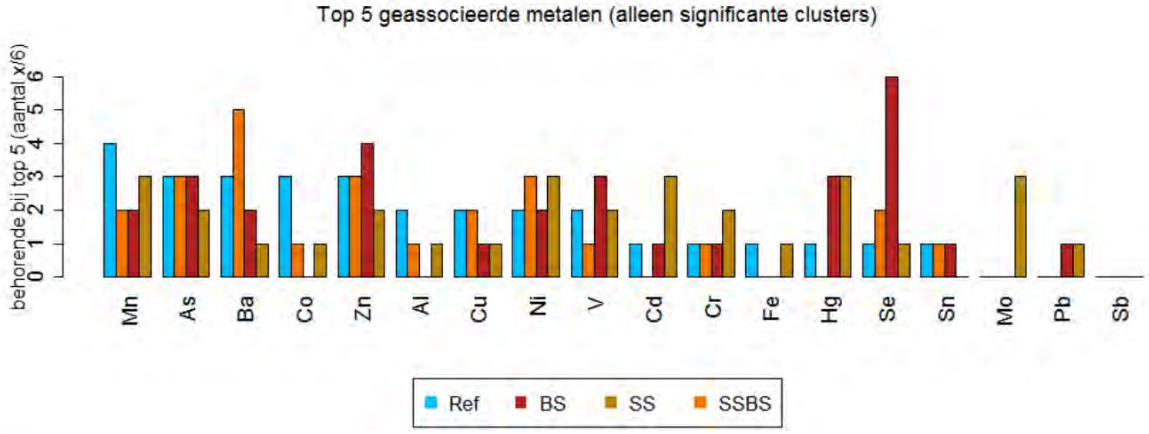
Bijlage E. Effect type ondergrond in metaalaccumulatie

Het effect van de ondergrond (referentie, staalslakken, breukstenen) op de metaalaccumulatie is onderzocht voor de zakpijpen *Styela clava* en *Ciona intestinalis* die bemonsterd werden op de Zeelandbrug in 2011 en 2014, voor de kreeft *Homarus gammarus* en de zakpijp *Ascidiella aspersa* die bemonsterd werden op de Zeelandbrug in 2014 en voor de oester *Crassostrea gigas* die bemonsterd werden op de Zeelandbrug, Schelphoek en Hoedekenskerke in 2014.

Het effect van de ondergrond is onderzocht door alle metalen gezamenlijk te beschouwen waarbij monsters in een tweedimensionaal vlak weergeven op basis van onderlinge (on)gelijkheid (PCA-analyse). Centroïde van clusters van dezelfde ondergronden zijn weergegeven en de afstanden tot de individuele metalen tot de centroïde zijn berekend en opgeslagen in een database. Daarnaast is door een permutatietest bekeken of clusters significant verschillend zijn van elkaar en is door middel van een lineair model getoetst of afstanden tot de centroïde significant verschillend is voor de verschillende soorten en ondergronden. In de tabellen die hieronder staan worden samenvattingen gegeven van de multivariate analyses. De PCA-oriëntaties evenals de grafieken waarin de metaalgehalten per ondergrond weergegeven worden waarbij ook de resultaten van de anova toets opgenomen zijn, staan op de volgende pagina's.

Tabel 6: Clusters die significant (p<0.05) verschillend zijn met de referentie op basis van PCA. Significantie op basis van permanova test volgens adonis routine.

Locatie	Soort	Jaar	Ondergrond	p-waarde
Zeelandbrug	*Styela clava*	2011	Staalslakken	0.0498
Zeelandbrug	*Ciona intestinalis*	2011	Breukstenen	0.0318
		2011	Staalslakken	0.0094
Zeelandbrug	*Crassostrea gigas*	2014	Breukstenen	0.0131
		2014	Staalslakken	0.0046
Hoedekenskerke	*Crassostrea gigas*	2014	Staalslakken	0.0142
		2014	Breukstenen	0.0120



Figuur 16: Aantal keer dat een metaal behoord bij de top 5 van de aan ondergrond typen geassocieerde metalen geïdentificeerd op basis van de PCA oriëntaties. In het figuur zijn alleen significante clusters meegenomen (n=7), zie tabel 6. Metalen die relatief vaak verhoogd zijn op de nieuwe ondergrond staan rechts en metalen die relatief vaak hoog zijn op de referentielocatie staan links.

Tabel 7: Modelresultaten van lineair modellen waarin per soort de afstand van metalen tot centroide onderzocht is afhankelijk ondergronden (en jaar wanneer beschikbaar). Resultaten tov referentie – ondergrond. Bij kleinere afstand neemt associatie (gehalte) van metalen toe; negatieve parameterwaarden duidt op hogere metaalconcentraties.

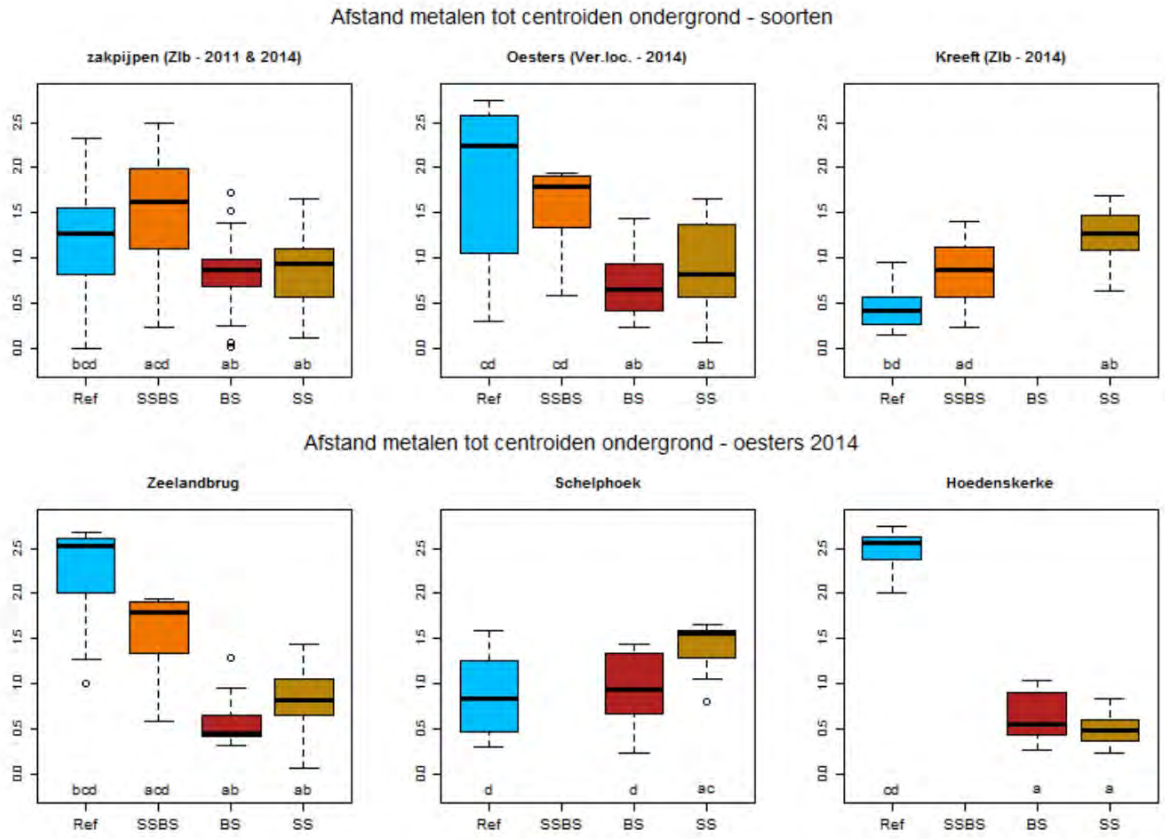
Styela clava	Estimate	Std. Error	t value	Pr(>|t|)	
(Intercept)	103.1345	38.06421	2.709	0.00767	**
Staalslakken & breukstenen	0.28446	0.08021	3.547	0.000548	***
Breukstenen	-0.57818	0.08021	-7.208	4.48E-11	***
Staalslakken	-0.77677	0.08021	-9.684	< 2e-16	***
Jaar	-0.0505	0.01891	-2.67	0.008583	**

Ciona intestinalis	Estimate	Std. Error	t value	Pr(>|t|)	
(Intercept)	-19.8934	39.4646	-0.504	0.6151	
Staalslakken & breukstenen	-0.08653	0.0832	-1.04	0.3002	
Breukstenen	-0.43812	0.0832	-5.266	5.56E-07	***
Staalslakken	-0.15745	0.0832	-1.892	0.0606	.
Jaar	0.01051	0.01961	0.536	0.5929	

Ascidiella aspersa	Estimate	Std. Error	t value	Pr(>|t|)	
(Intercept)	0.59999	0.09656	6.214	4.36E-08	***
Staalslakken & breukstenen	1.12122	0.13656	8.21	1.37E-11	***
Breukstenen	0.20769	0.13656	1.521	0.133	
Staalslakken	0.15778	0.13656	1.155	0.252	

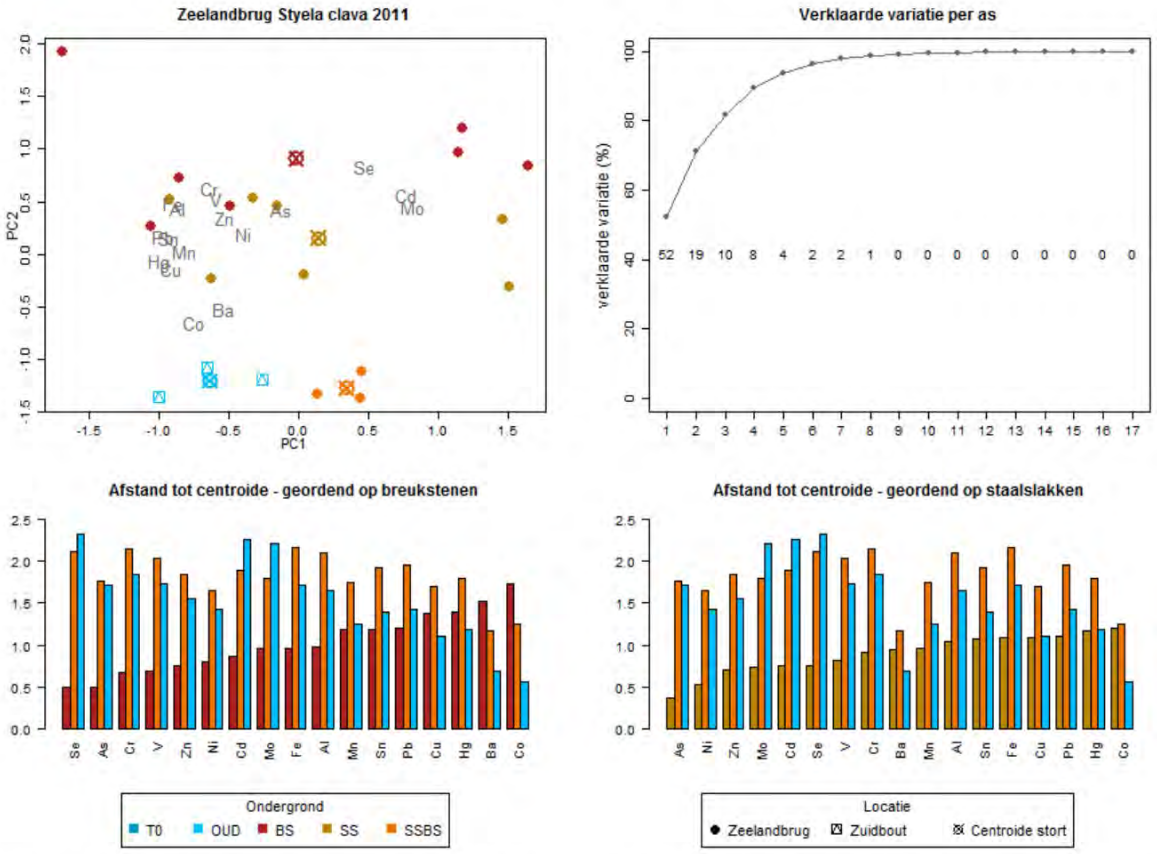
Crassostrea gigas					
Zeelandbrug	Estimate	Std. Error	t value	Pr(>|t|)	
(Intercept)	2.2644	0.09915	22.839	< 2e-16	***
Staalslakken & breukstenen	-0.65548	0.14021	-4.675	1.71E-05	***
Breukstenen	-1.71371	0.14021	-12.222	< 2e-16	***
Staalslakken	-1.43073	0.14021	-10.204	9.90E-15	***
Schelphoek	Estimate	Std. Error	t value	Pr(>|t|)	
(Intercept)	0.84216	0.09329	9.03E+00	1.16E-11	***
Breukstenen	0.1142	0.13194	0.866	0.391	
Staalslakken	0.58265	0.13194	4.42E+00	6.24E-05	***
Hoedekenskerke	Estimate	Std. Error	t value	Pr(>|t|)	
(Intercept)	2.48357	0.05462	45.47	<2e-16	***
Breukstenen	-1.84315	0.07725	-23.86	<2e-16	***
Staalslakken	-1.99226	0.07725	-25.79	<2e-16	***

Homarus gammarus	Estimate	Std. Error	t value	Pr(>|t|)	
(Intercept)	0.43494	0.07047	6.172	1.10E-07	***
Staalslakken & breukstenen	0.38783	0.09966	3.892	0.00029	***
Staalslakken	0.80573	0.09966	8.085	1.07E-10	***

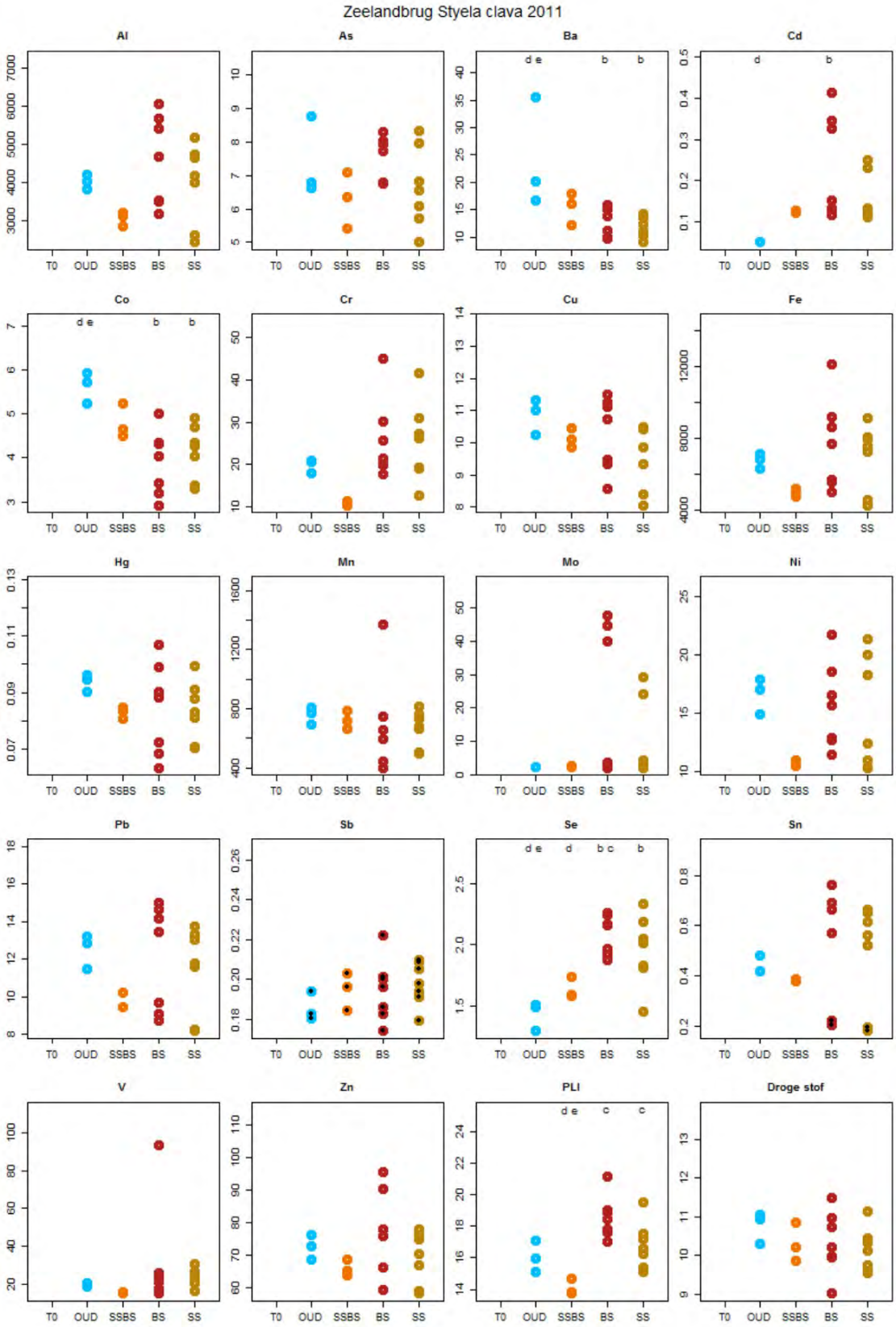


Figuur 17. Afstand van de metalen tot de centroïde van de verschillende ondergrondtypen zoals weergegeven in PCA-oriëntaties. Hoe kleiner de afstand hoe hoger het gehalten aan metalen. Significante verschillen worden weergegeven door lettercodes, Referentie (Ref= a), staalslakken & breukstenen (SSBS = b), breukstenen (BS =c) en staalslakken (SS, e) (ANOVA icm Tukey post hoc, significantieniveau 0.05).

Zakpijp - *Styela clava* bemonsterd nabij de Zeelandbrug in 2011

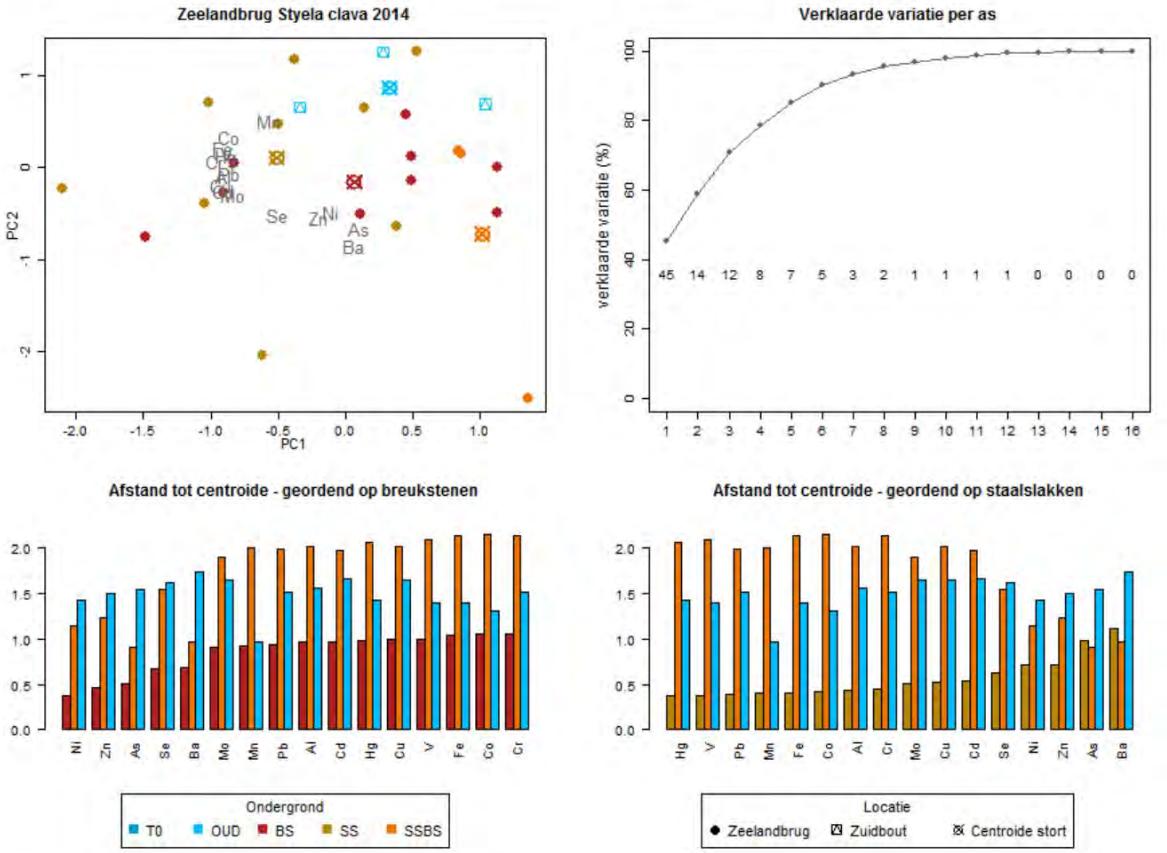


Figuur 18: Linksboven principal component (PCA) oriëntatie op z-gestransformeerde metaalgehalte in Styela clava weefsel bemonsterd in 2011 bij de Zeelandbrug met scaling factor 2 (nadruk op metaalverschillen). De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen.Metalen met meer dan 75% meetwaarden onder de detectielimiet zijn buitenbeschouwing gelaten. Rechtsboven de verklaarde variatie per PCA-as. Linksonder de afstand van de metalen tot de centroide van de verschillende ondergronden, geordend op toenemende afstand centroide breukstenen, rechtsonder geordend op toenemende afstand centroide staalslakken; hoe korter de afstand hoe relatief hoger het metaalgehalte.

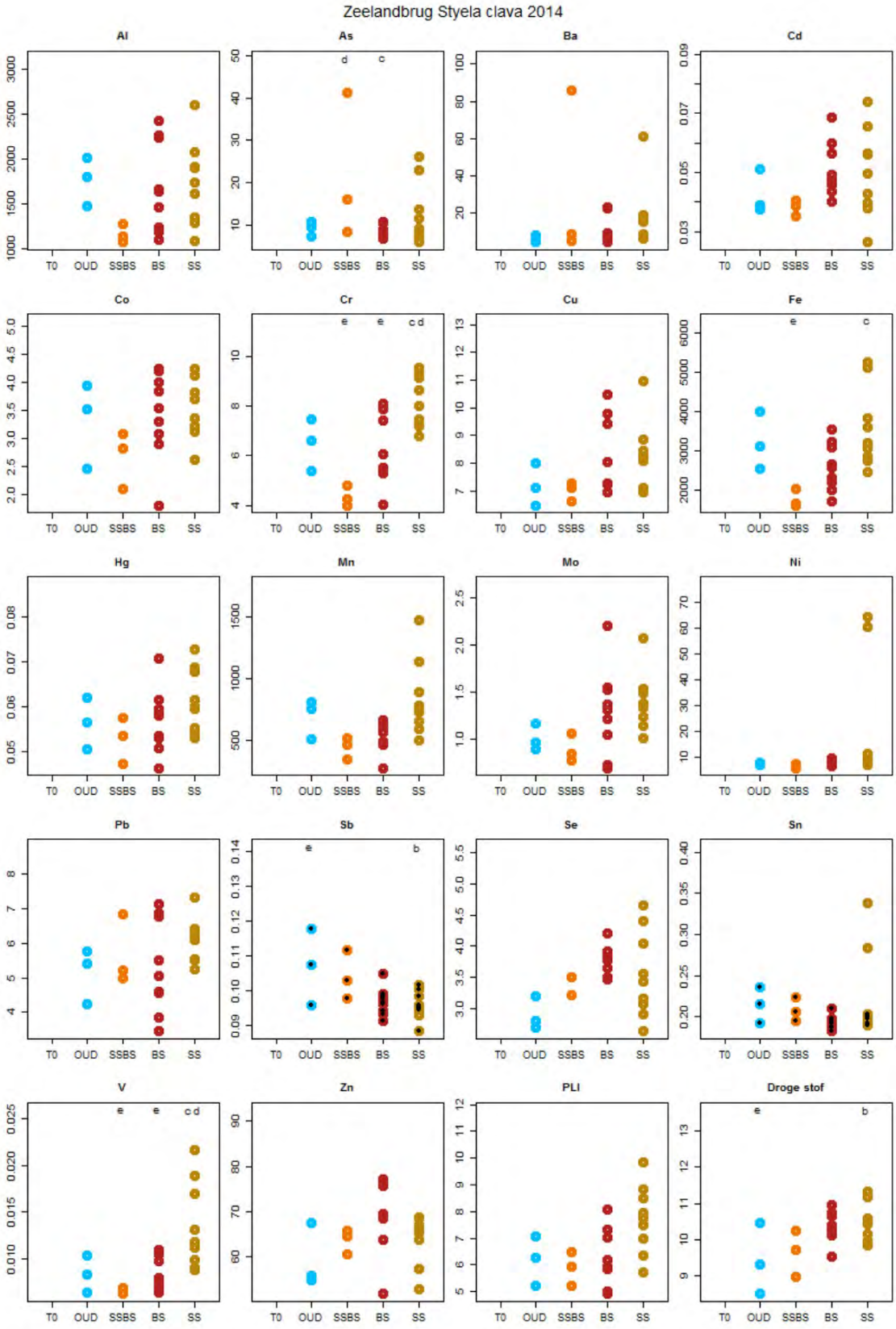


Figuur 19: Metaalgehalten, PLI en droge stof in Styela clava bemonsterd op verschillende ondergronden bij de Zeelandbrug in 2011. De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen. Metaalgehalten die onder de detectielimiet liggen worden weergeven met zwarte stippen. De lettercode geeft significante verschillen weer (ANOVA, Tukey Posthoc).

Zakpijp - *Steyla clava* bemonsterd nabij de Zeelandbrug in 2014

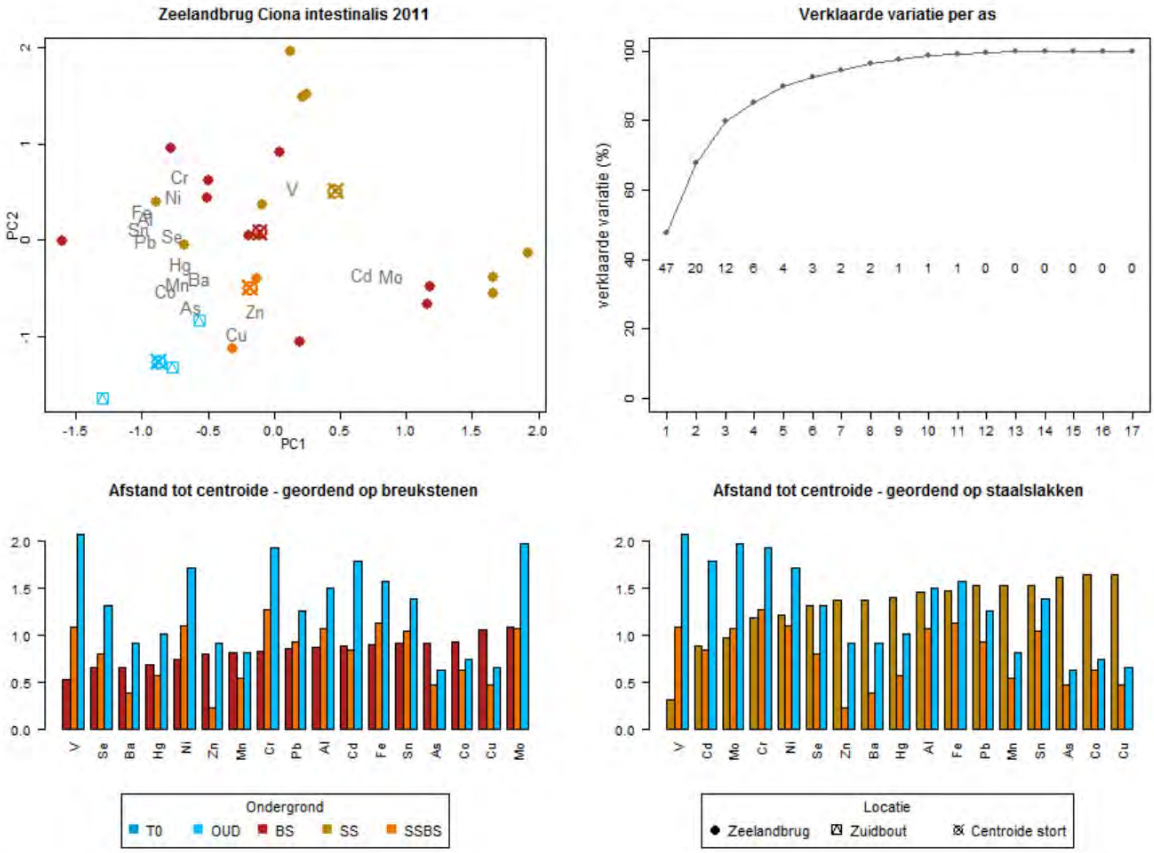


Figuur 20: Linksboven principal component (PCA) oriëntatie op z-gestransformeerde metaalgehalte in Styela clava weefsel bemonsterd in 2014 bij de Zeelandbrug met scaling factor 2 (nadruk op metaalverschillen). De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen. Metalen met meer dan 75% meetwaarden onder de detectielimiet zijn buitenbeschouwing gelaten. Rechtsboven de verklaarde variatie per PCA-as. Linksonder de afstand van de metalen tot de centroide van de verschillende ondergronden, geordend op toenemende afstand centroide breukstenen, rechtsonder geordend op toenemende afstand centroide staalslakken; hoe korter de afstand hoe relatief hoger het metaalgehalte.

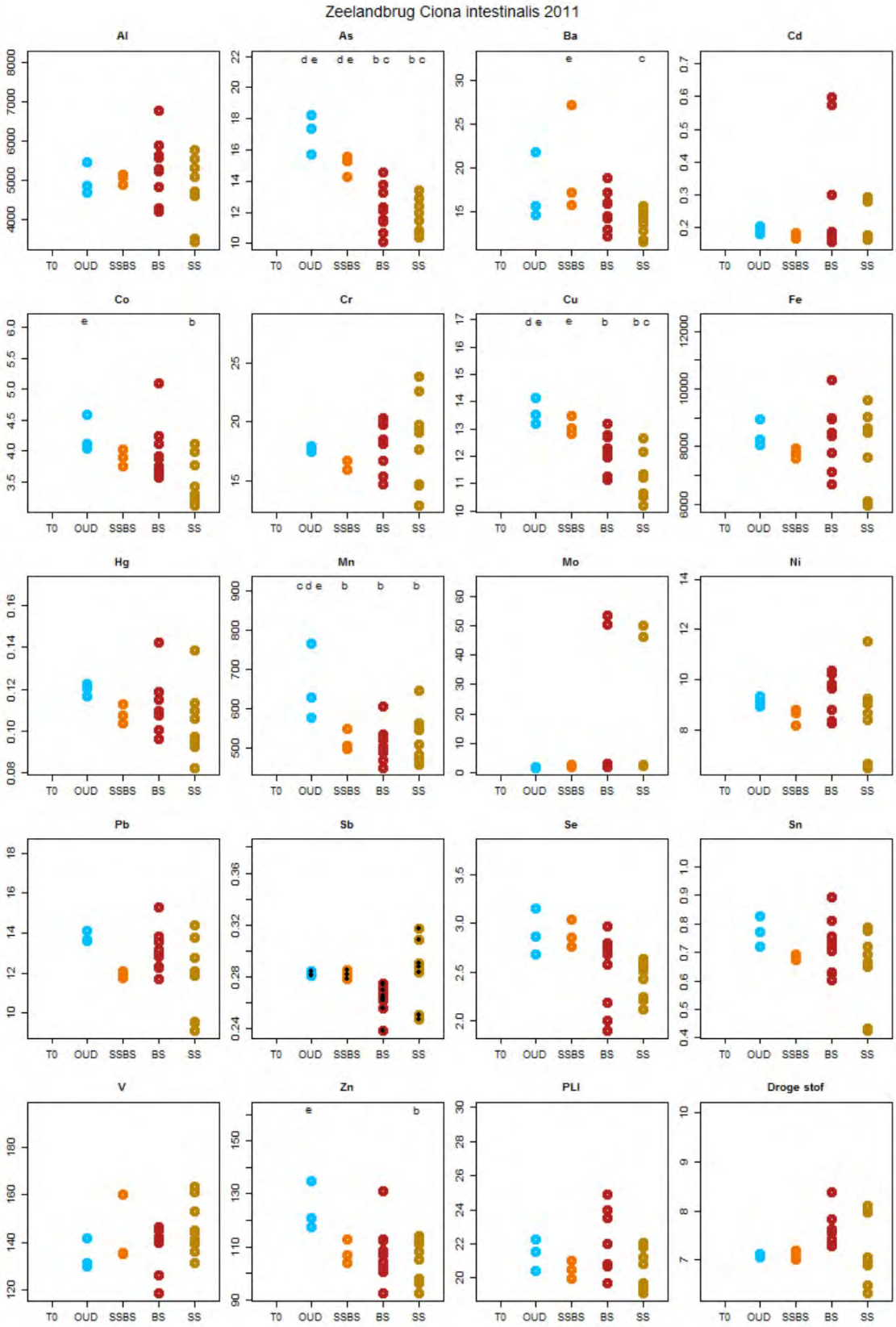


Figuur 21: Metaalgehalten, PLI en drogestof in Styela clava bemonsterd op verschillende ondergronden bij de Zeelandbrug in 2014. De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen. Metaalgehalten die onder de detectielimiet liggen worden weergeven met zwarte stippen. De lettercode geeft significante verschillen weer (ANOVA, Tukey Posthoc).

Zakpijp - *Ciona intestinalis* bemonsterd nabij de Zeelandbrug in 2011

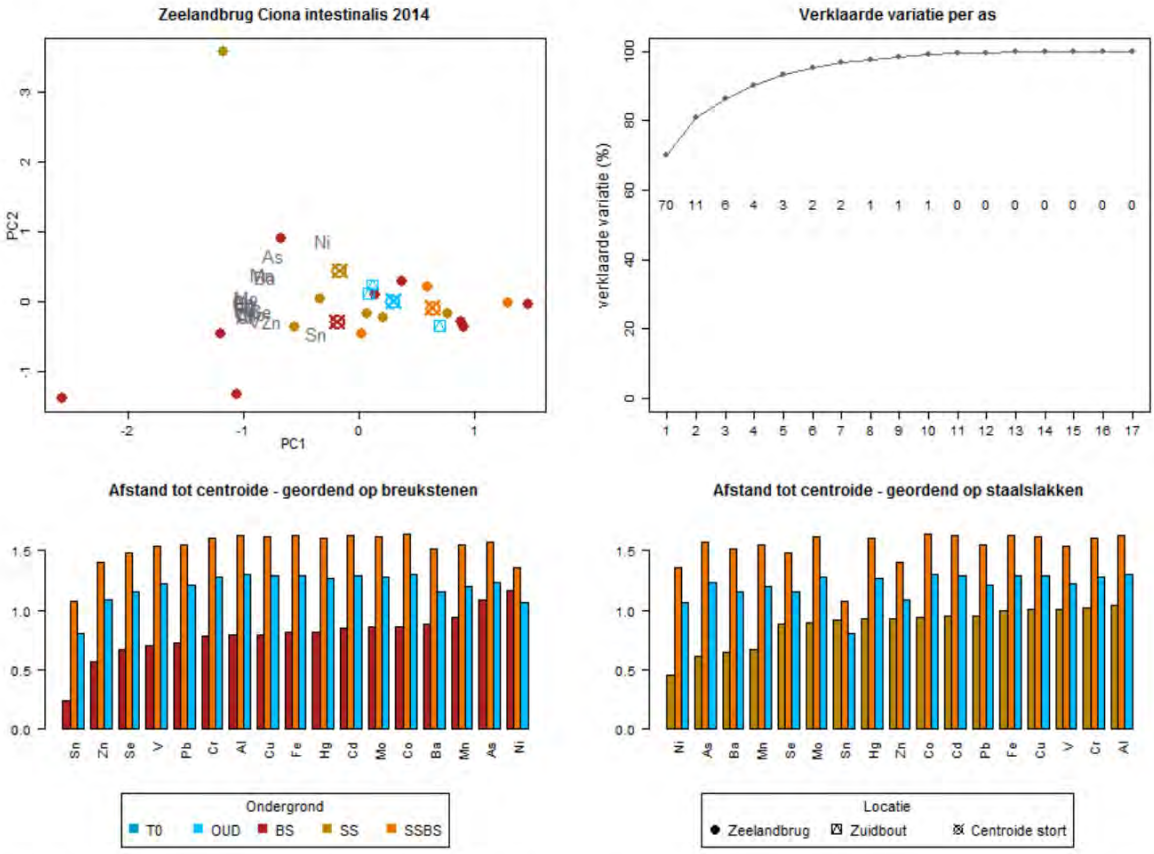


Figuur 22: Linksboven principal component (PCA) oriëntatie op z-gestransformeerde metaalgehalte in Ciona intestinalis weefsel bemonsterd in 2011 bij de Zeelandbrug met scaling factor 2 (nadruk op metaalverschillen). De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen. Metalen met meer dan 75% meetwaarden onder de detectielimiet zijn buitenbeschouwing gelaten. Rechtsboven de verklaarde variatie per PCA-as. Linksonder de afstand van de metalen tot de centroide van de verschillende ondergronden, geordend op toenemende afstand centroide breukstenen, rechtsonder geordend op toenemende afstand centroide staalslakken; hoe korter de afstand hoe relatief hoger het metaalgehalte.

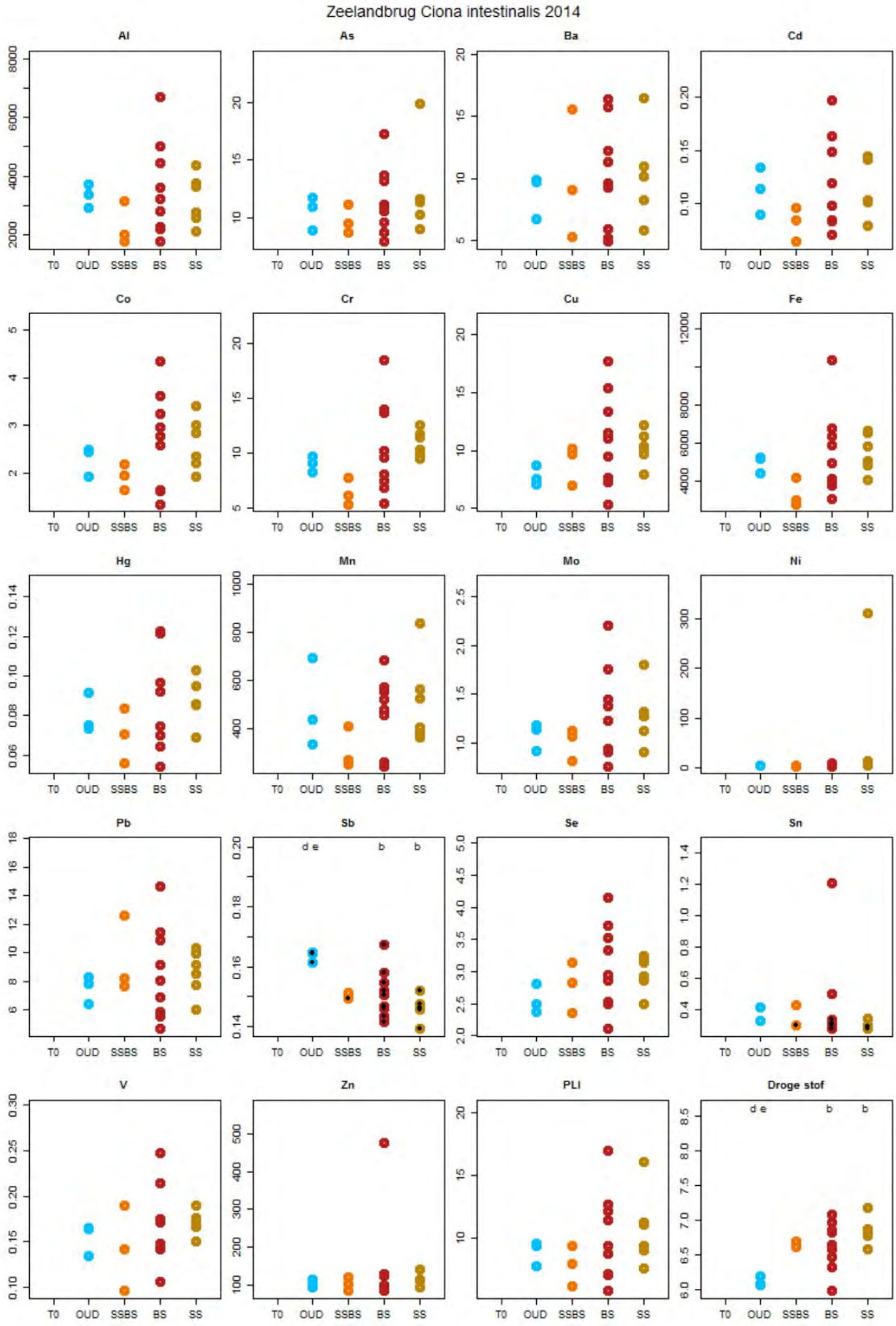


Figuur 23: Metaalgehalten, PLI en drogestof in Ciona intestinalis bemonsterd op verschillende ondergronden bij de Zeelandbrug in 2011. De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen. Metaalgehalten die onder de detectielimiet liggen worden weergeven met zwarte stippen. De lettercode geeft significante verschillen weer (ANOVA, Tukey Posthoc).

Zakpijp - *Ciona intestinalis* bemonsterd nabij de Zeelandbrug in 2014

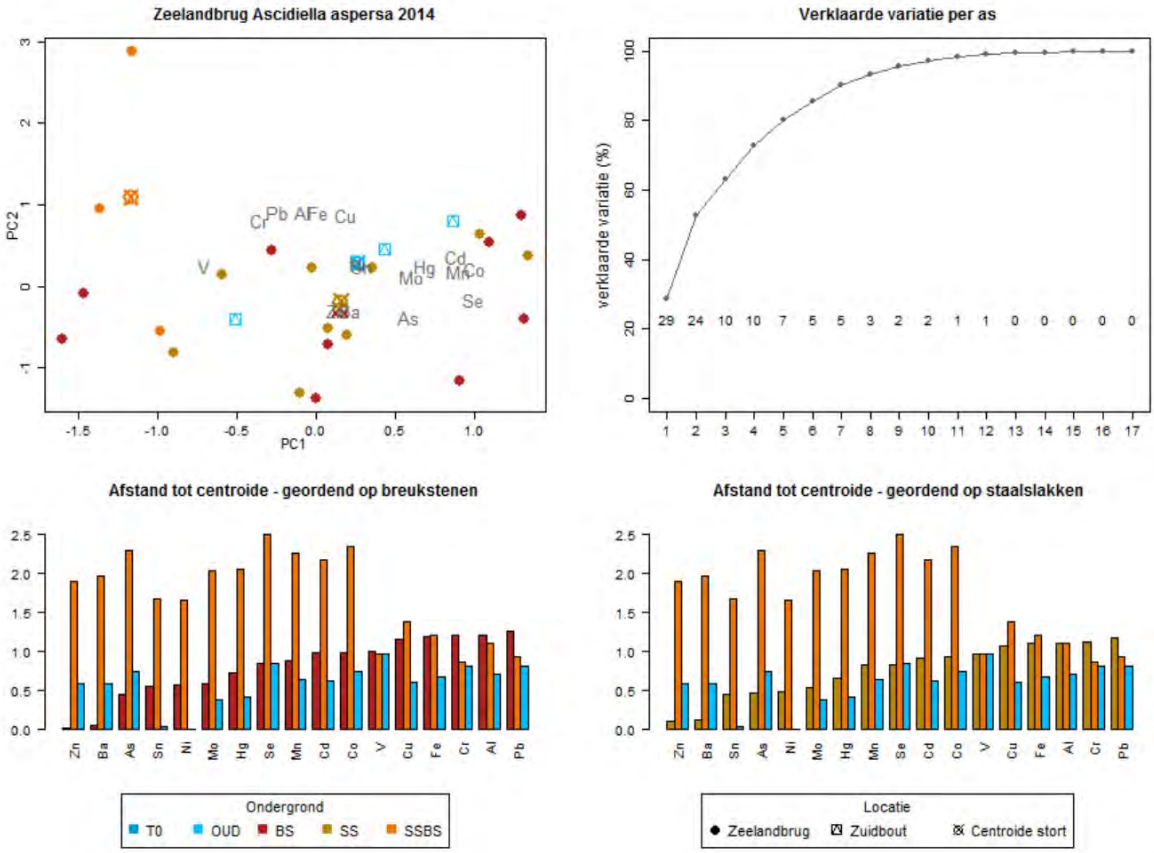


Figuur 24: Linksboven principal component (PCA) oriëntatie op z-gestransformeerde metaalgehalte in Ciona intestinalis weefsel bemonsterd in 2014 bij de Zeelandbrug met scaling factor 2 (nadruk op metaalverschillen). De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen. Metalen met meer dan 75% meetwaarden onder de detectielimiet zijn buitenbeschouwing gelaten. Rechtsboven de verklaarde variatie per PCA-as. Linksonder de afstand van de metalen tot de centroide van de verschillende ondergronden, geordend op toenemende afstand centroide breukstenen, rechtsonder geordend op toenemende afstand centroide staalslakken; hoe korter de afstand hoe relatief hoger het metaalgehalte.

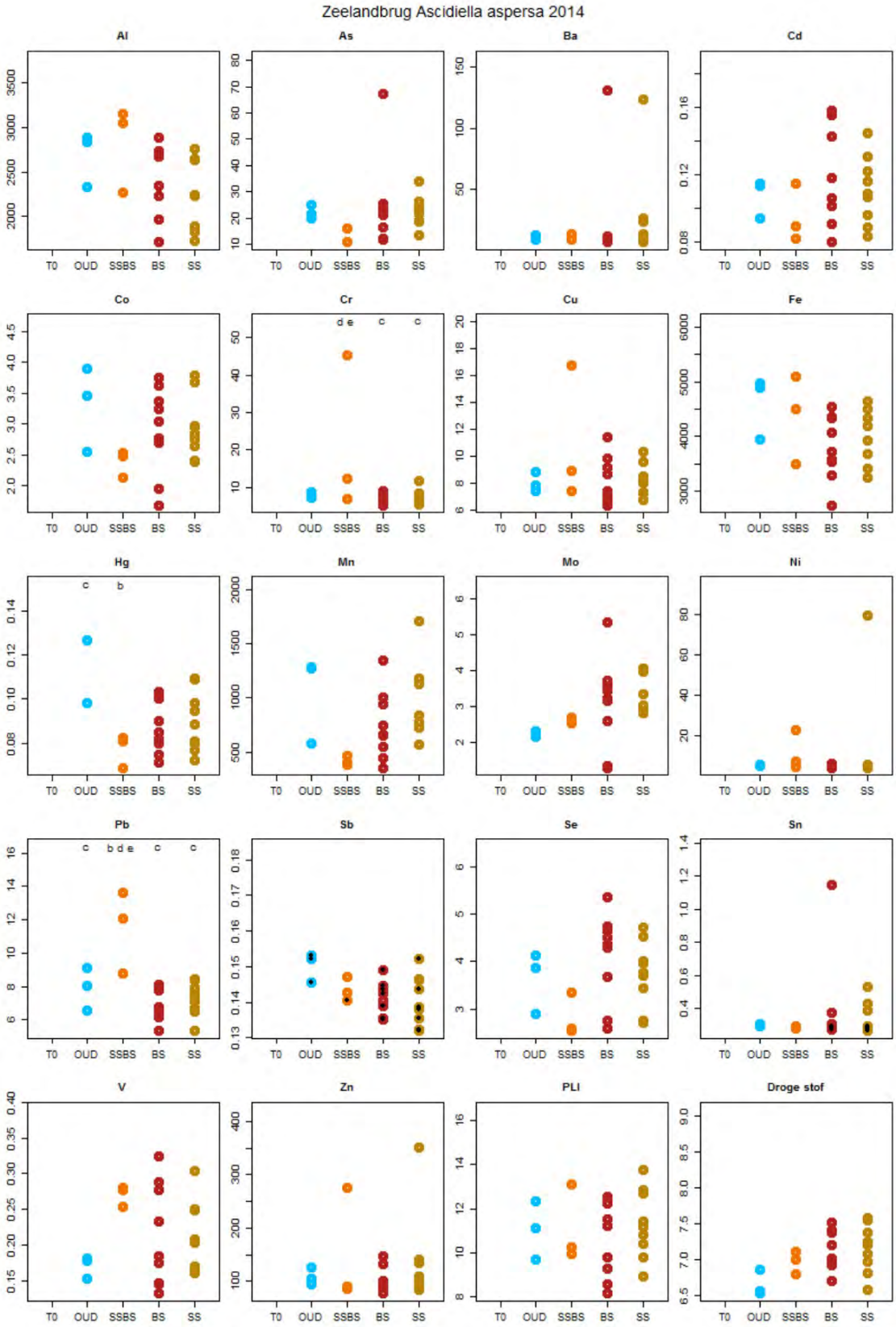


Figuur 25: Metaalgehalten, PLI en drogestof in Ciona intestinalis bemonsterd op verschillende ondergronden bij de Zeelandbrug in 2014. De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen. Metaalgehalten die onder de detectielimiet liggen worden weergeven met zwarte stippen. De lettercode geeft significante verschillen weer (ANOVA, Tukey Posthoc).

Zakpijp - *Ascidiella aspersa* bemonsterd nabij de Zeelandbrug in 2014

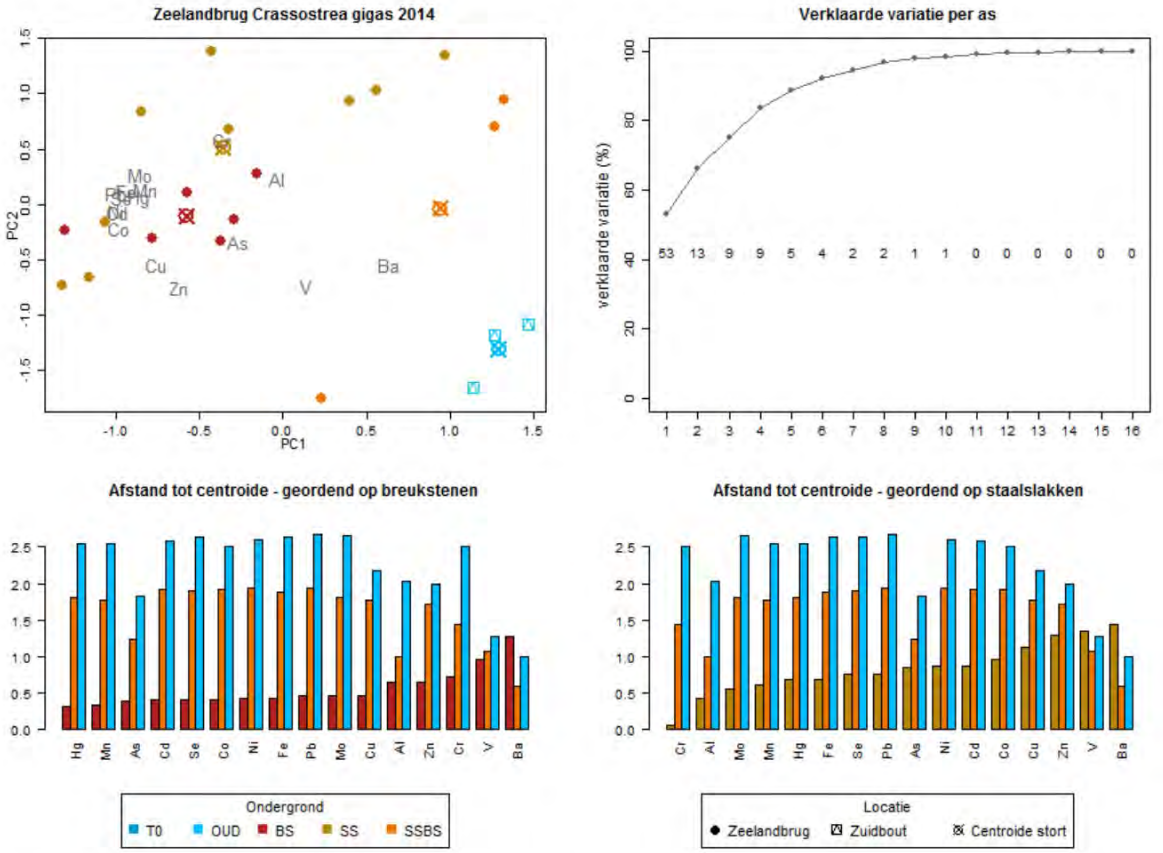


Figuur 26: Linksboven principal component (PCA) oriëntatie op z-gestransformeerde metaalgehalte in Ascidiella aspersa weefsel bemonsterd in 2014 bij de Zeelandbrug met scaling factor 2 (nadruk op metaalverschillen). De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen. Metalen met meer dan 75% meetwaarden onder de detectielimiet zijn buitenbeschouwing gelaten. Rechtsboven de verklaarde variatie per PCA-as. Linksonder de afstand van de metalen tot de centroide van de verschillende ondergronden, geordend op toenemende afstand centroide breukstenen, rechtsonder geordend op toenemende afstand centroide staalslakken; hoe korter de afstand hoe relatief hoger het metaalgehalte.

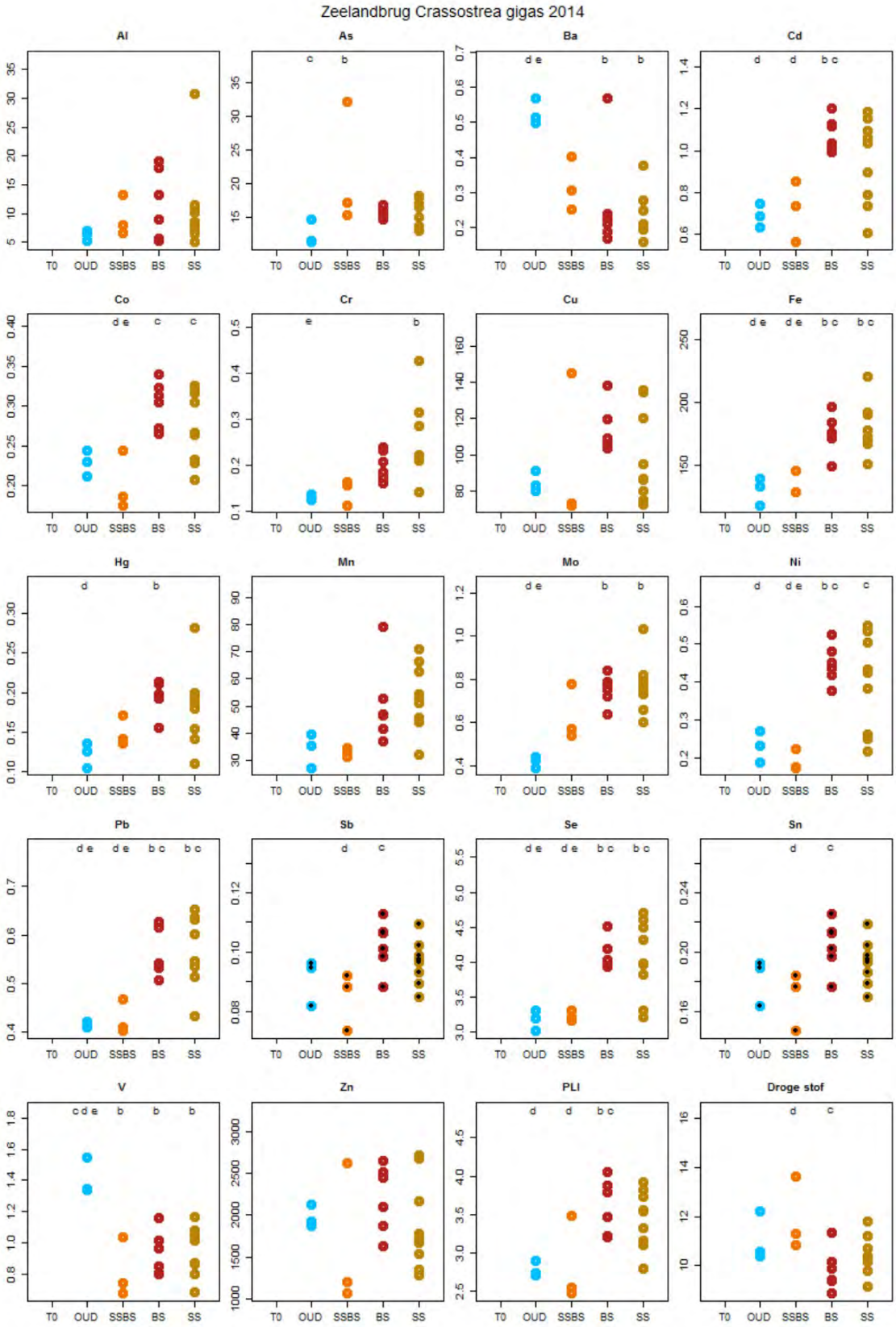


Figuur 27: Metaalgehalten, PLI en drogestof in Ascidiella aspersa bemonsterd op verschillende ondergronden bij de Zeelandbrug in 2014. De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen. Metaalgehalten die onder de detectielimiet liggen worden weergeven met zwarte stippen. De lettercode geeft significante verschillen weer (ANOVA, Tukey Posthoc).

Oester - *Crassostrea gigas* bemonsterd nabij de Zeelandbrug in 2014

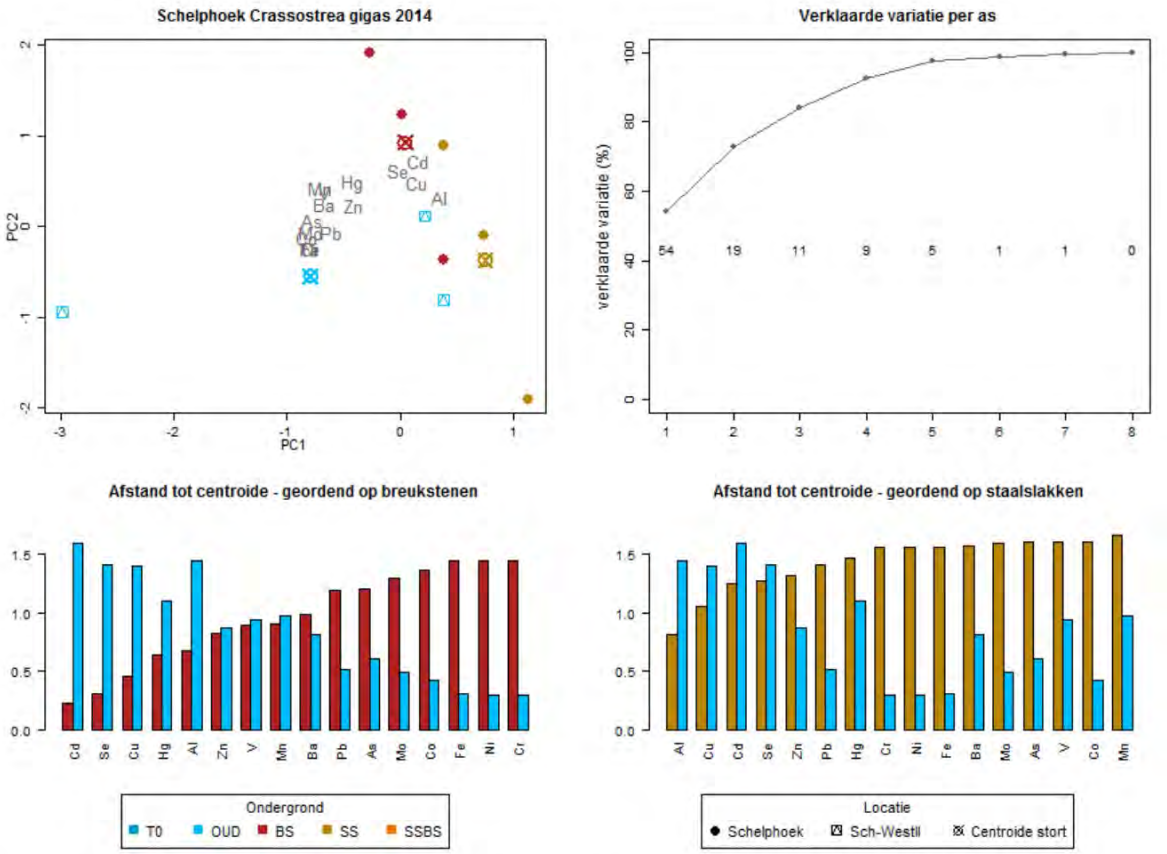


Figuur 28: Linksboven principal component (PCA) oriëntatie op z-gestransformeerde metaalgehalte in Crassostrea gigas weefsel bemonsterd in 2014 bij de Zeelandbrug met scaling factor 2 (nadruk op metaalverschillen). De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen. Metalen met meer dan 75% meetwaarden onder de detectielimiet zijn buitenbeschouwing gelaten. Rechtsboven de verklaarde variatie per PCA-as. Linksonder de afstand van de metalen tot de centroide van de verschillende ondergronden, geordend op toenemende afstand centroide breukstenen, rechtsonder geordend op toenemende afstand centroide staalslakken; hoe korter de afstand hoe relatief hoger het metaalgehalte.

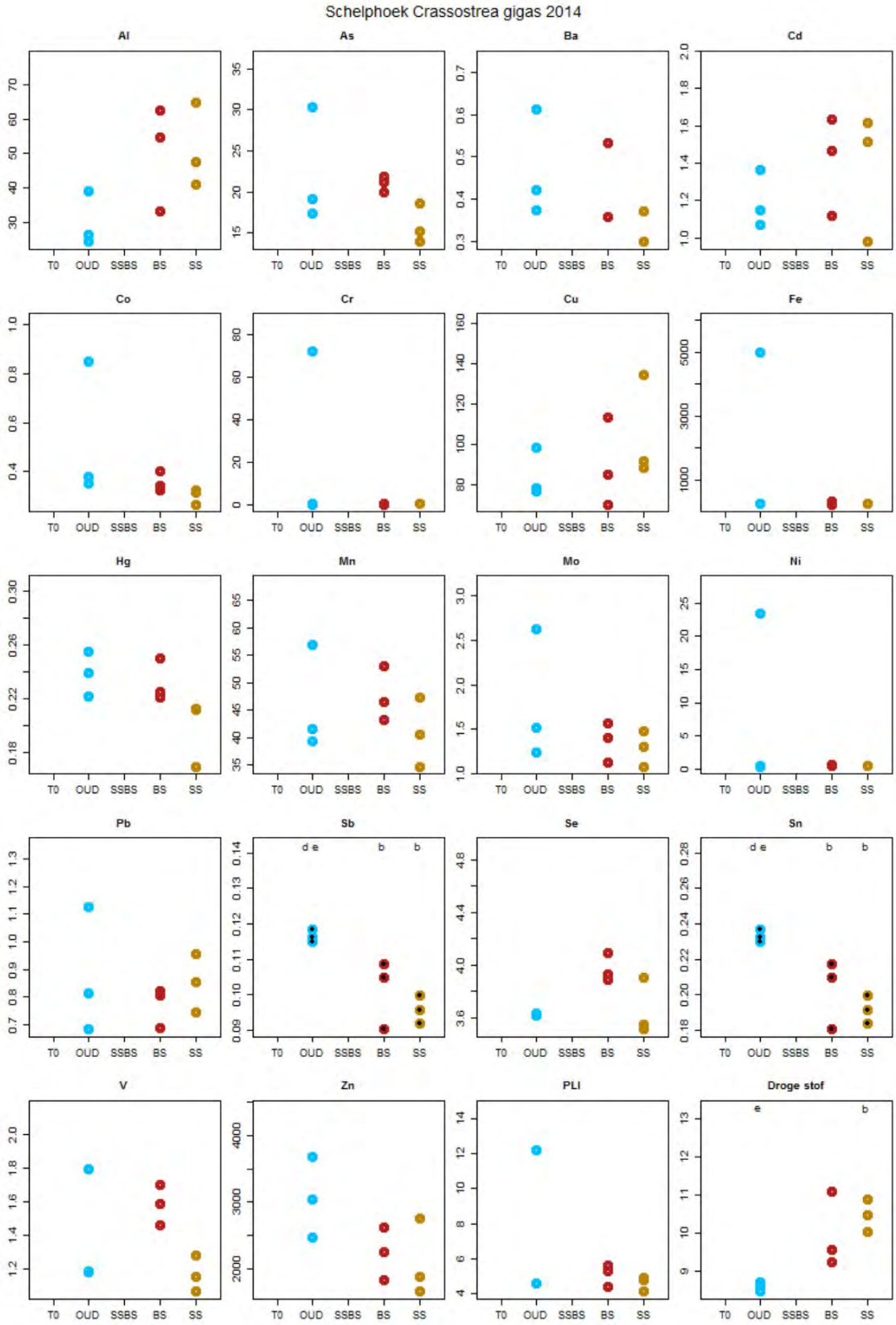


Figuur 29: Metaalgehalten, PLI en drogestof in Crassostrea gigas bemonsterd op verschillende ondergronden bij de Zeelandbrug in 2014. De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen. Metaalgehalten die onder de detectielimiet liggen worden weergeven met zwarte stippen. De lettercode geeft significante verschillen weer (ANOVA, Tukey Posthoc).

Oester - *Crassostrea gigas* bemonsterd bij Schelphoek in 2014

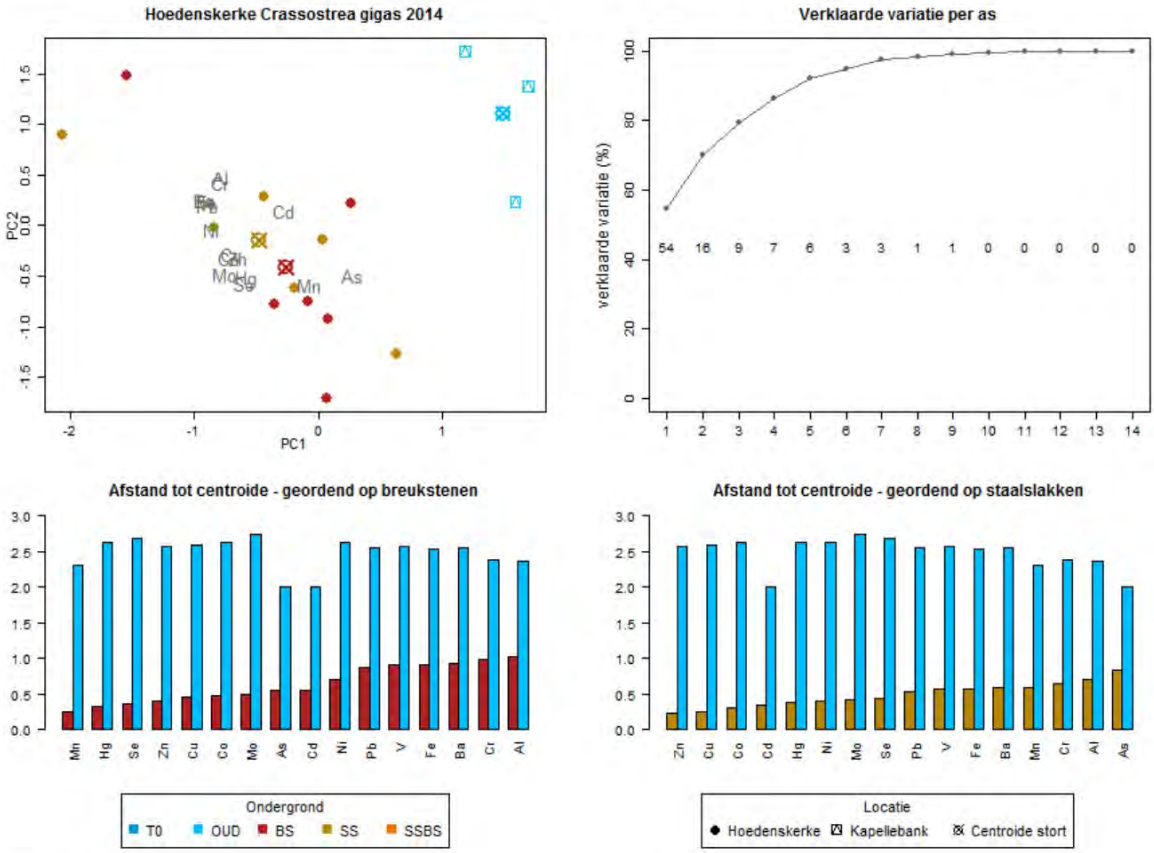


Figuur 30: Linksboven principal component (PCA) oriëntatie op z-gestransformeerde metaalgehalte in Crassostrea gigas weefsel bemonsterd in 2014 bij Schelphoek met scaling factor 2 (nadruk op metaalverschillen). De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen. Metalen met meer dan 75% meetwaarden onder de detectielimiet zijn buitenbeschouwing gelaten. Rechtsboven de verklaarde variatie per PCA-as. Linksonder de afstand van de metalen tot de centroide van de verschillende ondergronden, geordend op toenemende afstand centroide breukstenen, rechtsonder geordend op toenemende afstand centroide staalslakken; hoe korter de afstand hoe relatief hoger het metaalgehalte.

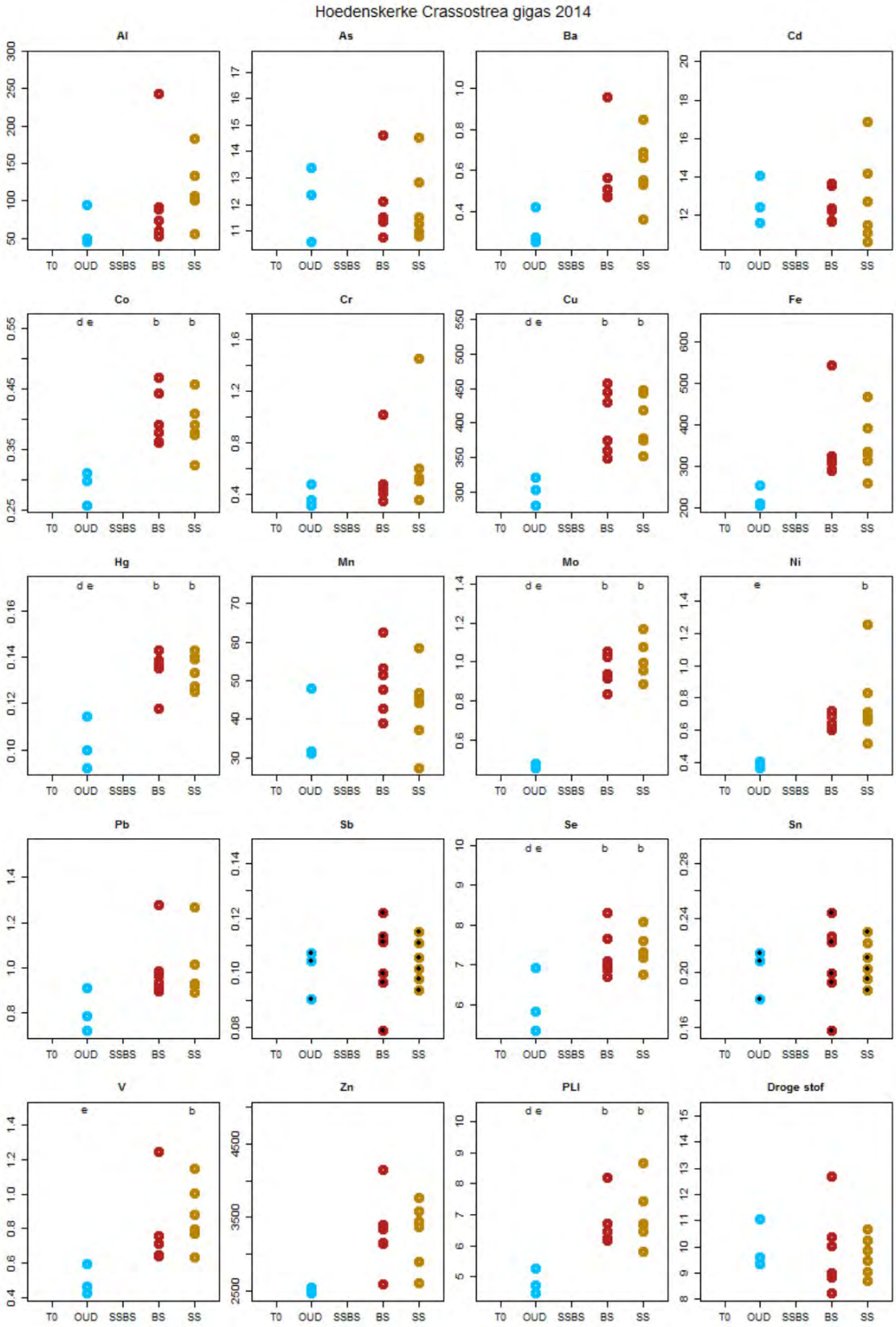


Figuur 31: Metaalgehalten in Crassostrea gigas bemonsterd op verschillende ondergronden bij de Schelphoek in 2014. De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen. Metaalgehalten die onder de detectielimiet liggen worden weergeven met zwarte stippen. De lettercode geeft significante verschillen weer (ANOVA, Tukey Posthoc).

Oester - *Crassostrea gigas* bemonsterd op Hoedekenskerke in 2014

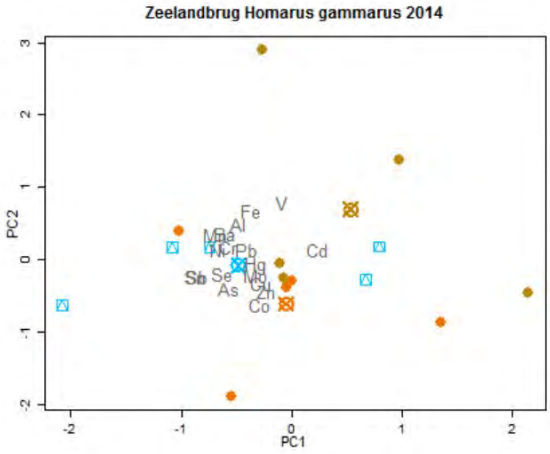


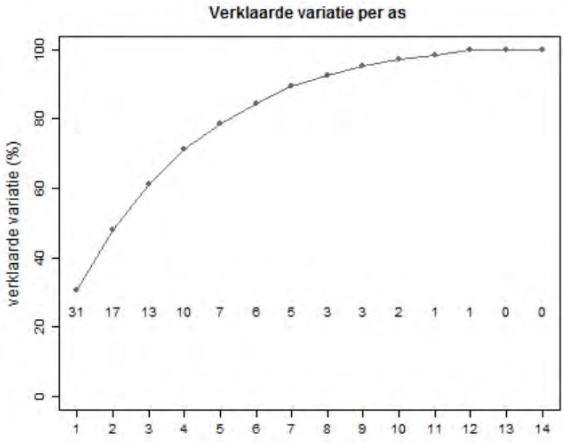
Figuur 32: Linksboven principal component (PCA) oriëntatie op z-gestransformeerde metaalgehalte in Crassostrea gigas weefsel bemonsterd in 2014 bij de Hoedekenskerke met scaling factor 2 (nadruk op metaalverschillen). De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen. Metalen met meer dan 75% meetwaarden onder de detectielimiet zijn buitenbeschouwing gelaten. Rechtsboven de verklaarde variatie per PCA-as. Linksonder de afstand van de metalen tot de centroide van de verschillende ondergronden, geordend op toenemende afstand centroide breukstenen, rechtsonder geordend op toenemende afstand centroide staalslakken; hoe korter de afstand hoe relatief hoger het metaalgehalte.

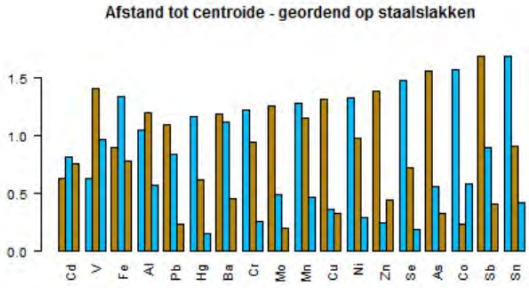


Figuur 33: Metaalgehalten, PLI en drogestof in Crassostrea gigas bemonsterd op verschillende ondergronden bij de Hoedekenskerke in 2014. De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen. Metaalgehalten die onder de detectielimiet liggen worden weergeven met zwarte stippen. De lettercode geeft significante verschillen weer (ANOVA, Tukey Posthoc).

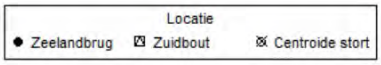
Kreeft - *Homarus gammarus* bemonsterd bij de Zeelandbrug in 2014

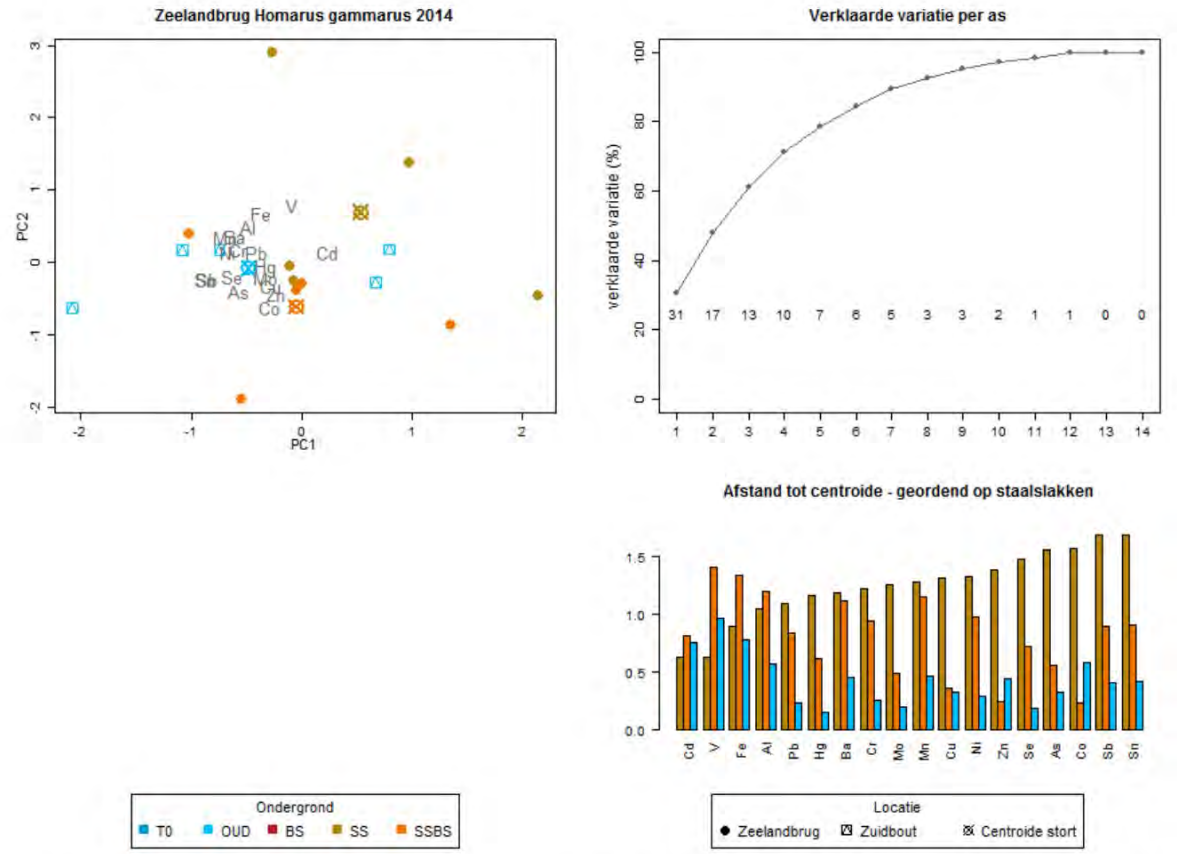




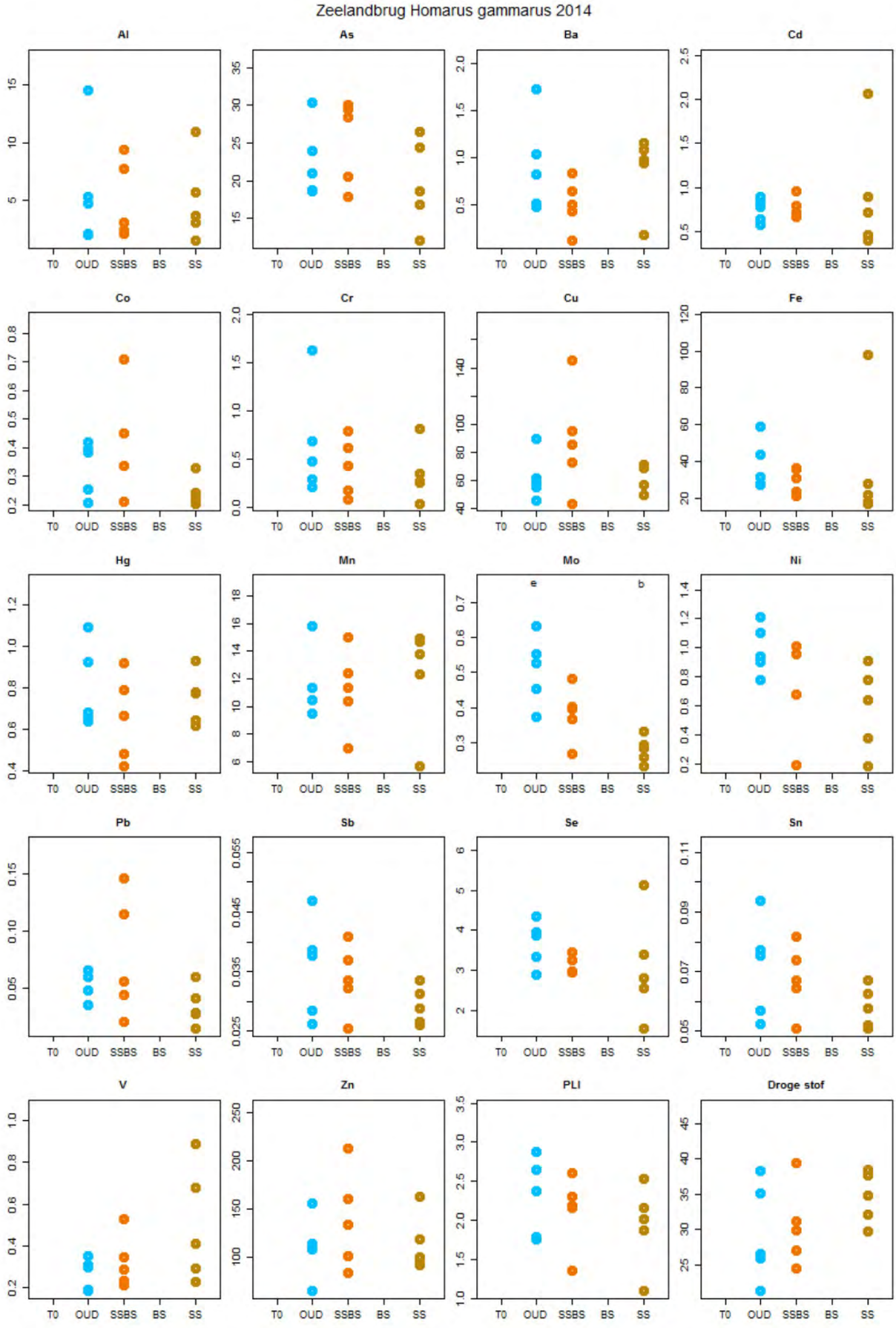


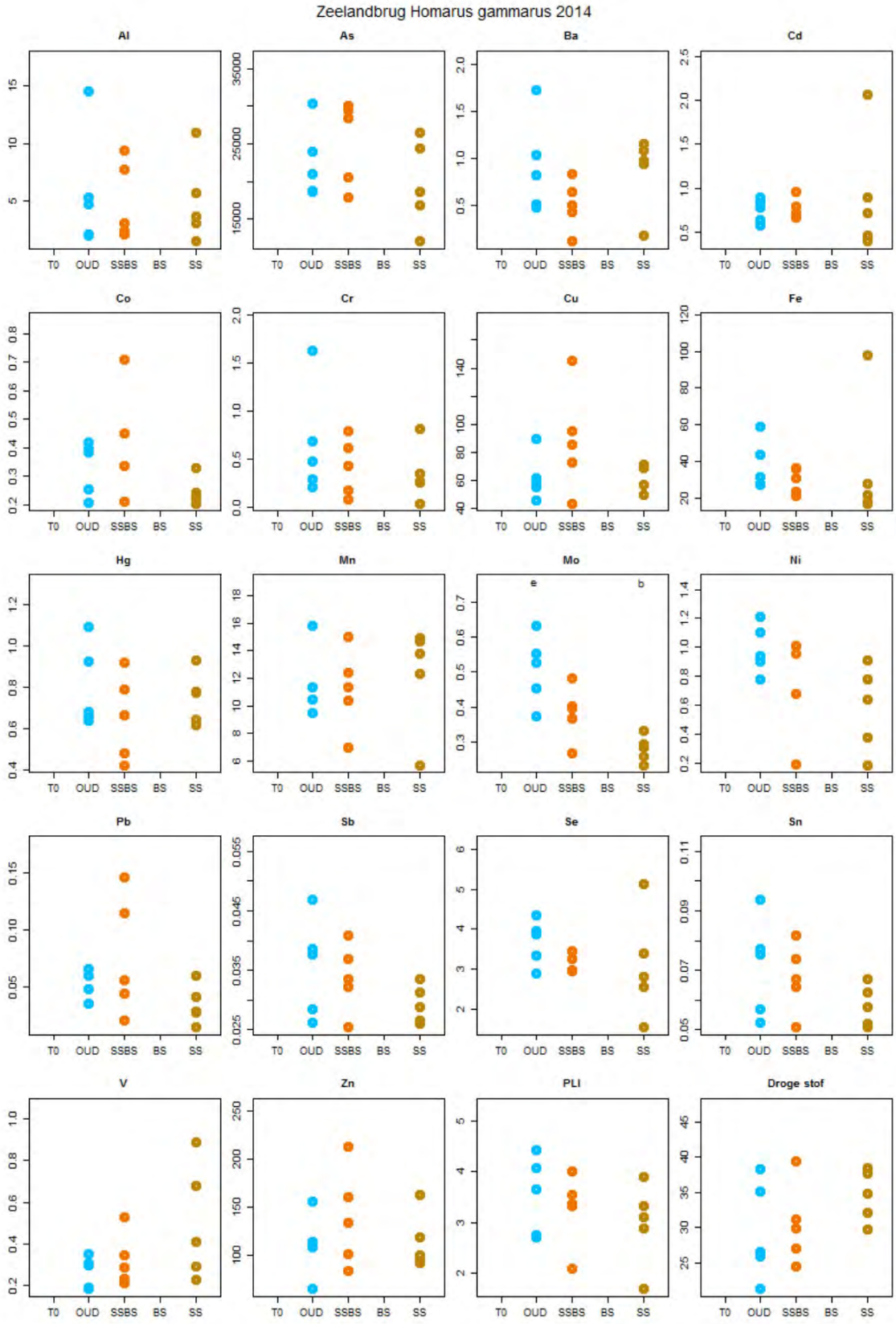






Figuur 34: Linksboven principal component (PCA) oriëntatie op z-gestransformeerde metaalgehalte in Homarus gammarus weefsel bemonsterd in 2014 bij de Zeelandbrug met scaling factor 2 (nadruk op metaalverschillen). De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen. Metalen met meer dan 75% meetwaarden onder de detectielimiet zijn buitenbeschouwing gelaten. Rechtsboven de verklaarde variatie per PCA-as. Linksonder de afstand van de metalen tot de centroide van de verschillende ondergronden, geordend op toenemende afstand centroide breukstenen, rechtsonder geordend op toenemende afstand centroide staalslakken; hoe korter de afstand hoe relatief hoger het metaalgehalte.


Zeelandbrug Homarus gammarus 2014
Al
As
Ba
Cd
Co
Cr
Cu
Fe
Hg
Mn
Mo
Ni
Pb
Sb
Se
Sn
V
Zn
PLI
Droge stof
T0
OUD
SSBS
BS
SS



Figuur 35: Metaalgehalten, PLI en drogestof in Homarus gammarus bemonsterd op verschillende ondergronden bij de Zeelandbrug in 2014. De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen. Metaalgehalten die onder de detectielimiet liggen worden weergeven met zwarte stippen. De lettercode geeft significante verschillen weer (ANOVA, Tukey Posthoc).

Bijlage F. OSPAR normoverschrijdingen

Tabel 8: Aantal OSPAR - normoverschrijdingen voor lood.

Soort - locatie	**2009**	**2010**	**2012**	**2013**	**2014**
Ascidiella aspersa Gorishoek					1
Ascidiella aspersa Schelphoek					2
Ascidiella aspersa Wemeldinge					7
Ascidiella aspersa Zeelandbrug			3		10
Ascidiella aspersa Zierikzee				3	
Ascidiella aspersa Zuidbout			3		2
Ciona intestinalis Kurkenol	1				
Ciona intestinalis Lokkersnol	1	4			
Ciona intestinalis Schelphoek	3	5	6		
Ciona intestinalis Wemeldinge					5
Ciona intestinalis Zeelandbrug	1	14	21		13
Ciona intestinalis Zierikzee				3	
Ciona intestinalis Zuidbout			3		2
Fucus vesiculosus Zeelandbrug		1			
Halichondria panicea Borssele		2			
Haliclona oculata Borssele		2			
Molgula manhattensis Borssele		2			
Molgula manhattensis Ellewoutsdijk		1			
Molgula manhattensis Hoedekenskerke		5			
Styela clava Borssele		1			
Styela clava Ellewoutsdijk		1			
Styela clava Katshoek			3		
Styela clava Schelphoek	2	1	6		
Styela clava Wemeldinge					2
Styela clava Zeelandbrug		1	17		
Styela clava Zuidbout			3		

Tabel 9: Aantal OSPAR - normoverschrijdingen voor cadmium.

Soort - locatie	2010	2014
Crassostrea gigas Ellewoutsdijk	4	
Crassostrea gigas Hoedekenskerke	6	12
Crassostrea gigas Kapellebank		3
Haliclona oculata Ellewoutsdijk	2	
Mytilus edulis Hoedekenskerke	1	

Bijlage G. Overzicht bemonsteringen - Oosterschelde

	Ciona intestinalis				
	2009	2010	2011	2013	2014
Buitenhaven NJ_TO					3
Gorishoek_OUD					3
Kurkenol_OUD	1				
Lokkersnol oost_BS		2			
Lokkersnol oost_SS		2			
Lokkersnol oost_TO	1				
Schelphoek midden_BS		2	3		
Schelphoek midden_TO	1				
Schelphoek oost_BS		2			
Schelphoek oost_TO	1				
Schelphoek west_SS		2	3		
Schelphoek west_TO	1				
Wemeldinge-oost_TO					3
Wemeldinge-west_TO					6
Zierikzee_TO				3	
Zld midden_BS		2	3		3
Zld midden_SS		2	3		3
Zld oost_BS		2	3		3
Zld oost_SS		2	3		3
Zld oost_TO	1				
Zld pijler_SSBS		2	3		3
Zld west_BS		2	3		3
Zld west_SS		2	3		
Zuidbout_OUD			3		3

	Crassostrea gigas					
	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Burghsluis west_REF		2				
Gorishoek_OUD						3
Kurkenol_OUD	1					
Lokkersnol oost_T0	1					
Schelphoek midden_BS						3
Schelphoek oost_SS						3
Schelphoek oost_T0	1					
Schelphoek west_OUD		2				3
Schelphoek west_T0	1					
Wemeldinge-oost_T0						3
Wemeldinge-west_T0						6
Zierikzee_T0					3	
Zld midden_SS						3
Zld oost_BS						3
Zld oost_SS						3
Zld oost_T0	1					
Zld pijler_SSBS		2	3	3	3	3
Zld pijler_T0	1					
Zld west_BS						3
Zld west_SS						3
Zuidbout_OUD			3			3

	Mytilus edulis					
	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Burghsluis west_REF		2				
Kurkenol_OUD	1					
Lokkersnol oost_T0	1					
Schelphoek midden_BS						3
Schelphoek oost_T0	1					
Zld pijler_SSBS		2	3	3	3	3
Zld pijler_T0	1					

	Metridium senile	
	2009	2010
Burghsluis west_REF		2
Kurkenol_OUD	1	
Lokkersnol oost_T0	1	
Schelphoek oost_SS		1
Schelphoek oost_T0	1	
Schelphoek west_OUD		2
Schelphoek west_SS		2
Zld oost_T0	1	

	Littorina littorea	
	2009	2010
Burghsluis west_REF		2
Lokkersnol oost_OUD		2
Lokkersnol oost_T0	1	
Schelphoek midden_OUD		2
Schelphoek midden_T0	1	
Schelphoek oost_OUD		2
Schelphoek oost_T0	1	
Schelphoek west_OUD		4
Schelphoek west_T0	1	
Zld oost_OUD		2
Zld oost_T0	1	
Zld west_OUD		2
Zld west_T0	1	

	Fucus vesiculosus			
	2009	2010	2011	2014
Burghsluis west_REF		2		
Burghsluis_REF			2	
De Val-haven_REF			1	
Gorishoek_OUD			1	2
Katshoek_REF			1	
Lokkersnol oost_OUD		2	2	
Lokkersnol oost_T0	1			
Plompetoren_REF			1	
Roompot-binnen_REF			1	
Roompot-buiten_REF			1	
Sas van Goes_REF			1	
Schelphoek-haven_PBZ			2	
Schelphoek-haven_REF			2	
Schelphoek midden_OUD		2	2	2
Schelphoek midden_T0	1			
Schelphoek oost_OUD		2	3	2
Schelphoek oost_T0	1			
Schelphoek west_OUD		4	2	2
Schelphoek west_T0	1			
Wemeldinge-oost_T0				2
Wemeldinge-west_T0				2
Westbout_REF			1	
Westkapelle_REF			1	
Wissekerke-oostnol_REF			2	
Yerseke_REF			1	
Zijpe-Blinde dam_REF			1	
Zld midden_REF			2	2
Zld oost_OUD		2	2	2
Zld oost_T0	1			
Zld west_OUD		2	2	2
Zld west_T0	1			
Zuidbout_OUD			2	

	Haliclona oculata
	2009
Kurkenol_OUD	1
Lokkersnol oost_T0	1
Schelphoek west_T0	1
Zld oost_T0	1
Zld pijler_T0	1

	Asterias rubens	
	2009	2010
Kurkenol_OUD	1	
Lokkersnol oost_BS		2
Lokkersnol oost_SS		2
Lokkersnol oost_TO	1	
Schelphoek midden_BS		2
Schelphoek midden_TO	2	
Schelphoek oost_BS		2
Schelphoek west_OUD		2
Schelphoek west_SS		2
Schelphoek west_TO	1	
Zld midden_BS		2
Zld midden_SS		2
Zld oost_BS		2
Zld oost_SS		2
Zld oost_TO	1	
Zld pijler_TO	1	
Zld west_BS		2
Zld west_SS		2

	Styela clava				
	2009	2010	2011	2013	2014
Gorishoek_OUD					3
Katshoek_REF			3		
Schelphoek midden_BS			3		3
Schelphoek midden_SS			1		
Schelphoek midden_TO	2				
Schelphoek west_BS			2		
Schelphoek west_SS		2	1		
Wemeldinge-oost_TO					3
Wemeldinge-west_TO					6
Zierikzee_TO				3	
Zld midden_BS			2		3
Zld midden_SS			3		3
Zld oost_BS			2		3
Zld oost_SS			2		3
Zld pijler_SSBS		2	3		3
Zld west_BS			3		3
Zld west_SS			2		3
Zuidbout_OUD			3		3

	Ascidiella aspersa		
	2011	2013	2014
Buitenhaven NJ_TO			3
Gorishoek_OUD			3
Schelphoek midden_BS			3
Wemeldinge-oost_TO			3
Wemeldinge-west_TO			6
Zierikzee_TO		3	
Zld midden_BS			3
Zld midden_SS			3
Zld oost_BS			3
Zld oost_SS			3
Zld pijler_SSBS	3		3
Zld west_BS			3
Zld west_SS			3
Zuidbout_OUD	3		3

Soort	***Ostrea edulis*** 2014
Zld oost_SS	1
Zld west_BS	1
Zld west_SS	1

	Homarus gammarus 2014
Gorishoek_OUD	5
Wemeldinge_TO	5
Zld oost_SS	5
Zld west_SSBS	5
Zuidbout_OUD	5

Bijlage H. Overzicht bemonsteringen - Westerschelde

Soort	*Littorina littorea*	
	2009	2010
Borssele_REF		2
Ellewoutsdijk midden_REF		1
Ellewoutsdijk oost_REF		2
Ellewoutsdijk west_REF		1
Hoedekenskerke-haven_REF		1
Hoedekenskerke noord_REF		1
Hoedekenskerke zuid_REF		1
Ritthem midden_REF		1
Ritthem oost_REF	1	1
Ritthem west_REF	1	1

Soort	*Fucus vesiculosus*			
	2009	2010	2011	2014
Baalhoek_REF			1	
Borssele_REF		2	1	
Breskens-oostpier veerh_REF			1	
Ellewoutsdijk-haven_REF			1	
Ellewoutsdijk oost_REF		2		
Ellewoutsdijk west_REF		1		
Hoedekenskerke-haven_REF		1	1	2
Hoedekenskerke noord_REF		1		2
Hoedekenskerke zuid_REF		1		
Kapellebank_OUD			2	
Nummer één_REF			1	
Ossenisse_REF			1	
Paulinapolder_OUD			2	
Ritthem midden_REF		1	2	2
Ritthem oost_REF	1	1	2	2
Ritthem west_REF	1	1	2	2
Sloehaven_REF			1	
Waarde-haven_REF			1	
Waarde-radarpost_REF			1	
Zimmerman-haven_REF			1	

Soort	*Haliclona oculata*		
	2009	2010	2011
Borssele_REF		2	
Ellewoutsdijk midden_REF		2	
Paulinapolder_OUD			3
Ritthem midden_BS			1
Ritthem oost_REF	1		
Ritthem oost_SS			1
Ritthem west_REF	1		

Soort	*Crassostrea gigas*		
	2009	2010	2014
Borssele_REF		2	
Ellewoutsdijk midden_REF		2	
Ellewoutsdijk west_REF		2	
Hoedekenskerke-haven_BS			3
Hoedekenskerke-haven_REF		2	
Hoedekenskerke-haven_SS			3
Hoedekenskerke noord_BS			3
Hoedekenskerke noord_REF		2	
Hoedekenskerke noord_SS			3
Hoedekenskerke zuid_REF		2	
Kapellebank_OUD			3
Ritthem midden_BS			3
Ritthem oost_REF	1		
Ritthem west_REF	1		

Soort	*Mytilus edulis*	
	2009	2010
Ellewoutsdijk midden_REF		2
Hoedekenskerke-haven_REF		1
Hoedekenskerke noord_REF		2
Hoedekenskerke zuid_REF		2
Ritthem oost_REF	1	
Ritthem west_REF	1	

Soort	*Metridium senile*	
	2009	2010
Ritthem midden_SS		2
Ritthem oost_REF	1	
Ritthem oost_SS		2
Ritthem west_REF	1	
Ritthem west_SS		2

Soort	*Asterias rubens*	
	2009	2010
Borssele_REF		2
Ellewoutsdijk midden_REF		2
Ellewoutsdijk west_REF		2
Ritthem midden_SS		2
Ritthem oost_REF	1	
Ritthem oost_SS		2
Ritthem west_REF	1	
Ritthem west_SS		2

Soort	*Halichondria panicea*
	2010
Borssele_REF	2
Ellewoutsdijk midden_REF	2

Soort	*Styela clava*
	2010
Borssele_REF	1
Ellewoutsdijk west_REF	1

Soort	*Molgula manhattensis*
	2010
Borssele_REF	2
Ellewoutsdijk west_REF	1
Hoedekenskerke-haven_REF	1
Hoedekenskerke noord_REF	2
Hoedekenskerke zuid_REF	2

Bijlage I. Ruwe data zware metalen

Tabel 10: Gehalten aan de zware metalen aluminium (Al), arseen (As), barium (Ba), cadmium (Cd), kobalt (Co), chroom (Cr), koper (Cu), ijzer (Fe), kwik (Hg) en mangaan (Mn) in mg/kg droge stof voor soorten bemonsterd op locaties in de Oosterschelde. TDV= type dijkversteviging waarbij T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen.

Soort	**Locatie**	**TDV**	**Al**	**As**	**Ba**	**Cd**	**Co**	**Cr**	**Cu**	**Fe**	**Hg**	**Mn**
Ascidiella aspersa	Buitenhaven NJ	T0	1140	9.5	5.1	0.052	0.865	3.45	4.58	1926	0.073	194
Ascidiella aspersa	Buitenhaven NJ	T0	1243	9.6	5.6	0.045	0.767	3.38	4.43	1922	0.081	181
Ascidiella aspersa	Buitenhaven NJ	T0	1123	9.8	4.91	0.048	0.821	3.21	4	1853	0.062	177
Ascidiella aspersa	Gorishoek	OUD	1745	12	11	0.073	2.11	7	6.4	3453	0.06	563
Ascidiella aspersa	Gorishoek	OUD	1856	12	16	0.086	2.59	6.6	6.6	3618	0.06	678
Ascidiella aspersa	Gorishoek	OUD	2374	14	17	0.09	3.21	8.8	8.3	4689	0.08	924
Ascidiella aspersa	Schelphoek midden	BS	2780	22	13	0.182	3.55	7.8	10	3780	0.132	707
Ascidiella aspersa	Schelphoek midden	BS	3954	27	20	0.157	4.24	12	11	5528	0.13	815
Ascidiella aspersa	Schelphoek midden	BS	1740	23	8.4	0.094	2.67	4.61	8.4	2361	0.095	450
Ascidiella aspersa	Wemeldinge-oost	T0	5198	18	16	0.124	3.62	16	9	7811	0.102	910
Ascidiella aspersa	Wemeldinge-oost	T0	4593	16	13	0.123	2.71	13	7.7	6429	0.083	528
Ascidiella aspersa	Wemeldinge-oost	T0	4740	38	54	0.153	3.73	17	9.9	8615	0.11	690
Ascidiella aspersa	Wemeldinge-west	T0	3534	19	15	0.147	4.11	10	9.2	4828	0.114	870
Ascidiella aspersa	Wemeldinge-west	T0	2909	18	17	0.162	3.94	11	9.3	3890	0.082	724
Ascidiella aspersa	Wemeldinge-west	T0	3685	19	12	0.236	4.21	13	11	5029	0.116	824
Ascidiella aspersa	Wemeldinge-west	T0	3750	18	14	0.095	3.3	9.3	7.3	5502	0.088	743
Ascidiella aspersa	Wemeldinge-west	T0	3713	18	14	0.111	3.59	12	8.2	6830	0.101	765
Ascidiella aspersa	Wemeldinge-west	T0	4884	22	17	0.145	5.4	16	11	9305	0.131	1141
Ascidiella aspersa	Zld midden	BS	2725	16	12	0.118	2.77	9	8.7	4347	0.1	661
Ascidiella aspersa	Zld midden	BS	2343	12	7.5	0.08	1.69	7.3	6.5	3723	0.075	353
Ascidiella aspersa	Zld midden	BS	2734	12	8.5	0.091	1.96	7.8	6.9	4331	0.071	443
Ascidiella aspersa	Zld midden	SS	1824	13	8	0.084	2.38	6.8	6.7	3411	0.08	724
Ascidiella aspersa	Zld midden	SS	2243	24	24	0.109	2.41	12	7.2	4643	0.089	568

Soort	**Locatie**	**TDV**	**Al**	**As**	**Ba**	**Cd**	**Co**	**Cr**	**Cu**	**Fe**	**Hg**	**Mn**
Ascidiella aspersa	Zld midden	SS	1889	34	124	0.089	2.96	7.1	8.5	3676	0.109	835
Ascidiella aspersa	Zld oost	BS	1709	22	11	0.106	2.7	5.3	6.4	2751	0.085	549
Ascidiella aspersa	Zld oost	BS	2228	67	131	0.118	3.25	6.2	7.4	3534	0.082	745
Ascidiella aspersa	Zld oost	BS	2228	24	9.8	0.102	3.05	6.5	7.3	3573	0.08	654
Ascidiella aspersa	Zld oost	SS	2228	23	9.3	0.131	3.67	6.4	9.5	4344	0.094	1712
Ascidiella aspersa	Zld oost	SS	2644	22	10	0.117	2.94	7.4	8.4	4203	0.098	1133
Ascidiella aspersa	Zld oost	SS	2753	19	8.8	0.122	2.63	8.3	7.4	4648	0.072	844
Ascidiella aspersa	Zld pijler	SSBS	2263	16	9.1	0.09	2.13	6.8	7.4	3490	0.082	383
Ascidiella aspersa	Zld pijler	SSBS	3150	11	14	0.115	2.47	45	17	5089	0.081	399
Ascidiella aspersa	Zld pijler	SSBS	3055	11	9.3	0.082	2.53	12	8.9	4493	0.069	470
Ascidiella aspersa	Zld west	BS	2880	24	11	0.143	3.75	7.9	9.2	4546	0.09	1346
Ascidiella aspersa	Zld west	BS	1963	26	10	0.158	3.62	5.2	9.9	3299	0.103	999
Ascidiella aspersa	Zld west	BS	2669	21	11	0.156	3.37	6.9	11	4070	0.101	945
Ascidiella aspersa	Zld west	SS	2228	26	27	0.107	2.84	6.4	8.1	3929	0.081	841
Ascidiella aspersa	Zld west	SS	2639	23	13	0.145	3.78	8.5	10	4505	0.11	1179
Ascidiella aspersa	Zld west	SS	1729	19	7	0.096	2.75	5.3	8	3244	0.077	779
Ascidiella aspersa	Zuidbout	OUD	2336	20	13	0.094	2.55	7.2	7.4	3946	0.098	580
Ascidiella aspersa	Zuidbout	OUD	2840	22	9.5	0.114	3.46	8.4	7.8	4894	0.098	1276
Ascidiella aspersa	Zuidbout	OUD	2883	25	13	0.115	3.89	8.5	8.8	4962	0.127	1288
Ciona intestinalis	Buitenhaven NJ	T0	2035	6.9	7.1	0.055	1.2	5.6	5.6	2959	0.067	180
Ciona intestinalis	Buitenhaven NJ	T0	1340	6.1	4.67	0.048	0.951	3.79	5.1	1959	0.05	151
Ciona intestinalis	Buitenhaven NJ	T0	1592	6.3	5.7	0.053	1.13	4.27	5.9	2320	0.058	170
Ciona intestinalis	Gorishoek	OUD	1439	8.7	14	0.072	1.9	5	7	2732	0.052	446
Ciona intestinalis	Gorishoek	OUD	1494	8.5	16	0.073	1.91	5.3	6.5	2889	0.051	596
Ciona intestinalis	Gorishoek	OUD	1738	7.8	16	0.088	1.92	5.1	7.3	3375	0.064	521
Ciona intestinalis	Wemeldinge-oost	T0	4054	11	12	0.165	2.86	13	8.4	7394	0.085	580
Ciona intestinalis	Wemeldinge-oost	T0	4851	11	11	0.12	2.96	14	8.5	6990	0.077	522
Ciona intestinalis	Wemeldinge-oost	T0	4573	10	11	0.135	2.68	13	8.7	5785	0.074	422

Soort	**Locatie**	**TDV**	**Al**	**As**	**Ba**	**Cd**	**Co**	**Cr**	**Cu**	**Fe**	**Hg**	**Mn**
Ciona intestinalis	Wemeldinge-west	T0	2965	10	8.8	0.103	2.08	10	9.9	3711	0.079	301
Ciona intestinalis	Wemeldinge-west	T0	2153	9.9	6	0.079	1.58	11	9.7	2899	0.067	291
Ciona intestinalis	Wemeldinge-west	T0	3031	8.9	8.6	0.077	1.9	8.6	8.4	3735	0.058	264
Ciona intestinalis	Wemeldinge-west	T0	4105	9.3	11	0.147	3.63	74	46	6745	0.092	674
Ciona intestinalis	Wemeldinge-west	T0	4091	13	20	0.118	3.65	14	9.9	7843	0.082	729
Ciona intestinalis	Wemeldinge-west	T0	3278	13	12	0.082	2.43	8.9	8.1	4873	0.059	617
Ciona intestinalis	Zld midden	BS	2263	8.7	5.9	0.085	1.65	7.5	7.2	3979	0.064	244
Ciona intestinalis	Zld midden	BS	2183	9.6	5.2	0.083	1.62	6.9	7.6	3737	0.07	260
Ciona intestinalis	Zld midden	BS	1781	7.9	4.88	0.07	1.35	5.4	5.3	3020	0.054	264
Ciona intestinalis	Zld midden	SS	2123	9	5.8	0.08	1.93	10	7.9	4019	0.069	405
Ciona intestinalis	Zld midden	SS	2751	12	8.2	0.103	2.35	10	10	5036	0.095	365
Ciona intestinalis	Zld midden	SS	2569	10	8.2	0.102	2.2	9.5	9.7	4818	0.086	384
Ciona intestinalis	Zld oost	BS	3204	11	9.6	0.12	2.59	9.6	11	4926	0.074	458
Ciona intestinalis	Zld oost	BS	3590	17	16	0.149	2.95	10	11	5866	0.092	554
Ciona intestinalis	Zld oost	BS	2784	11	9.2	0.098	2.78	8.1	9.5	4118	0.07	481
Ciona intestinalis	Zld oost	SS	3756	20	16	0.144	3.41	12	12	6494	0.103	838
Ciona intestinalis	Zld oost	SS	4383	11	11	0.142	3	13	11	6602	0.095	527
Ciona intestinalis	Zld oost	SS	3627	12	10	0.145	2.84	11	10	5794	0.086	563
Ciona intestinalis	Zld pijler	SSBS	3156	11	9	0.096	2.18	7.8	10	4159	0.084	409
Ciona intestinalis	Zld pijler	SSBS	1763	8.7	5.3	0.064	1.64	5.3	6.9	2771	0.056	254
Ciona intestinalis	Zld pijler	SSBS	1995	9.5	16	0.085	1.95	6.1	9.6	2990	0.07	273
Ciona intestinalis	Zld west	BS	4442	11	11	0.149	3.61	14	15	6324	0.097	572
Ciona intestinalis	Zld west	BS	6686	14	16	0.198	4.33	18	18	10362	0.123	683
Ciona intestinalis	Zld west	BS	5010	13	12	0.163	3.23	14	13	6763	0.121	521
Ciona intestinalis	Zuidbout	OUD	3391	12	9.7	0.134	2.48	9.6	8.7	5168	0.092	437
Ciona intestinalis	Zuidbout	OUD	2916	8.9	6.7	0.089	1.92	8.3	7	4388	0.073	335
Ciona intestinalis	Zuidbout	OUD	3708	11	9.8	0.114	2.44	9.1	7.5	5188	0.075	695
Crassostrea gigas	Gorishoek	OUD	8.1	13	0.189	0.632	0.194	0.127	59	152	0.136	33

Soort	**Locatie**	**TDV**	**Al**	**As**	**Ba**	**Cd**	**Co**	**Cr**	**Cu**	**Fe**	**Hg**	**Mn**
Crassostrea gigas	Gorishoek	OUD	11	13	0.282	0.637	0.23	0.156	57	180	0.149	48
Crassostrea gigas	Gorishoek	OUD	7.7	12	0.175	0.559	0.219	0.169	70	146	0.146	27
Crassostrea gigas	Schelphoek midden	BS	63	22	0.533	1.46	0.342	0.42	85	331	0.225	47
Crassostrea gigas	Schelphoek midden	BS	33	21	0.357	1.12	0.324	0.332	70	247	0.221	43
Crassostrea gigas	Schelphoek midden	BS	55	20	0.532	1.64	0.399	0.411	113	281	0.251	53
Crassostrea gigas	Schelphoek oost	SS	65	15	0.372	1.61	0.322	0.442	92	269	0.213	40
Crassostrea gigas	Schelphoek oost	SS	41	19	0.298	1.51	0.314	0.399	134	275	0.212	47
Crassostrea gigas	Schelphoek oost	SS	48	14	0.299	0.979	0.266	0.375	89	255	0.17	35
Crassostrea gigas	Schelphoek west	OUD	26	30	0.612	1.07	0.848	72	79	4995	0.239	57
Crassostrea gigas	Schelphoek west	OUD	39	19	0.422	1.15	0.349	0.365	77	254	0.222	39
Crassostrea gigas	Schelphoek west	OUD	25	17	0.374	1.36	0.376	0.332	99	260	0.255	42
Crassostrea gigas	Wemeldinge-oost	T0	12	13	0.22	0.662	0.218	0.114	75	145	0.094	42
Crassostrea gigas	Wemeldinge-oost	T0	18	12	0.22	0.692	0.209	0.136	76	143	0.112	26
Crassostrea gigas	Wemeldinge-oost	T0	19	11	0.254	0.644	0.222	0.161	69	142	0.102	30
Crassostrea gigas	Wemeldinge-west	T0	16	16	0.257	1.1	0.287	0.169	123	185	0.155	25
Crassostrea gigas	Wemeldinge-west	T0	6.2	14	0.169	1.02	0.259	0.163	114	163	0.171	27
Crassostrea gigas	Wemeldinge-west	T0	7.3	17	0.227	0.904	0.28	0.133	135	147	0.152	30
Crassostrea gigas	Wemeldinge-west	T0	26	14	0.376	0.883	0.272	0.197	111	174	0.13	37
Crassostrea gigas	Wemeldinge-west	T0	23	14	0.376	0.906	0.262	0.184	70	167	0.127	35
Crassostrea gigas	Wemeldinge-west	T0	19	13	0.358	0.792	0.265	0.175	80	161	0.135	46
Crassostrea gigas	Zld midden	SS	10	13	0.249	0.608	0.207	0.286	75	151	0.111	46
Crassostrea gigas	Zld midden	SS	31	14	0.377	0.791	0.228	0.212	72	178	0.154	44
Crassostrea gigas	Zld midden	SS	12	13	0.278	0.735	0.233	0.316	86	167	0.141	32
Crassostrea gigas	Zld oost	BS	5.7	15	0.187	0.991	0.305	0.175	105	149	0.212	37
Crassostrea gigas	Zld oost	BS	5.3	16	0.228	1.2	0.313	0.162	104	184	0.211	46
Crassostrea gigas	Zld oost	BS	18	15	0.57	1.01	0.265	0.208	109	174	0.213	47
Crassostrea gigas	Zld oost	SS	5	18	0.159	0.894	0.266	0.142	80	170	0.186	66
Crassostrea gigas	Zld oost	SS	7.4	17	0.205	1.15	0.304	0.212	87	171	0.281	53

Soort	**Locatie**	**TDV**	**Al**	**As**	**Ba**	**Cd**	**Co**	**Cr**	**Cu**	**Fe**	**Hg**	**Mn**
Crassostrea gigas	Zld oost	SS	10	15	0.21	1.04	0.263	0.428	95	172	0.179	51
Crassostrea gigas	Zld pijler	SSBS	6.7	15	0.251	0.732	0.176	0.114	73	130	0.135	34
Crassostrea gigas	Zld pijler	SSBS	8.1	17	0.306	0.562	0.186	0.164	72	130	0.141	33
Crassostrea gigas	Zld pijler	SSBS	13	32	0.403	0.853	0.244	0.157	145	146	0.17	31
Crassostrea gigas	Zld west	BS	13	17	0.211	1.13	0.339	0.233	138	196	0.198	79
Crassostrea gigas	Zld west	BS	19	16	0.239	1.12	0.323	0.239	119	172	0.192	53
Crassostrea gigas	Zld west	BS	9	15	0.17	1.03	0.272	0.186	106	176	0.155	42
Crassostrea gigas	Zld west	SS	6.5	17	0.203	1.09	0.326	0.223	120	190	0.189	71
Crassostrea gigas	Zld west	SS	8.6	16	0.194	1.19	0.321	0.22	135	192	0.199	54
Crassostrea gigas	Zld west	SS	8.2	18	0.202	1.06	0.316	0.209	135	220	0.195	62
Crassostrea gigas	Zuidbout	OUD	7.1	11	0.497	0.748	0.23	0.124	91	140	0.126	27
Crassostrea gigas	Zuidbout	OUD	5.2	15	0.515	0.684	0.245	0.127	83	119	0.136	40
Crassostrea gigas	Zuidbout	OUD	6.5	11	0.567	0.634	0.211	0.136	80	133	0.105	35
Fucus vesiculosus	Gorishoek	OUD	168	31	17	0.242	0.806	0.658	1.25	287	0.02	185
Fucus vesiculosus	Gorishoek	OUD	229	31	17	0.225	0.926	1	1.29	408	0.02	186
Fucus vesiculosus	Schelphoek midden	OUD	107	45	20	0.37	1.35	0.539	1.69	253	0.038	178
Fucus vesiculosus	Schelphoek midden	OUD	322	53	21	0.487	1.86	1.03	2.32	418	0.045	235
Fucus vesiculosus	Schelphoek oost	OUD	856	43	17	0.252	1.93	3.27	3.07	1534	0.037	237
Fucus vesiculosus	Schelphoek oost	OUD	1164	42	15	0.234	2.05	4.05	3.5	2070	0.042	275
Fucus vesiculosus	Schelphoek west	OUD	185	55	20	0.692	2.11	0.723	2.77	398	0.039	270
Fucus vesiculosus	Schelphoek west	OUD	418	54	20	0.601	2.18	1.01	2.69	577	0.042	298
Fucus vesiculosus	Wemeldinge-oost	T0	336	28	16	0.296	1.16	2.22	2.46	575	0.017	188
Fucus vesiculosus	Wemeldinge-oost	T0	321	29	17	0.336	1.35	1.37	2.45	489	0.018	193
Fucus vesiculosus	Wemeldinge-west	T0	522	29	20	0.275	1.38	1.84	2.8	884	0.024	267
Fucus vesiculosus	Wemeldinge-west	T0	595	29	18	0.305	1.7	2.3	2.72	1000	0.022	315
Fucus vesiculosus	Zld midden	REF	228	45	22	0.369	1.32	0.995	2.12	471	0.03	229
Fucus vesiculosus	Zld midden	REF	269	42	18	0.294	1.2	1.12	1.86	491	0.03	194
Fucus vesiculosus	Zld oost	OUD	531	44	22	0.505	1.79	1.97	2.86	1049	0.04	288

Soort	**Locatie**	**TDV**	**Al**	**As**	**Ba**	**Cd**	**Co**	**Cr**	**Cu**	**Fe**	**Hg**	**Mn**
Fucus vesiculosus	Zld oost	OUD	502	43	22	0.418	1.66	1.82	2.67	918	0.04	266
Fucus vesiculosus	Zld west	OUD	549	40	21	0.456	1.88	1.99	3.01	1019	0.039	300
Fucus vesiculosus	Zld west	OUD	694	49	25	0.552	1.97	2.5	3.41	1338	0.044	337
Homarus gammarus	Gorishoek	OUD	3.22	15	0.886	0.329	0.349	0.18	97	20	0.364	14
Homarus gammarus	Gorishoek	OUD	2.81	28	0.592	1.42	0.419	0.074	406	28	0.575	20
Homarus gammarus	Gorishoek	OUD	6.6	23	1.3	0.573	0.397	0.874	98	30	0.496	18
Homarus gammarus	Gorishoek	OUD	4.59	22	0.673	0.474	0.288	0.51	212	31	0.555	12
Homarus gammarus	Gorishoek	OUD	3.58	20	0.641	0.775	0.212	0.395	139	26	0.528	11
Homarus gammarus	Wemeldinge	T0	9.1	23	0.983	0.651	0.32	0.844	94	38	0.512	15
Homarus gammarus	Wemeldinge	T0	9.4	31	0.569	1.31	0.527	0.196	89	34	1	19
Homarus gammarus	Wemeldinge	T0	2.67	25	0.375	1.01	0.265	0.07	107	19	0.52	13
Homarus gammarus	Wemeldinge	T0	6.6	32	2.13	0.896	0.621	3.54	156	39	0.839	11
Homarus gammarus	Wemeldinge	T0	3.2	28	0.29	0.761	0.465	0.153	140	25	0.47	11
Homarus gammarus	Zld oost	SS	11	19	1.16	0.458	0.205	0.813	50	98	0.644	15
Homarus gammarus	Zld oost	SS	3.05	24	0.975	0.713	0.244	0.254	57	22	0.93	14
Homarus gammarus	Zld oost	SS	5.6	17	1.09	2.07	0.232	0.345	57	28	0.775	12
Homarus gammarus	Zld oost	SS	1.45	12	0.174	0.892	0.215	0.043	69	18	0.617	5.7
Homarus gammarus	Zld oost	SS	3.59	26	0.946	0.397	0.327	0.268	71	17	0.776	15
Homarus gammarus	Zld west	SSBS	2.05	29	0.115	0.962	0.338	0.082	44	24	0.919	6.9
Homarus gammarus	Zld west	SSBS	2.38	18	0.638	0.79	0.451	0.177	145	37	0.423	10
Homarus gammarus	Zld west	SSBS	7.7	21	0.422	0.666	0.451	0.436	73	31	0.479	12
Homarus gammarus	Zld west	SSBS	3	30	0.503	0.675	0.708	0.793	95	21	0.667	11
Homarus gammarus	Zld west	SSBS	9.4	28	0.834	0.724	0.209	0.62	86	36	0.789	15
Homarus gammarus	Zuidbout	OUD	4.71	30	1.73	0.9	0.418	0.685	90	44	1.09	16
Homarus gammarus	Zuidbout	OUD	5.3	21	1.04	0.826	0.253	1.62	58	31	0.639	11
Homarus gammarus	Zuidbout	OUD	1.94	19	0.824	0.642	0.383	0.208	62	27	0.68	9.5
Homarus gammarus	Zuidbout	OUD	2.03	19	0.473	0.579	0.206	0.292	46	28	0.653	11
Homarus gammarus	Zuidbout	OUD	15	24	0.512	0.777	0.397	0.478	56	59	0.923	10

Soort	**Locatie**	**TDV**	**Al**	**As**	**Ba**	**Cd**	**Co**	**Cr**	**Cu**	**Fe**	**Hg**	**Mn**
Mytilus edulis	Schelphoek midden	BS	628	13	2.4	0.42	1.52	36	48	2218	0.268	42
Mytilus edulis	Schelphoek midden	BS	703	11	2.8	0.415	1.56	37	50	1921	0.264	46
Mytilus edulis	Schelphoek midden	BS	470	13	2.24	0.435	1.89	41	35	3767	0.231	47
Mytilus edulis	Zld pijler	SSBS	7.8	12	0.309	0.556	0.606	0.279	8.6	86	0.146	7.6
Mytilus edulis	Zld pijler	SSBS	8.2	12	0.22	0.54	0.517	0.284	7.8	81	0.139	7.9
Mytilus edulis	Zld pijler	SSBS	9.5	12	0.3	0.529	0.522	0.296	6.6	92	0.152	11
Ostrea edulis	Zld oost	SS	22	12	0.281	1.03	0.265	0.312	91	199	0.154	21
Ostrea edulis	Zld west	BS	9.6	11	0.183	0.893	0.282	0.224	98	168	0.135	16
Ostrea edulis	Zld west	SS	17	12	0.22	0.944	0.288	0.221	106	230	0.153	18
Styela clava	Gorishoek	OUD	1201	8.3	12	0.046	2.39	6.3	7.1	2534	0.044	561
Styela clava	Gorishoek	OUD	1047	6.4	7.4	0.044	2	5.1	5.6	1978	0.034	409
Styela clava	Gorishoek	OUD	799	8.3	12	0.036	2.1	4.46	5.6	1613	0.029	418
Styela clava	Schelphoek midden	BS	2571	11	20	0.073	3.47	23	9.9	3921	0.057	395
Styela clava	Schelphoek midden	BS	2092	8.2	11	0.045	2.63	8.7	6.1	2936	0.049	292
Styela clava	Schelphoek midden	BS	2554	6.5	9	0.057	3	9.4	8.3	3418	0.057	367
Styela clava	Wemeldinge-oost	T0	2891	7.1	9.7	0.053	3.65	9.9	8.1	4493	0.062	711
Styela clava	Wemeldinge-oost	T0	3256	8.2	8.4	0.052	3.96	11	8.4	5114	0.057	680
Styela clava	Wemeldinge-oost	T0	2746	11	12	0.073	3.81	12	8.5	4745	0.063	1259
Styela clava	Wemeldinge-west	T0	1916	12	8.7	0.077	5.3	20	14	3334	0.057	1515
Styela clava	Wemeldinge-west	T0	1731	8.7	7.5	0.067	3.44	7	11	2206	0.058	566
Styela clava	Wemeldinge-west	T0	1404	13	15	0.042	3.39	7.1	8.5	1893	0.048	1018
Styela clava	Wemeldinge-west	T0	3308	18	28	0.059	4.88	12	10	5500	0.077	748
Styela clava	Wemeldinge-west	T0	2782	7.7	9.7	0.047	3.8	10	8.2	4123	0.057	737
Styela clava	Wemeldinge-west	T0	3837	16	36	0.05	4.95	14	11	5712	0.074	718
Styela clava	Zld midden	BS	1185	8.7	6.2	0.043	3.3	6.1	8	2221	0.058	565
Styela clava	Zld midden	BS	1246	6.7	4.58	0.046	1.8	5.3	7.3	2022	0.053	275
Styela clava	Zld midden	BS	1108	7	4.57	0.04	2.9	4.04	7.3	1733	0.051	464
Styela clava	Zld midden	SS	1086	12	17	0.043	4.11	8	7	3068	0.068	1475

Soort	**Locatie**	**TDV**	**Al**	**As**	**Ba**	**Cd**	**Co**	**Cr**	**Cu**	**Fe**	**Hg**	**Mn**
Styela clava	Zld midden	SS	1293	8.4	6.6	0.04	3.11	7.3	8.1	2880	0.059	786
Styela clava	Zld midden	SS	1354	26	16	0.056	3.21	7.2	7.1	5258	0.069	1141
Styela clava	Zld oost	BS	1637	8.8	8.9	0.049	3.53	5.5	7.2	2656	0.046	619
Styela clava	Zld oost	BS	1662	10	22	0.047	3.84	5.5	7.3	2584	0.058	609
Styela clava	Zld oost	BS	1467	6.9	5.7	0.047	3.09	5.3	6.9	2330	0.053	494
Styela clava	Zld oost	SS	1896	23	61	0.05	3.35	8.6	8.4	3198	0.061	660
Styela clava	Zld oost	SS	1738	5.9	7.1	0.026	3.35	6.8	7.1	2747	0.053	589
Styela clava	Zld oost	SS	1612	7.2	8	0.038	2.62	7.5	6.9	2466	0.054	497
Styela clava	Zld pijler	SSBS	1283	16	9.1	0.039	3.08	4.79	7.1	2042	0.053	516
Styela clava	Zld pijler	SSBS	1144	41	86	0.04	2.1	4.27	6.6	1670	0.047	350
Styela clava	Zld pijler	SSBS	1076	8.4	5.1	0.035	2.82	4	7.3	1628	0.057	467
Styela clava	Zld west	BS	2427	8.5	9.2	0.06	3.99	8.1	10	3564	0.071	625
Styela clava	Zld west	BS	2258	7.5	7.4	0.056	4.2	7.4	9.4	3243	0.061	664
Styela clava	Zld west	BS	2242	11	23	0.069	4.24	7.9	9.8	3092	0.059	647
Styela clava	Zld west	SS	2072	14	19	0.065	3.81	9.3	8.9	3600	0.055	727
Styela clava	Zld west	SS	2603	9.1	9	0.074	4.25	9.1	11	5137	0.073	746
Styela clava	Zld west	SS	1919	8.6	8.9	0.056	3.7	9.5	8.2	3850	0.06	890
Styela clava	Zuidbout	OUD	2017	11	7.9	0.051	3.52	7.5	8	4007	0.062	809
Styela clava	Zuidbout	OUD	1800	9.5	6.8	0.037	3.93	6.6	7.1	3128	0.056	757
Styela clava	Zuidbout	OUD	1482	7.2	4.49	0.039	2.45	5.4	6.5	2551	0.05	510

Tabel 11: Gehalten aan de zware metalen molybdeen (Mo), nikkel (Ni), lood (Pb), antimoon (Sb), seleen (Se), tin (Sn), vanadium (V) en zink (Zn) in mg/kg droge stof, pollution load index (-) en droge stof (%) voor soorten bemonsterd op locaties in de Oosterschelde. TDV= type dijkversteviging waarbij T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen.

Soort	**Locatie**	**TDV**	**Mo**	**Ni**	**Pb**	**Sb**	**Se**	**Sn**	**V**	**Zn**	**PLI**	**Droge stof**
Ascidiella aspersa	Buitenhaven NJ	T0	1.44	2.46	3.44	<0.151	2.01	<0.302	0.294	47	5.3	6.6
Ascidiella aspersa	Buitenhaven NJ	T0	0.966	2.27	3.74	<0.152	1.98	0.304	0.3	60	5.2	6.6
Ascidiella aspersa	Buitenhaven NJ	T0	0.979	2.37	3.39	0.15	1.9	0.3	0.25	53	4.9	6.7
Ascidiella aspersa	Gorishoek	OUD	1.44	4.15	6.1	<0.138	2.23	<0.275	0.193	83	7.9	7.3
Ascidiella aspersa	Gorishoek	OUD	1.17	4.45	6.4	<0.153	3.23	<0.306	0.306	89	8.9	6.5
Ascidiella aspersa	Gorishoek	OUD	1.73	5.4	8.3	<0.147	3.07	0.337	0.24	111	11	6.8
Ascidiella aspersa	Schelphoek midden	BS	9.9	5.8	7.8	<0.137	5.5	<0.512	0.317	153	14	7.3
Ascidiella aspersa	Schelphoek midden	BS	6.7	7.7	10	<0.128	4.98	<0.433	0.258	148	15	7.8
Ascidiella aspersa	Schelphoek midden	BS	8.1	4.46	5.5	<0.132	4.2	<0.6	0.204	108	9.7	7.6
Ascidiella aspersa	Wemeldinge-oost	T0	2.02	8	9.9	<0.058	2.85	<0.116	0.208	100	13	17
Ascidiella aspersa	Wemeldinge-oost	T0	1.45	6.3	7.9	<0.061	2.82	<0.122	0.176	90	11	16
Ascidiella aspersa	Wemeldinge-oost	T0	1.47	8.3	12	<0.137	2.51	<0.273	0.186	102	15	7.3
Ascidiella aspersa	Wemeldinge-west	T0	3.2	6.4	9.6	0.052	3.73	<0.104	0.2	116	13	19
Ascidiella aspersa	Wemeldinge-west	T0	1.76	6.5	5.7	0.061	3.42	0.123	0.171	103	11	16
Ascidiella aspersa	Wemeldinge-west	T0	2.18	7.5	6.6	0.064	3.57	0.531	0.206	121	13	16
Ascidiella aspersa	Wemeldinge-west	T0	1.81	5.4	9.4	0.038	3.01	0.076	0.149	89	11	26
Ascidiella aspersa	Wemeldinge-west	T0	1.46	7	13	0.026	3.09	0.051	0.145	87	12	39
Ascidiella aspersa	Wemeldinge-west	T0	2.36	8.8	19	0.041	3.45	0.083	0.191	117	15	24
Ascidiella aspersa	Zld midden	BS	3.45	5.3	7.8	<0.135	3.69	<0.27	0.325	89	11	7.4
Ascidiella aspersa	Zld midden	BS	1.34	4.28	6.1	<0.149	2.75	<0.298	0.287	93	8.1	6.7
Ascidiella aspersa	Zld midden	BS	1.28	4.83	6.8	<0.139	2.59	<0.372	0.276	77	8.6	7.2
Ascidiella aspersa	Zld midden	SS	2.86	4.08	6.7	<0.132	2.71	<0.264	0.25	84	8.9	7.6
Ascidiella aspersa	Zld midden	SS	3.97	4.91	7.9	<0.144	2.75	<0.388	0.304	98	11	7
Ascidiella aspersa	Zld midden	SS	3.36	4.79	8.5	<0.147	3.7	0.293	0.248	103	13	6.8
Ascidiella aspersa	Zld oost	BS	3.22	4.17	5.3	<0.142	4.29	0.285	0.174	100	9.3	7

Soort	**Locatie**	**TDV**	**Mo**	**Ni**	**Pb**	**Sb**	**Se**	**Sn**	**V**	**Zn**	**PLI**	**Droge stof**
Ascidiella aspersa	Zld oost	BS	3.15	4.46	6.5	<0.135	4.36	0.271	0.131	97	13	7.4
Ascidiella aspersa	Zld oost	BS	2.61	4.53	6.4	0.144	4.51	0.289	0.145	95	9.8	6.9
Ascidiella aspersa	Zld oost	SS	3.03	79	7.1	<0.138	4.53	<0.276	0.161	135	14	7.3
Ascidiella aspersa	Zld oost	SS	3.02	4.61	7.6	<0.136	4.02	<0.531	0.208	109	11	7.4
Ascidiella aspersa	Zld oost	SS	4.07	4.66	7.4	<0.152	3.44	<0.431	0.163	90	10	6.6
Ascidiella aspersa	Zld pijler	SSBS	2.55	4.3	8.8	<0.141	3.36	0.281	0.28	276	9.9	7.1
Ascidiella aspersa	Zld pijler	SSBS	2.55	23	14	<0.143	2.59	0.286	0.253	90	13	7
Ascidiella aspersa	Zld pijler	SSBS	2.69	7.2	12	<0.147	2.54	<0.294	0.278	86	10	6.8
Ascidiella aspersa	Zld west	BS	3.56	5.9	8.1	<0.14	4.64	<0.307	0.147	132	12	7.5
Ascidiella aspersa	Zld west	BS	3.71	5.3	6.5	<0.144	5.4	<0.287	0.184	147	12	7
Ascidiella aspersa	Zld west	BS	5.4	5.4	8.1	<0.144	4.75	<1.15	0.233	133	12	7
Ascidiella aspersa	Zld west	SS	2.83	4.51	6.5	<0.139	3.96	<0.277	0.16	104	11	7.2
Ascidiella aspersa	Zld west	SS	3.03	5.7	8.3	<0.146	4.72	<0.283	0.204	142	13	7.1
Ascidiella aspersa	Zld west	SS	2.89	4.1	5.4	<0.132	3.78	<0.265	0.169	352	9.8	7.6
Ascidiella aspersa	Zuidbout	OUD	2.18	4.86	6.6	<0.152	2.9	<0.304	0.18	95	9.7	6.6
Ascidiella aspersa	Zuidbout	OUD	2.15	5.4	8.1	<0.146	3.87	<0.291	0.152	105	11	6.9
Ascidiella aspersa	Zuidbout	OUD	2.3	5.7	9.1	<0.153	4.13	<0.306	0.178	127	12	6.5
Ciona intestinalis	Buitenhaven NJ	T0	0.635	3.29	5.2	0.166	2.13	0.332	0.129	69	5.8	6
Ciona intestinalis	Buitenhaven NJ	T0	0.556	102	3.44	<0.17	1.75	<0.34	0.118	64	5.7	5.9
Ciona intestinalis	Buitenhaven NJ	T0	0.751	3.2	4.15	<0.173	1.88	<0.812	0.118	77	5.3	5.8
Ciona intestinalis	Gorishoek	OUD	0.725	3.57	4.42	<0.145	2.73	<0.29	0.125	102	6.8	6.9
Ciona intestinalis	Gorishoek	OUD	0.824	3.45	4.7	<0.143	2.49	<0.286	0.104	94	6.9	7
Ciona intestinalis	Gorishoek	OUD	0.905	3.7	5.7	<0.147	2.84	<0.294	0.171	110	7.7	6.8
Ciona intestinalis	Wemeldinge-oost	T0	1.33	6.4	10	<0.168	2.55	<0.337	0.155	126	11	5.9
Ciona intestinalis	Wemeldinge-oost	T0	1.21	6.9	8.5	<0.113	2.8	<0.57	0.152	113	11	8.9
Ciona intestinalis	Wemeldinge-oost	T0	1.34	7.1	8.7	<0.141	2.42	<0.599	0.165	100	10	7.1
Ciona intestinalis	Wemeldinge-west	T0	1.16	5.5	5.8	0.143	2.44	0.286	0.125	82	8.3	7
Ciona intestinalis	Wemeldinge-west	T0	1.06	5.8	3.89	0.122	2.52	0.244	0.12	95	7.3	8.2

Soort	**Locatie**	**TDV**	**Mo**	**Ni**	**Pb**	**Sb**	**Se**	**Sn**	**V**	**Zn**	**PLI**	**Droge stof**
Ciona intestinalis	Wemeldinge-west	T0	0.89	4.6	4.68	0.12	2.36	0.239	0.13	88	7.3	8.4
Ciona intestinalis	Wemeldinge-west	T0	2.69	38	9	0.042	2.35	0.084	0.133	110	15	24
Ciona intestinalis	Wemeldinge-west	T0	1.21	7.5	12	0.163	2.71	0.326	0.147	114	12	6.1
Ciona intestinalis	Wemeldinge-west	T0	1.06	4.45	6.9	0.037	1.81	0.073	0.124	67	8.4	27
Ciona intestinalis	Zld midden	BS	0.909	4.2	5.9	<0.152	2.87	<0.304	0.144	100	7.2	6.6
Ciona intestinalis	Zld midden	BS	0.943	4.1	5.5	<0.167	2.94	0.334	0.143	101	7.1	6
Ciona intestinalis	Zld midden	BS	0.761	3.24	4.69	<0.15	2.11	0.301	0.106	86	5.8	6.6
Ciona intestinalis	Zld midden	SS	0.914	4.97	6	<0.147	2.49	<0.293	0.15	95	7.7	6.8
Ciona intestinalis	Zld midden	SS	1.28	5.7	8.5	<0.152	2.93	0.304	0.169	115	9.5	6.6
Ciona intestinalis	Zld midden	SS	1.3	5.4	7.7	0.148	2.86	<0.295	0.176	116	9.1	6.8
Ciona intestinalis	Zld oost	BS	1.37	5.5	8.1	<0.141	2.54	<0.283	0.141	101	9.4	7.1
Ciona intestinalis	Zld oost	BS	1.44	5.8	9.2	<0.144	3.52	<0.292	0.171	122	11	7
Ciona intestinalis	Zld oost	BS	1.23	5.3	6.9	0.146	2.5	<0.317	0.148	93	8.8	6.9
Ciona intestinalis	Zld oost	SS	1.8	311	10	<0.139	3.13	0.278	0.167	140	16	7.2
Ciona intestinalis	Zld oost	SS	1.13	7.9	10	<0.146	3.25	<0.345	0.19	114	11	6.9
Ciona intestinalis	Zld oost	SS	1.32	13	9.2	<0.146	3.17	<0.292	0.174	111	11	6.9
Ciona intestinalis	Zld pijler	SSBS	1.13	4.89	13	<0.151	3.14	<0.429	0.189	121	9.4	6.6
Ciona intestinalis	Zld pijler	SSBS	0.815	3.88	7.7	<0.149	2.35	<0.299	0.096	84	6.3	6.7
Ciona intestinalis	Zld pijler	SSBS	1.07	4.35	8.2	<0.149	2.82	<0.299	0.142	104	8	6.7
Ciona intestinalis	Zld west	BS	1.75	7.7	11	<0.158	3.33	<1.21	0.175	128	12	6.3
Ciona intestinalis	Zld west	BS	2.2	9.7	15	<0.147	3.72	<0.498	0.248	475	17	6.8
Ciona intestinalis	Zld west	BS	1.45	7.5	11	<0.155	4.14	0.309	0.214	125	13	6.5
Ciona intestinalis	Zuidbout	OUD	1.18	5.5	7.8	<0.164	2.8	<0.329	0.135	116	9.6	6.1
Ciona intestinalis	Zuidbout	OUD	0.918	4.49	6.4	<0.165	2.5	<0.329	0.164	94	7.8	6.1
Ciona intestinalis	Zuidbout	OUD	1.14	5	8.3	<0.161	2.37	<0.414	0.165	103	9.4	6.2
Crassostrea gigas	Gorishoek	OUD	0.592	0.178	0.524	<0.084	3.09	<0.168	0.887	1617	2.54	12
Crassostrea gigas	Gorishoek	OUD	0.722	0.383	0.516	<0.09	3.01	<0.18	0.948	1668	3.01	11
Crassostrea gigas	Gorishoek	OUD	0.654	0.258	0.421	<0.096	2.81	<0.193	0.839	1568	2.57	10

Soort	Locatie	TDV	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	V	Zn	PLI	Droge stof
Crassostrea gigas	Schelphoek midden	BS	1.4	0.5	0.804	<0.09	4.09	<0.181	1.59	2253	5.3	11
Crassostrea gigas	Schelphoek midden	BS	1.12	0.524	0.69	<0.105	3.93	0.21	1.46	1829	4.42	9.5
Crassostrea gigas	Schelphoek midden	BS	1.56	0.667	0.824	<0.108	3.89	0.217	1.7	2612	5.6	9.2
Crassostrea gigas	Schelphoek oost	SS	1.07	0.533	0.956	<0.096	3.54	<0.191	1.16	1879	4.78	10
Crassostrea gigas	Schelphoek oost	SS	1.48	0.464	0.852	<0.1	3.9	<0.199	1.28	2752	4.95	10
Crassostrea gigas	Schelphoek oost	SS	1.3	0.455	0.745	<0.092	3.51	<0.184	1.07	1651	4.12	11
Crassostrea gigas	Schelphoek west	OUD	2.62	23	1.12	<0.115	3.63	<0.23	1.8	3045	12	8.7
Crassostrea gigas	Schelphoek west	OUD	1.24	0.443	0.815	<0.116	3.61	0.232	1.18	2473	4.58	8.6
Crassostrea gigas	Schelphoek west	OUD	1.51	0.359	0.684	<0.118	3.63	0.237	1.19	3682	4.62	8.4
Crassostrea gigas	Wemeldinge-oost	T0	0.568	0.301	0.423	<0.085	3.34	<0.17	0.493	1310	2.57	12
Crassostrea gigas	Wemeldinge-oost	T0	0.508	0.237	0.454	<0.098	3.03	<0.195	0.489	1503	2.57	10
Crassostrea gigas	Wemeldinge-oost	T0	0.606	0.273	0.437	<0.116	2.93	0.232	0.546	1309	2.64	8.6
Crassostrea gigas	Wemeldinge-west	T0	2.08	0.244	0.459	0.069	3.92	0.138	0.949	2145	3.53	15
Crassostrea gigas	Wemeldinge-west	T0	1.78	0.248	0.431	0.079	3.84	0.158	0.929	1806	3.09	13
Crassostrea gigas	Wemeldinge-west	T0	2.22	0.276	0.404	0.082	3.92	0.164	0.997	2214	3.28	12
Crassostrea gigas	Wemeldinge-west	T0	0.75	0.378	0.427	0.121	3.26	0.242	0.738	1777	3.39	8.3
Crassostrea gigas	Wemeldinge-west	T0	0.629	0.296	0.486	0.098	3.22	0.195	0.639	1313	3.08	10
Crassostrea gigas	Wemeldinge-west	T0	0.686	0.35	0.462	0.118	3.38	0.236	0.563	1439	3.12	8.5
Crassostrea gigas	Zld midden	SS	0.6	0.216	0.433	0.089	3.31	<0.179	0.803	1273	2.79	11
Crassostrea gigas	Zld midden	SS	0.745	0.25	0.514	<0.085	3.2	<0.169	1.02	1340	3.32	12
Crassostrea gigas	Zld midden	SS	0.772	0.261	0.535	<0.093	3.82	<0.187	1.05	1529	3.16	11
Crassostrea gigas	Zld oost	BS	0.754	0.376	0.541	<0.107	3.93	<0.214	0.808	2455	3.21	9.4
Crassostrea gigas	Zld oost	BS	0.79	0.437	0.627	<0.113	4.03	<0.226	0.849	2647	3.46	8.8
Crassostrea gigas	Zld oost	BS	0.777	0.417	0.615	<0.106	3.94	0.212	0.802	2514	3.88	9.4
Crassostrea gigas	Zld oost	SS	0.658	0.433	0.546	<0.097	4.5	<0.194	0.687	1783	3.09	10
Crassostrea gigas	Zld oost	SS	1.04	0.425	0.603	<0.109	3.97	<0.218	0.873	1663	3.56	9.2
Crassostrea gigas	Zld oost	SS	0.729	0.383	0.636	<0.098	3.96	<0.195	0.865	1722	3.53	10
Crassostrea gigas	Zld pijler	SSBS	0.539	0.174	0.403	<0.088	3.31	<0.177	0.744	1193	2.46	11

Soort	**Locatie**	**TDV**	**Mo**	**Ni**	**Pb**	**Sb**	**Se**	**Sn**	**V**	**Zn**	**PLI**	**Droge stof**
Crassostrea gigas	Zld pijler	SSBS	0.57	0.178	0.411	<0.073	3.17	<0.147	0.676	1057	2.54	14
Crassostrea gigas	Zld pijler	SSBS	0.778	0.224	0.469	<0.092	3.22	<0.184	1.04	2630	3.48	11
Crassostrea gigas	Zld west	BS	0.839	0.524	0.628	<0.101	4.52	<0.202	1.16	2094	4.06	9.9
Crassostrea gigas	Zld west	BS	0.723	0.481	0.532	<0.099	3.95	<0.197	1.02	1869	3.79	10
Crassostrea gigas	Zld west	BS	0.639	0.45	0.507	<0.088	4.19	0.176	0.967	1626	3.22	11
Crassostrea gigas	Zld west	SS	0.796	0.533	0.636	<0.096	4.31	<0.193	1.06	2170	3.73	10
Crassostrea gigas	Zld west	SS	0.732	0.505	0.652	<0.102	4.6	<0.205	1.08	2677	3.82	9.8
Crassostrea gigas	Zld west	SS	0.818	0.549	0.633	<0.099	4.71	<0.197	1.16	2724	3.93	10
Crassostrea gigas	Zuidbout	OUD	0.423	0.187	0.41	<0.082	3.2	<0.164	1.35	1920	2.74	12
Crassostrea gigas	Zuidbout	OUD	0.442	0.271	0.422	<0.095	3.31	0.189	1.54	2130	2.9	11
Crassostrea gigas	Zuidbout	OUD	0.39	0.232	0.419	<0.096	3.01	0.192	1.34	1870	2.71	10
Fucus vesiculosus	Gorishoek	OUD	0.202	2.46	0.436	<0.029	0.067	0.058	0.001	33	1.73	35
Fucus vesiculosus	Gorishoek	OUD	0.19	2.99	0.551	<0.034	0.078	<0.068	0.001	32	1.96	29
Fucus vesiculosus	Schelphoek midden	OUD	0.256	4.11	0.794	<0.042	0.067	<0.085	0.001	35	2.15	24
Fucus vesiculosus	Schelphoek midden	OUD	0.303	5.7	1.23	<0.042	0.11	<0.084	0.002	43	3.12	24
Fucus vesiculosus	Schelphoek oost	OUD	0.414	6.1	2.59	<0.046	0.134	<0.093	0.006	41	4.18	22
Fucus vesiculosus	Schelphoek oost	OUD	0.417	6.4	3.37	<0.05	0.155	0.101	0.007	43	4.66	20
Fucus vesiculosus	Schelphoek west	OUD	0.591	5.8	1.41	<0.038	0.121	0.076	0.003	50	3.3	26
Fucus vesiculosus	Schelphoek west	OUD	0.852	6.5	1.69	<0.041	0.145	0.082	0.003	58	3.91	24
Fucus vesiculosus	Wemeldinge-oost	T0	0.49	3.4	0.746	<0.045	0.075	0.045	0.002	43	2.57	48
Fucus vesiculosus	Wemeldinge-oost	T0	0.412	4.22	0.758	<0.042	0.079	0.054	0.002	47	2.57	37
Fucus vesiculosus	Wemeldinge-west	T0	0.443	3.54	1.26	0.039	0.117	0.067	0.002	42	3.11	33
Fucus vesiculosus	Wemeldinge-west	T0	0.575	4.79	1.44	0.046	0.132	0.077	0.003	47	3.51	35
Fucus vesiculosus	Zld midden	REF	0.761	4.44	1.01	<0.046	0.085	<0.091	0.002	44	2.84	22
Fucus vesiculosus	Zld midden	REF	0.559	3.8	0.989	<0.046	0.075	0.092	0.002	41	2.63	22
Fucus vesiculosus	Zld oost	OUD	0.771	6.5	1.72	0.035	0.113	<0.071	0.003	62	4.11	28
Fucus vesiculosus	Zld oost	OUD	0.738	6.4	1.86	<0.035	0.108	<0.07	0.003	45	3.85	28
Fucus vesiculosus	Zld west	OUD	0.864	7.3	2.04	<0.042	0.142	<0.084	0.004	47	4.19	24

Soort	**Locatie**	**TDV**	**Mo**	**Ni**	**Pb**	**Sb**	**Se**	**Sn**	**V**	**Zn**	**PLI**	**Droge stof**
Fucus vesiculosus	Zld west	OUD	1.4	7.5	2.32	<0.043	0.153	<0.099	0.004	57	4.97	23
Homarus gammarus	Gorishoek	OUD	0.263	0.545	0.052	<0.032	2.42	<0.065	0.116	99	1.6	31
Homarus gammarus	Gorishoek	OUD	0.406	0.328	0.031	<0.038	3.02	<0.076	0.11	227	2.03	26
Homarus gammarus	Gorishoek	OUD	0.397	0.742	0.05	<0.037	4.64	0.074	0.116	119	2.36	27
Homarus gammarus	Gorishoek	OUD	0.317	1.16	0.044	<0.039	3.53	<0.077	0.112	114	2.11	26
Homarus gammarus	Gorishoek	OUD	0.35	0.431	0.034	<0.033	4.05	<0.066	0.096	169	1.86	31
Homarus gammarus	Wemeldinge	T0	0.337	1.31	0.053	<0.037	2.8	<0.074	0.166	112	2.4	27
Homarus gammarus	Wemeldinge	T0	0.359	0.487	0.05	<0.047	4.22	0.094	0.289	306	2.59	21
Homarus gammarus	Wemeldinge	T0	0.403	0.224	0.018	<0.035	2.98	0.069	0.136	205	1.53	29
Homarus gammarus	Wemeldinge	T0	0.438	2.1	0.078	<0.038	7.9	0.139	0.322	216	3.81	26
Homarus gammarus	Wemeldinge	T0	0.35	0.37	0.035	<0.044	3.12	<0.088	0.14	162	1.76	23
Homarus gammarus	Zld oost	SS	0.293	0.912	0.061	<0.029	2.54	<0.057	0.886	93	2.53	35
Homarus gammarus	Zld oost	SS	0.33	0.637	0.029	<0.031	5.1	<0.062	0.409	118	2.02	32
Homarus gammarus	Zld oost	SS	0.284	0.378	0.042	<0.026	2.81	0.052	0.676	100	2.16	38
Homarus gammarus	Zld oost	SS	0.232	0.183	0.015	<0.027	1.53	0.051	0.226	163	1.09	38
Homarus gammarus	Zld oost	SS	0.258	0.781	0.028	<0.034	3.38	0.067	0.292	94	1.87	30
Homarus gammarus	Zld west	SSBS	0.395	0.189	0.021	<0.025	2.95	<0.051	0.209	101	1.35	39
Homarus gammarus	Zld west	SSBS	0.402	1.01	0.146	<0.032	3.25	0.064	0.344	84	2.16	31
Homarus gammarus	Zld west	SSBS	0.482	0.953	0.056	<0.033	2.97	0.067	0.234	134	2.19	30
Homarus gammarus	Zld west	SSBS	0.366	0.675	0.044	0.037	3.43	0.074	0.286	213	2.3	27
Homarus gammarus	Zld west	SSBS	0.268	0.679	0.115	<0.041	3.25	0.082	0.527	161	2.6	25
Homarus gammarus	Zuidbout	OUD	0.527	0.942	0.049	0.047	4.34	0.094	0.306	156	2.87	21
Homarus gammarus	Zuidbout	OUD	0.373	1.1	0.06	<0.038	3.86	0.075	0.188	108	2.37	27
Homarus gammarus	Zuidbout	OUD	0.454	0.781	0.036	<0.028	3.33	<0.057	0.182	65	1.76	35
Homarus gammarus	Zuidbout	OUD	0.552	0.899	0.035	<0.026	2.89	0.052	0.349	111	1.79	38
Homarus gammarus	Zuidbout	OUD	0.633	1.21	0.066	0.039	3.95	0.077	0.298	114	2.64	26
Mytilus edulis	Schelphoek midden	BS	2.45	17	3.44	<0.091	7.3	0.89	8.6	129	13	11
Mytilus edulis	Schelphoek midden	BS	2.6	19	3.73	<0.115	7	0.463	9.1	133	13	8.7

Soort	**Locatie**	**TDV**	**Mo**	**Ni**	**Pb**	**Sb**	**Se**	**Sn**	**V**	**Zn**	**PLI**	**Droge stof**
Mytilus edulis	Schelphoek midden	BS	2.97	19	3.49	<0.102	6.3	1.01	9.6	125	13	12
Mytilus edulis	Zld pijler	SSBS	2.31	1.28	1.13	<0.082	3.4	<0.165	1.32	117	2.58	12
Mytilus edulis	Zld pijler	SSBS	1.69	1	0.679	<0.077	3.3	<0.154	0.912	88	2.23	13
Mytilus edulis	Zld pijler	SSBS	2.37	1.08	0.761	<0.095	3.42	<0.189	1.3	90	2.49	11
Ostrea edulis	Zld oost	SS	0.828	0.426	0.449	<0.08	4.1	0.561	1.02	1418	3.42	12
Ostrea edulis	Zld west	BS	0.946	0.393	0.359	<0.089	4.11	1.93	1.18	1722	3	11
Ostrea edulis	Zld west	SS	0.972	0.418	0.445	<0.082	4.46	<2.4	1.39	1629	3.41	12
Styela clava	Gorishoek	OUD	0.738	6.5	4.88	<0.097	2.8	<0.194	0.008	67	5.7	10
Styela clava	Gorishoek	OUD	0.569	5.8	3.72	<0.105	2.67	<0.211	0.006	72	4.66	9.5
Styela clava	Gorishoek	OUD	0.548	5.8	3.32	<0.102	2.87	<0.205	0.005	67	4.53	9.8
Styela clava	Schelphoek midden	BS	5	16	6	0.112	2.95	0.54	0.013	61	9.4	8.9
Styela clava	Schelphoek midden	BS	3.27	7.7	5.1	<0.103	2.95	<0.207	0.011	44	6.5	9.7
Styela clava	Schelphoek midden	BS	2.71	8.6	6.4	<0.106	2.64	<0.213	0.013	57	7.1	9.4
Styela clava	Wemeldinge-oost	T0	1.11	8.7	6.1	0.053	2.92	<0.106	0.012	68	7.4	19
Styela clava	Wemeldinge-oost	T0	1.1	9.3	6.3	0.057	3.23	<0.115	0.013	71	7.7	17
Styela clava	Wemeldinge-oost	T0	1.32	24	6.5	0.054	2.71	<0.108	0.012	57	8.9	19
Styela clava	Wemeldinge-west	T0	1.53	15	6.3	0.034	3.48	0.068	0.01	73	9.1	29
Styela clava	Wemeldinge-west	T0	0.868	8.4	3.52	0.023	3.54	0.045	0.01	62	6.4	44
Styela clava	Wemeldinge-west	T0	1.26	7.5	3.52	0.045	3.3	0.089	0.008	56	6.5	22
Styela clava	Wemeldinge-west	T0	1.34	10	8.7	0.045	3.28	0.089	0.013	71	9.7	22
Styela clava	Wemeldinge-west	T0	1.14	8.6	7.5	0.041	2.71	0.082	0.011	56	7.3	24
Styela clava	Wemeldinge-west	T0	1.31	11	9.9	0.039	2.71	0.078	0.015	65	10	26
Styela clava	Zld midden	BS	1.06	8.3	4.58	<0.098	3.51	<0.197	0.007	69	5.9	10
Styela clava	Zld midden	BS	0.698	6.7	3.46	0.098	3.83	0.196	0.007	76	4.91	10
Styela clava	Zld midden	BS	0.737	6.9	3.87	<0.105	3.8	<0.21	0.006	69	5	9.5
Styela clava	Zld midden	SS	1.38	7.5	5.5	<0.102	3.17	<0.203	0.013	66	7.5	9.8
Styela clava	Zld midden	SS	1.14	7.4	5.5	<0.099	3.07	<0.197	0.011	67	6.4	10
Styela clava	Zld midden	SS	1.24	7.3	6.3	<0.095	2.91	<0.19	0.012	65	8	11

Soort	**Locatie**	**TDV**	**Mo**	**Ni**	**Pb**	**Sb**	**Se**	**Sn**	**V**	**Zn**	**PLI**	**Droge stof**
Styela clava	Zld oost	BS	1.31	7.1	5.1	<0.097	3.47	0.194	0.008	52	6.2	10
Styela clava	Zld oost	BS	1.22	8.4	5.5	<0.096	3.91	<0.192	0.008	77	7	10
Styela clava	Zld oost	BS	1.53	7.4	4.58	<0.094	3.78	<0.188	0.007	69	5.9	11
Styela clava	Zld oost	SS	2.08	60	6.3	0.095	3.55	<0.19	0.01	67	9.8	11
Styela clava	Zld oost	SS	1.01	7	6.1	<0.094	2.64	<0.189	0.009	53	5.7	11
Styela clava	Zld oost	SS	1.34	64	5.3	<0.1	3.44	<0.201	0.009	68	7	10
Styela clava	Zld pijler	SSBS	1.06	7.6	5	<0.098	3.21	<0.195	0.007	61	5.9	10
Styela clava	Zld pijler	SSBS	0.777	5.9	5.2	<0.112	3.51	<0.223	0.006	66	6.5	9
Styela clava	Zld pijler	SSBS	0.849	6.5	6.8	<0.103	3.51	<0.206	0.006	64	5.2	9.7
Styela clava	Zld west	BS	2.21	9.6	7.1	<0.099	4.2	<0.198	0.011	77	8.1	10
Styela clava	Zld west	BS	1.56	9.3	6.8	<0.093	3.64	<0.186	0.01	68	7.3	11
Styela clava	Zld west	BS	1.37	9.8	6.9	<0.091	3.66	<0.182	0.01	64	8.1	11
Styela clava	Zld west	SS	1.54	9.4	6.4	<0.088	4.4	<0.339	0.017	64	8.5	11
Styela clava	Zld west	SS	1.5	11	7.3	<0.093	4.66	<0.284	0.019	69	8.8	11
Styela clava	Zld west	SS	1.38	7.9	6.2	<0.096	4.04	<0.192	0.022	57	7.7	10
Styela clava	Zuidbout	OUD	1.17	8.1	5.8	0.118	2.81	0.236	0.01	68	7.1	8.5
Styela clava	Zuidbout	OUD	0.973	7.9	5.4	<0.096	2.69	<0.191	0.008	56	6.3	10
Styela clava	Zuidbout	OUD	0.896	7	4.25	<0.107	3.19	<0.215	0.006	55	5.2	9.3

Tabel 12: Gehalten aan de zware metalen aluminium (Al), arseen (As), barium (Ba), cadmium (Cd), kobalt (Co), chroom (Cr), koper (Cu), ijzer (Fe), kwik (Hg) en mangaan (Mn) in mg/kg droge stof voor soorten bemonsterd op locaties in de Westerschelde. TDV= type dijkversteviging waarbij T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen.

Soort	**Locatie**	**TDV**	**Al**	**As**	**Ba**	**Cd**	**Co**	**Cr**	**Cu**	**Fe**	**Hg**	**Mn**
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke-haven	BS	88	11	0.509	12	0.364	0.46	348	323	0.135	39
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke-haven	BS	74	11	0.474	12	0.361	0.441	445	319	0.139	53
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke-haven	BS	60	11	0.469	14	0.469	0.411	359	291	0.143	63
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke-haven	SS	55	15	0.359	11	0.392	0.358	351	260	0.133	59
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke-haven	SS	101	11	0.552	11	0.374	0.509	378	314	0.128	47
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke-haven	SS	101	13	0.528	11	0.41	0.509	448	334	0.125	45
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke noord	BS	52	15	0.471	12	0.392	0.351	374	287	0.136	48
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke noord	BS	92	12	0.562	14	0.378	0.482	457	307	0.137	43
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke noord	BS	242	12	0.957	12	0.443	1.02	430	543	0.118	51
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke noord	SS	183	11	0.85	14	0.458	1.46	419	467	0.139	37
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke noord	SS	107	11	0.659	13	0.325	0.528	443	329	0.14	27
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke noord	SS	133	12	0.686	17	0.379	0.602	374	393	0.143	44
Crassostrea gigas	Kapellebank	OUD	45	11	0.273	12	0.259	0.356	321	206	0.114	31
Crassostrea gigas	Kapellebank	OUD	94	12	0.421	14	0.312	0.475	281	252	0.1	32
Crassostrea gigas	Kapellebank	OUD	49	13	0.249	12	0.299	0.318	304	211	0.092	48
Crassostrea gigas	Ritthem midden	BS	8.1	14	0.218	4.01	0.352	0.3	288	263	0.232	31
Crassostrea gigas	Ritthem midden	BS	6	17	0.244	3.64	0.382	0.35	317	234	0.219	21
Crassostrea gigas	Ritthem midden	BS	8.2	17	0.241	3.85	0.411	0.285	368	229	0.199	31
Fucus vesiculosus	Hoedekenskerke-haven	OUD	390	37	43	3.47	1.68	3.1	8.6	615	0.038	188
Fucus vesiculosus	Hoedekenskerke-haven	OUD	322	41	49	4.91	2	1.72	11	530	0.051	231
Fucus vesiculosus	Hoedekenskerke noord	OUD	615	41	52	4.85	2.3	3.48	12	1132	0.055	325
Fucus vesiculosus	Hoedekenskerke noord	OUD	689	41	48	4.42	2.16	3.09	12	1247	0.065	310
Fucus vesiculosus	Ritthem midden	REF	121	44	23	1.36	1.52	0.532	4	242	0.043	171
Fucus vesiculosus	Ritthem midden	REF	104	46	25	1.32	1.76	0.614	4.69	205	0.051	164
Fucus vesiculosus	Ritthem oost	REF	376	46	24	1.73	2	1.33	6	586	0.045	238

Soort	Locatie	TDV	Al	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn
Fucus vesiculosus	Ritthem oost	REF	355	45	24	1.48	1.55	1.34	6.7	561	0.047	203
Fucus vesiculosus	Ritthem west	REF	472	44	19	1.1	1.39	1.84	3.44	820	0.043	181
Fucus vesiculosus	Ritthem west	REF	328	51	21	1.14	1.35	1.18	3.77	542	0.043	178

Tabel 13: Gehalten aan de zware metalen molybdeen (Mo), nikkel (Ni), lood (Pb), antimoon (Sb), seleen (Se), tin (Sn), vanadium (V) en zink (Zn) in mg/kg droge stof, pollution load index (-) en droge stof (%) voor soorten bemonsterd op locaties in de Westerschelde. TDV= type dijkversteviging waarbij T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen.

Soort	Locatie	TDV	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	V	Zn	PLI	Droge stof
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke-haven	BS	0.918	0.642	0.896	0.1	6.9	0.2	0.753	2587	6.1	10
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke-haven	BS	1.02	0.681	0.963	0.111	7	0.223	0.711	3335	6.5	9
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke-haven	BS	0.938	0.607	0.912	0.122	6.7	0.244	0.636	3152	6.2	8.2
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke-haven	SS	0.884	0.517	0.922	<0.098	7.2	0.196	0.63	2604	5.8	10
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke-haven	SS	0.994	0.655	0.889	<0.115	6.7	0.23	0.768	3437	6.5	8.7
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke-haven	SS	0.955	0.713	0.929	<0.106	7.3	<0.211	0.798	3363	6.7	9.5
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke noord	BS	1.05	0.717	0.938	0.113	8.3	<0.227	0.646	3392	6.3	8.8
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke noord	BS	0.919	0.599	0.985	<0.096	7.6	<0.193	0.759	4144	6.7	10
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke noord	BS	0.837	0.721	1.28	<0.079	7.1	<0.157	1.24	3136	8.2	13
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke noord	SS	1.17	1.26	1.27	<0.094	7.6	<0.187	1.14	3769	8.7	11
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke noord	SS	1.08	0.681	1.02	<0.101	7.2	<0.203	0.878	3577	6.7	9.9
Crassostrea gigas	Hoedekenskerke noord	SS	1.17	0.832	1.01	<0.111	8.1	<0.222	1	2898	7.4	9
Crassostrea gigas	Kapellebank	OUD	0.477	0.365	0.722	<0.09	5.3	<0.181	0.421	2457	4.45	11
Crassostrea gigas	Kapellebank	OUD	0.454	0.406	0.909	<0.107	5.8	<0.214	0.594	2527	5.3	9.3
Crassostrea gigas	Kapellebank	OUD	0.477	0.393	0.789	<0.104	6.9	<0.208	0.466	2537	4.72	9.6
Crassostrea gigas	Ritthem midden	BS	1.4	0.342	0.901	<0.092	4.45	<0.185	0.976	3787	4.6	11
Crassostrea gigas	Ritthem midden	BS	1.27	0.411	0.825	<0.096	5	0.191	0.958	3771	4.55	10
Crassostrea gigas	Ritthem midden	BS	1.2	0.374	0.818	<0.095	5.3	<0.19	0.795	4538	4.69	11
Fucus vesiculosus	Hoedekenskerke-haven	OUD	0.358	18	1.16	<0.045	0.21	<0.09	0.003	181	5.2	22

Soort	**Locatie**	**TDV**	**Mo**	**Ni**	**Pb**	**Sb**	**Se**	**Sn**	**V**	**Zn**	**PLI**	**Droge stof**
Fucus vesiculosus	Hoedekenskerke-haven	OUD	0.362	21	1.09	<0.046	0.292	0.091	0.002	237	5.6	22
Fucus vesiculosus	Hoedekenskerke noord	OUD	0.382	20	1.8	<0.044	0.395	<0.129	0.003	234	7.2	23
Fucus vesiculosus	Hoedekenskerke noord	OUD	0.349	19	2.03	<0.044	0.379	<0.089	0.003	219	7.2	23
Fucus vesiculosus	Ritthem midden	REF	0.248	7.9	0.818	<0.048	0.131	<0.095	0.001	81	2.88	21
Fucus vesiculosus	Ritthem midden	REF	0.252	9.8	0.676	<0.048	0.115	0.095	0.002	74	2.93	21
Fucus vesiculosus	Ritthem oost	REF	0.485	13	1.39	<0.028	0.188	0.057	0.002	98	4.49	35
Fucus vesiculosus	Ritthem oost	REF	0.403	10	1.25	<0.031	0.147	0.062	0.002	89	4.08	32
Fucus vesiculosus	Ritthem west	REF	0.346	7.7	1.39	<0.032	0.138	<0.065	0.002	65	3.81	31
Fucus vesiculosus	Ritthem west	REF	0.32	7.8	0.964	<0.035	0.148	<0.069	0.002	68	3.47	29

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

R Art. 5.2 lid 1

De informatie uit documenten betreft persoonlijke beleidsopvattingen. Onder persoonlijke beleidsopvattingen worden verstaan ambtelijke adviezen, visies, standpunten en overwegingen ten behoeve van intern beraad, niet zijnde feiten, prognoses, beleidsalternatieven, de gevolgen van een bepaald beleidsalternatief of andere onderdelen met een overwegend objectief karakter

Van: [redacted]"
Verzonden: donderdag 29 juni 2023 11:51
Aan: [redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: FW: CORRECTIE Artikel 44 vragen - Statenfracties PvdA-GL en SGP - Staalslakken
Bijlage(n): 2023-06-21-Statenfracties PvdA-GL en SGP - staalslakken - 348220.pdf

Van: Velde, B.L.L. van der (Dick) <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: donderdag 22 juni 2023 15:22
Aan: [redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: FW: CORRECTIE Artikel 44 vragen - Statenfracties PvdA-GL en SGP - Staalslakken

Met vriendelijke groet,

Dick van der Velde | Gedeputeerde Provincie Zeeland
E. [redacted]@zeeland.nl

Provincie Zeeland

Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

Van: Secretariaat Statengriffie <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: donderdag 22 juni 2023 12:34
Aan: *Gedeputeerde Staten [redacted]@zeeland.nl>
CC: *Provinciale Staten [redacted]@zeeland.nl>; *Fractieondersteuning [redacted]@zeeland.nl>; *Statengriffie <[redacted]@zeeland.nl>; Directie-Bestuurssecretaris <[redacted]@zeeland.nl>; Digitale Media <[redacted]@zeeland.nl>; Secretariaat GS <[redacted]@zeeland.nl>; Secretariaat Statengriffie <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: CORRECTIE Artikel 44 vragen - Statenfracties PvdA-GL en SGP - Staalslakken

Geacht college,

Correctie:

Het onderwerp van de artikel 44 vragen is in voorgaande mail niet correct vermeld. Het onderwerp betreft staalslakken.

Mijn excuses voor het ongemak.

Met vriendelijke groet,

[redacted]
Ondersteunend/secretarieel medew. Statengriffie

T. 0118 [redacted] M. +31 6 [redacted] | E. [redacted]@zeeland.nl
Werkdagen: ma. di. do. en vr. van 08.30-17.00

Provincie Zeeland

Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

Van: Secretariaat Statengriffie <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: donderdag 22 juni 2023 12:27
Aan: *Gedeputeerde Staten <[redacted]@zeeland.nl>
CC: *Provinciale Staten <[redacted]@zeeland.nl>; *Fractieondersteuning <[redacted]@zeeland.nl>; *Statengriffie <[redacted]sg@zeeland.nl>; Directie-Bestuurssecretaris <[redacted]@zeeland.nl>; Digitale Media <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; Secretariaat Statengriffie <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: Artikel 44 vragen - Statenfracties PvdA-GL en SGP – **STAALSLAKKEN**

Geacht college,

Bijgaande artikel 44 vragen van Statenleden Flameling, van der Spek-Thung en van Burg van de Statenfracties PvdA-GL en SGP over naaktslakken zijn op 21 juni 2023 binnengekomen bij de Statengriffie.

Met vriendelijke groet,

[redacted]
Ondersteunend/secretarieel medew. Statengriffie

T. 0118 [redacted] M. +31 6 [redacted] | E. [redacted]@zeeland.nl
Werkdagen: ma. di. do. en vr. van 08.30-17.00

Provincie Zeeland

Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

Vragen ingevolge artikel 44 reglement van orde aan het college van Gedeputeerde Staten van de leden Inez Flameling en Ay Ling van der Spek-Thung (beide PvdA-GroenLinks) en Joan van Burg (SGP) over staalslakken.

Toelichting:

Het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) publiceerde in april 2023 een rapport waaruit blijkt dat het gebruik van staalslakken - een restproduct bij het maken van staal – schadelijker is dan aanvankelijk werd gedacht. Als staalslakken in contact komen met regen-of grondwater komen vrijwel alle denkbare zware metalen via 'uitspoelwater' in de bodem of het oppervlaktewater terecht. Het uitspoelwater heeft ook een zeer lage zuurgraad, wat kan leiden tot het afsterven van vissen en andere (kleine) organismen en de verstoring van chemische en ecologische processen in de bodem.

Voorts concludeert het RIVM dat de laboratoriumtesten waarmee uitspoeling wordt gemeten andere resultaten geven dan de werkelijke uitspoeling in het milieu[i]. De Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT), onderzoekt of de wettelijke regels wellicht niet in orde zijn en of staalslakken onterecht de kwalificatie 'niet gevaarlijk' hebben gekregen.

Staalslakken worden vaak gebruikt als bouwmateriaal voor wegen of dijken, ook in de Zeeuwse Deltawateren. Op de website van Rijkswaterstaat is te lezen dat van 2020 tot 2022 de vooroevers van de Ooster- en Westerschelde zijn verstevigd met 'breuksteen en staalslakken'[ii]. De vooroevers bevinden zich onder het wateroppervlak, waardoor de staalslakken dus in contact komen met water, en de zware metalen een potentieel gevaar vormen voor het onderwaterleven. Volgens Rijkswaterstaat blijkt uit de gevolgen van monitoring dat hierbij geen significante effecten optreden voor de natuur. Hierbij zijn de nieuwe inzichten uit het RIVM rapport echter niet meegewogen.

Zeeuwse vissersvereniging OWV (Oosterschelde, Westerschelde, Voordelta) maakt zich zorgen. Lokale vissers leven van de vangst van kreeft, oesters en mosselen. OWV heeft Rijkswaterstaat verzocht ander materiaal gebruiken (grove stenen) omdat dat een habitat voor kreeften creëert. Staalslakken kleven samen, waardoor de kreeften wegtrekken. Rijkswaterstaat heeft toch staalslakken gebruikt. Het leed is nu al geschied en men vreest voor een "grote dode vijver"[iii].
De OWV-voorzitter begrijpt niet dat de overheid het gebruik van staalslakken nog langer toelaat in een Natura 2000-gebied[iv]. Hierbij dient nog te worden opgemerkt dat reeds in 2014 de SGP kamerfractie vragen heeft gesteld over het gebruik van staalslakken in het leefgebied van de kreeft[v]. De problematiek is dus al geruime tijd geleden onder de aandacht gebracht van Rijkswaterstaat, maar heeft niet geleid tot het niet meer gebruiken van staalslakken.

Ook aan het gebruik van staalslakken op het land kleven bezwaren. Staalslakken in de wegenbouw of in buitenopslag kunnen leiden tot uitspoeling van zware metalen naar de omgeving en leiden tot gezondheidsklachten bij omwonenden. Hoogleraar Milieuchemie en Toxicologie Jacob de Boer adviseert daarom om staalslakken 'met mate' te gebruiken[vi]. Probleem is echter dat het gebruik niet gereguleerd is en we dus niet weten waar, en in welke hoeveelheden, staalslakken worden gebruikt.

Aan Gedeputeerde Staten (GS) hebben we in verband hiermee de volgende vragen:

1. Is het college bekend met het rapport van het RIVM over de gevolgen van het toepassen van staalslakken? Wat is de mening van GS over de conclusies van het rapport?

2. Is het college op de hoogte van het feit dat van 2020 tot 2022 de vooroevers van de Oester- en Westerschelde zijn verstevigd met onder andere staalslakken?

3. Is het college ervan op de hoogte dat de OWV geadviseerd heeft voor grove stenen te kiezen i.p.v. staalslakken en Rijkswaterstaat toch voor staalslakken gekozen heeft? Wat is de mening van GS hierover?

4. De provincie is verantwoordelijk voor de bescherming van Natura2000 gebieden. Alle Deltawateren zijn Natura2000. Is voldoende bekend wat de gevolgen zijn van het storten van staalslakken op de onderwaternatuur? En geeft dit aanleiding om aan te dringen bij Rijkswaterstaat op het stoppen van het gebruik van staalslakken? Graag een toelichting.

5. Is GS bereid om de vaste tuig vissers en eventueel ook de schelpdierkwekers bij te staan in hun contacten met Rijkswaterstaat gericht op het stoppen van het gebruik van staalslakken in of nabij hun percelen?

6. Zijn staalslakken ook gebruikt in de Grevelingen en/of het Veerse Meer en/of zijn er plannen om in de toekomst staalslakken te gebruiken in de Grevelingen en/of het Veerse Meer? Zoja, is GS het met ons eens dat dit ongewenst is aangezien deze wateren minder uitwisseling met de Noordzee hebben en daarom gevoeliger zijn voor vervuiling?

7. Prof. De Boer adviseert om berekeningen uit te voeren naar de potentiële schade van staalslakken in het milieu op de lange termijn. Is GS het met ons eens dat advies opgevolgd zou moeten worden voor wat betreft het gebruik van staalslakken in de Deltawateren?

8. Is bekend of er op nog meer plaatsen in Zeeland gebruikgemaakt is van deze staalslakken (zowel op land als in het water)? Zo ja, waar zijn deze nog meer gebruikt en is daar ook sprake van mogelijke OF potentiële schade aan de volksgezondheid of het milieu?

9. Volgens Rijkswaterstaat worden staalslakken sinds 2009/2010 niet meer gebruikt in de aanleg van rijkswegen. Is dit ook het geval bij het aanleg en/of het onderhoud van provinciale wegen? Zonee, wil GS dit zo spoedig mogelijk uitfaseren? Graag een toelichting.

10. Gebruikt het waterschap staalslakken bij de aanleg of het onderhoud van wegen? Zoja, wil GS hierover in gesprek met het waterschap om dit uit te faseren? Graag een toelichting.

---

[i] https://www.rivm.nl/publicaties/milieuhygienische-kwaliteit-ld-staalslakken
[ii] https://www.rijkswaterstaat.nl/water/projectenoverzicht/vooroeververdediging-oosterschelde-en-westerschelde/maatregelen
[iii] https://www.trouw.nl/duurzaamheid-economie/is-de-oosterschelde-in-gevaar-door-het-gebruik-van-staalslakken-milieuorganisaties-vrezen-het-ergste~b3c6a9b5/?referrer=https://www.google.nl/
[iv] https://www.pzc.nl/zeeuws-nieuws/toch-weer-zorgen-over-staalslakken-in-zeeuwse-wateren~a2f79921/
[v] https://zoek.officielebekendmakingen.nl/ah-tk-20132014-1620.html
[vi] https://eenvandaag.avrotros.nl/item/meer-giftige-zware-metalen-komen-in-grondwater-dan-gedacht-door-staalslakken-het-maakt-al-het-leven-kapot/

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

Van: "[redacted]"
Verzonden: dinsdag 4 juli 2023 16:47
Aan: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Cc: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: Art. 44 vragen Staalslakken
Bijlage(n): Antwoorden art 44 -staalslakken 2023 aanvullingen milieu.docx

Ha collega's,

Hierbij de input vanuit ons team.

Het zwaartepunt van de vragen en antwoorden ligt volgens mij bij water en natuur (Wilfried Nielen en Arno Vael). Via een combi PO van hen naar GS zou dan ook een logische route zijn.

Ik zie de vragen nog niet in het zaaksysteem, klopt dat ?

Met vriendelijke groet,

[redacted] | Senior beleidsadviseur Milieu
T. +31 118 [redacted] | M. +31 6 [redacted] | [redacted]@zeeland.nl

Provincie Zeeland

Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

---

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: vrijdag 30 juni 2023 10:50
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: Art. 44 vragen Staalslakken

Lijkt mij op zich een prima idee van [redacted], het omvat wel meerdere portefeuilles:

- Milieu; Dick van de Velde?
- Natuur; naam zit nog niet in mijn hoofd?
- Water; wie doet water?
- Visserij; Jo- Annes de Bat

Met vriendelijke groet,

[redacted] | Specialist Wet natuurbescherming / vergunningverlener
T. +3 1 118 [redacted] / M. 06[redacted] E. [redacted]@zeeland.nl

Provincie Zeeland

Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

---

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: vrijdag 30 juni 2023 09:40
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: Art. 44 vragen Staalslakken

In antwoord op de vraag van [redacted] zou ik de volgende route kiezen:

- Rapport RIVM gelijktijdig met beantwoording van de vragen aan GS voorleggen en
- Nu reeds ter kennisneming aan gedeputeerde N+S voorleggen.

Op die manier kun je vraag 1 met 'ja' beantwoorden.

Groeten,
[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: vrijdag 30 juni 2023 08:42
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: Art. 44 vragen Staalslakken

Ja zo blijven we heen en weer mailen, maar dat houd de discussie levendig J

Het toegevoegde woord van [redacted] "significant" klopt niet – er kon geen effecten worden aangetoond, dus significant graag weer verwijderen.

[redacted] de vraag is "wat is de mening van GS op de conclusies van het rapport"?
Dan hoor ik graag wat dan wel een sterk antwoord zou zijn.

Met vriendelijke groet,

[redacted] | Specialist Wet natuurbescherming / vergunningverlener
T. +3 1 118 [redacted] / M. 06 [redacted] E. [redacted]@zeeland.nl

Provincie Zeeland

Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

---

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: donderdag 29 juni 2023 18:24
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: Art. 44 vragen Staalslakken

Beste collega's

Een kleine tekstuele aanpassing van mij in antwoord 4. [redacted]
Staalslakken mogen toegepast worden. Dat heeft de rechter ook bepaald. Maar zoals de meneer van TNO ook al heeft toegelicht bij de uitzending van POW, komt dat puur door de grote verdunning die optreed in de Oosterschelde en Westerschelde. Uiteindelijk komen de verontreinigingen die uit de staalslakken logen natuurlijk wel allemaal in de Noordzee en Oosterschelde en Westerschelde terecht.

Verder gaat het RIVM rapport vooral over risico's voor bodem en grondwater door toepassing op land. Ik kan nog weinig vinden over dat er ook door toepassing onder water meer risico's zijn dan eerder ingeschat.

Als vraag 7 betrekking heeft op de waterkwaliteit dan zouden wij deze vraag moeten beantwoorden. Maar het is mij onduidelijk waar naar gerefereerd wordt. Wat voor een berekeningen wat voor effecten op het milieu?

Met vriendelijke groet,
[redacted]

Provincie Zeeland
Bezoekadres:
Abdij 6
4331 BK Middelburg
06-28904028
Postadres:
Postbus 6001
4330 LA Middelburg

Provincie Zeeland
Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: donderdag 29 juni 2023 13:22
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: Re: Art. 44 vragen Staalslakken

Voor de duidelijkheid: dit is niet het antwoord op vraag 4 hè. Dit zou wat mij betreft de lijn van beantwoording zijn. Met andere woorden: het RIVM rapport levert nieuwe inzichten op. [redacted]

Verzonden vanuit Outlook voor iOS

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: Thursday, June 29, 2023 1:08:21 PM
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: Art. 44 vragen Staalslakken

Op mijn beurt kan ik weer instemmen met de aanpassingen van [redacted]
Behalve zijn opmerkingen in zijn mail t.a.v. vraag 4, daar twijfel ik aangezien ik bij art. 44 heb geleerd alleen de vraag zelf (kort) te beantwoorden en niet zaken er bij te betrekken die niet gevraagd worden – afgezien van dat heeft [redacted] natuurlijk wel gelijk.

Met vriendelijke groet,

[redacted] | Specialist Wet natuurbescherming / vergunningverlener
T. +3 1 118 [redacted] / M. 06 [redacted] E. [redacted]@zeeland.nl

Provincie Zeeland
Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: donderdag 29 juni 2023 12:27
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: Art. 44 vragen Staalslakken

Beste collega's,

Ik heb mij beperkt tot de antwoorden die rechtstreeks de visserij betreffen (3 en 5). Deze heb ik aangepast.
[redacted] GS moeten wel kennis genomen hebben van het rapport op moment van beantwoording van de vragen.
Verder zou ik kiezen voor de volgende lijn:

- Wij zijn bevoegd gezag ihkv de Wet Nb;
- Beoordeling van vergunningaanvragen vindt plaats aan de hand van een PB;
- Tot op heden wees iedere PB uit dat er geen kans was op significant negatieve effecten;
- Wij gaan er van uit dat bij toekomstige vergunningaanvragen het RIVM-rapport betrokken zal worden (en daarbij uiteraard rekening houden met het voorzorgsbeginsel).

Deze lijn zou ik persoonlijk terug laten komen in antwoord op vraag 4.

Succes met beantwoording en van onze definitieve reactie blijf ik graag op de hoogte.

Groeten,
[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: donderdag 29 juni 2023 10:25
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: FW: Art. 44 vragen Staalslakken

[redacted], ik was jou vergeten mee te nemen, aangezien de OWV ook genoemd wordt, maar bij deze alsnog

[redacted] coördineert dit

Met vriendelijke groet,

[redacted] | Specialist Wet natuurbescherming / vergunningverlener
T. +3 1 118 [redacted] / M. 06 [redacted] E. [redacted]@zeeland.nl

Provincie Zeeland

Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

Van: [redacted]
Verzonden: donderdag 29 juni 2023 10:17
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: Art. 44 vragen Staalslakken

Allen,

Vanuit natuur kon ik een aantal vragen beantwoorden (zie bijgevoegde antwoorden)
De antwoorden zouden nog iets kunnen wijzigen, ik ben nog met RWS is gesprek.

Toch wil ik hierbij nog even nadrukkelijk aangeven dat het eigenlijk meer een milieu aspect is (het gaat om uitloging). Voor het mogen toepassen van staalslakken is dan ook een Waterwetvergunning nodig en ook wordt getoetst aan het Besluit bodemkwaliteit (volgens mij toetst RVO dit). Daar gaat “natuur” dus eigenlijk niet over.

Het is natuurlijk weer wel zo dat milieu aspecten uiteindelijk ook weer door kunnen werken op natuurwaarden, maar dat is niet zo makkelijk te toetsen. Desalniettemin heeft RWS best veel onderzoeken laten uitvoeren : laboratorium onderzoeken naar uitloging en veldonderzoeken naar bestorte vooroevers (zie bijgevoegde antwoorden) en pas ze gerust aan, met de laatste versie zou ik graag nog een keer meelezen.

Met vriendelijke groet,

[redacted] | Specialist Wet natuurbescherming / vergunningverlener
T. +3 1 118 [redacted] / M. 06 [redacted] E. [redacted]@zeeland.nl

Provincie Zeeland

Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

Aan Gedeputeerde Staten (GS) hebben we in verband hiermee de volgende vragen:

1. Is het college bekend met het rapport van het RIVM over de gevolgen van het toepassen van
staalslakken? Wat is de mening van GS over de conclusies van het rapport?
~~Ja,~~H~~ het rapport (is het een rapport of een artikel?)~~ is ons bekend. Het RIVM wijst in het rapport op de lage zuurgraad van water dat in contact is geweest met de staalslak en op het feit dat zware metalen uitlogen. Dat is op zich geen nieuwe informatie. Wel nieuw is de constatering van het RIVM dat de verplichte laboratoriumtesten andere uitslagen laten zien dan bij bepaalde toepassingen in de praktijk. Onduidelijk is wat dat betekent voor toepassingen in Zeeland. ~~Wij hebben daarover nog geen mening gevormd, wel worden er intern en extern (met Rijkswaterstaat) gesprekken over gevoerd~~.[1]

2. Is het college op de hoogte van het feit dat van 2020 tot 2022 de vooroevers van de Ooster en Westerschelde zijn verstevigd met onder andere staalslakken?
Ja, het is ons bekend dat Rijkswaterstaat staalslakken heeft toegepast bij de versterking van vooroevers in de Ooster- en Westerschelde in het kader van de waterveiligheid.

3. Is het college ervan op de hoogte dat de OWV geadviseerd heeft voor grove stenen te kiezen
i.p.v. staalslakken en Rijkswaterstaat toch voor staalslakken gekozen heeft? Wat is de mening
van GS hierover?
Het is ons bekend dat de Vereniging van Beroepsvissers Oosterschelde, Westerschelde, Voordelta meerdere malen bij RWS heeft aangedrongen op het gebruik van breuksteen in plaats van staalslakken ofwel de staalslakken af te dekken met breuksteen om habitat voor kreeften te bieden. Hiervoor hebben wij begrip. RWS heeft op enkele locaties de staalslakken afgedekt met breuksteen maar dit is niet overal gelukt.

4. De provincie is verantwoordelijk voor de bescherming van Natura2000 gebieden. Alle Deltawateren zijn Natura2000. Is voldoende bekend wat de gevolgen zijn van het storten van staalslakken op de onderwaternatuur? En geeft dit aanleiding om aan te dringen bij Rijkswaterstaat op het stoppen van het gebruik van staalslakken? Graag een toelichting.

Er zijn verschillende laboratorium- en veldonderzoeken verricht naar ~~Wat~~ de gevolgen ~~zijn~~ van het toepassen van staalslakken in de Ooster- en Westerschelde~~ is diverse keren onderzocht door middel van laboratorium en veldonderzoeken~~. ~~Uit die~~Daarbij zijn ~~onderzoeken is gebleken dat~~ geen ~~significant~~ effecten van de uitloging van staalslakken op het ecosysteem ~~kon worden~~ aangetoond.

Eerder heeft de rechter vastgesteld dat de ~~Ook heeft bij~~ toepassing van staalslakken in de Oosterschelde ~~de rechter bepaald dat door het~~ voldoen~~t~~ aan het milieu hygiënische normenkader van het Besluit bodemkwaliteit en dat om die reden de milieurisico's voldoende zijn afgedekt.

Het rapport van RIVM geeft voor ons aanleiding om ~~zal zekerdit~~ met Rijkswaterstaat ~~worden~~ te bespr~~o~~eken.

5. Is GS bereid om de vaste tuig vissers en eventueel ook de schelpdierkwekers bij te staan in
hun contacten met Rijkswaterstaat gericht op het stoppen van het gebruik van staalslakken in of nabij hun percelen?
In het recente verleden hebben wij reeds contacten onderhouden met zowel de vaste vistuigvissers, verenigd in de vereniging OWV, de schelpdierkwekers als RWS. Dit heeft niet

---

[1] Milieuhygiënische kwaliteit LD-staalslakken | Rapport | Rijksoverheid.nl

geleid tot het stoppen met het gebruik van staalslakken door RWS. Het RIVM-rapport vormt voor ons aanleiding om ~~desgewenst~~ opnieuw met genoemde partijen in contact te treden.

6. Zijn staalslakken ook gebruikt in de Grevelingen en/of het Veerse Meer en/of zijn er plannen
om in de toekomst staalslakken te gebruiken in de Grevelingen en/of het Veerse Meer? Zoja, is GS het met ons eens dat dit ongewenst is aangezien deze wateren minder uitwisseling met
de Noordzee hebben en daarom gevoeliger zijn voor vervuiling?
Nee, hier zijn voor zover ons bekend geen staalslakken toegepast.

7. Prof. De Boer adviseert om berekeningen uit te voeren naar de potentiële schade van staalslakken in het milieu op de lange termijn. Is GS het met ons eens dat advies opgevolgd zou moeten worden voor wat betreft het gebruik van staalslakken in de Deltawateren?
Er zijn al diverse onderzoeken uitgevoerd naar effecten van de toepassing van staalslakken op de waterkwaliteit en de natuur in de Oosterschelde. Zie antwoord op vraag 4.

8. Is bekend of er op nog meer plaatsen in Zeeland gebruikgemaakt is van deze staalslakken (zowel op land als in het water)? Zo ja, waar zijn deze nog meer gebruikt en is daar ook sprake van mogelijke OF potentiële schade aan de volksgezondheid of het milieu?
Het toepassen van slaalslakken in werken is niet meldingsplichtig. Om die reden is er geen overzicht van toepassingen in het verleden.

9. Volgens Rijkswaterstaat worden staalslakken sinds 2009/2010 niet meer gebruikt in de aanleg van rijkswegen. Is dit ook het geval bij het aanleg en/of het onderhoud van provinciale wegen? Zo nee, wil GS dit zo spoedig mogelijk uitfaseren? Graag een toelichting.

Commented [BM(1]: [redacted] heeft dit op 26/4 per mail gevraagd aan [redacted] Ik heb nog geen antwoordmail gezien.

10. Gebruikt het waterschap staalslakken bij de aanleg of het onderhoud van wegen? Zoja, wil
GS hierover in gesprek met het waterschap om dit uit te faseren? Graag een toelichting.

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

R Art. 5.2 lid 1

De informatie uit documenten betreft persoonlijke beleidsopvattingen. Onder persoonlijke beleidsopvattingen worden verstaan ambtelijke adviezen, visies, standpunten en overwegingen ten behoeve van intern beraad, niet zijnde feiten, prognoses, beleidsalternatieven, de gevolgen van een bepaald beleidsalternatief of andere onderdelen met een overwegend objectief karakter

Van: "[redacted]"
Verzonden: donderdag 6 juli 2023 13:55
Aan: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: Agendapunt PO
Bijlage(n): Agendapunt PO.docx

Aanpassingen gedaan. Vooral een verplaatsing, maar deels ook nieuwe tekst

Format voor aanleveren agendapunt

Zaaknummer:

Agendapunt portefeuilleoverleg:
dhr. B.L.L. van der Velde - Milieu
Dhr. W.R.L. Nielen, MBA - Natuur
Dhr. A.R.M. Vael - Water

Thema: Milieu, Natuur en natuurbeleving, Water / klimaatadaptatie

Onderwerp	Artikel 44 vragen - Staalslakken	Datum behandeling	10 juli 2023
Naam inbrenger	[redacted]	Benodigde tijd voor agendapunt	15 minuten

Aanwezig bij behandeling

Naam	Telefoonnummer
[redacted]	

Doel van de bespreking
Informeren over de problematiek rondom staalslakken en een toelichting op de beantwoording van de gestelde Artikel 44 vragen rondom dit onderwerp. ~~**Achtergrond**~~ ~~De vooroevers in de Oosterschelde en Westerschelde worden bestort om aan de waterveiligheidsnormen te voldoen. Dijken kunnen buitendijks verzwakt worden door optredende erosie. Door de vooroevers te bestorten met stenig materiaal wordt erosie tegengegaan. RWS toetst de veiligheidsnormen in de Oosterschelde en Westerschelde regelmatig. Als blijkt dat de veiligheidsnorm niet gehaald wordt vindt dijkversterking plaats maar ook kan het nodig zijn de vooroevers te bestorten. In de Westerschelde levert het bestorten van de vooroevers geen trammelant op, omdat het watersysteem anders is en er minder belangen spelen op gebied van onderwatersport (duiken) en visserij.~~ ~~In de Oosterschelde is meer dan 10 jaar geleden al trammelant ontstaan doordat er fosforslakken werden gebruikt bij het bestorten van de vooroevers. Diverse partijen waren hier op tegen: Nationaal Park Oosterschelde, NOB (duikers), vissers (schelpdiervisserij en kreeftenvisserij). Zij waren tegen vanwege vermeende uitloging door fosforslakken. Fosforslakken worden niet meer gebruikt wel nog staalslakken. Van staalslakken is inmiddels bewezen, door wetenschappelijk onderzoek, dat de uitloging van mogelijke schadelijke stoffen zo gering is dat schade aan natuur uitgesloten kan worden.~~ ~~Staalslakken voldoen ook aan de daarvoor gestelde (milieu)normen. Er zijn enorme bedragen gemoeid met het op orde houden van de waterveiligheid en staalslakken zijn goedkoop. Het probleem is dat RWS een landelijk systeem kent waarbij ingehuurde aannemers – binnen bepaalde marges - een grote mate van vrijheid kennen hoe en met welk materiaal de bestortingen uitgevoerd worden.~~ ~~Daarnaast kent het toepassen van dit materiaal geen meldingsplicht en is geen overzicht over waar en welke hoeveelheden zijn toepast.~~
Bestuurlijke aandachtspunten (Kern aandachtspunten vanuit bestuurlijke relevantie)
• De toepassing van Staalslakken in de Oosterschelde is een terugkerend punt van discussie. • In het verleden zijn er onderzoeken verricht naar mogelijke effecten op de waterkwaliteit en op natuur, waarbij geen effecten zijn aangetoond.

- Er is in april ~~inmiddels~~ een rapport verschenen ~~waarover door Statenleden vragen zijn gesteld in de vorm van Artikel 44 vragen~~. waarin aangegeven is dat uitloogtesten in het laboratorium niet representatief zouden zijn voor sommige toepassingen in de praktijk. Zie https://www.rivm.nl/publicaties/milieuhygienische-kwaliteit-ld-staalslakken~~,~~
- GS is nog niet op de hoogte van dit rapport en wordt als bijlage toegevoegd.
- ~~Het rapport gaat in op milieugevolgen op of in de bodem, niet over de gevolgen in grote wateren.~~
- ~~Er liggen een aantal onderzoeksrapporten die niet aantonen dat de staalslakken schadelijk zijn voor de groter wateren.~~
- Staalslakken zijn als bouwstof zonder meldingsplicht toepasbaar in oeverbescherming.

Overwegingen (Pro's/contra's, alternatieven, meningen stakeholders)

Achtergrond

Rijkswaterstaat bestort de vooroevers in de Oosterschelde en Westerschelde om aan de waterveiligheidsnormen te voldoen. Dijken kunnen buitendijks verzwakt worden door optredende erosie. Door de vooroevers te bestorten met steenachtig materiaal wordt erosie tegengegaan. RWS toetst de veiligheidsnormen in de Oosterschelde en Westerschelde regelmatig. Als blijkt dat de veiligheidsnorm niet gehaald wordt vindt dijkversterking plaats maar ook kan het nodig zijn de vooroevers te bestorten. In de Westerschelde levert het bestorten van de vooroevers geen trammelant op, omdat het watersysteem anders is en er minder belangen spelen op gebied van onderwatersport (duiken) en visserij.

In de Oosterschelde is meer dan 10 jaar geleden al ophef ontstaan doordat er fosforslakken werden gebruikt bij het bestorten van de vooroevers. Diverse partijen waren hier op tegen: Nationaal Park Oosterschelde, NOB (duikers), vissers (schelpdiervisserij en kreeftenvisserij). Zij waren tegen vanwege vermeende uitloging door fosforslakken. Fosforslakken worden niet meer gebruikt wel nog staalslakken. Van staalslakken is inmiddels bewezen, door wetenschappelijk onderzoek, dat de uitloging van mogelijke schadelijke stoffen zo gering is dat schade aan natuur uitgesloten kan worden.
Staalslakken voldoen ook aan de daarvoor gestelde huidige normen. Er zijn enorme bedragen gemoeid met het op orde houden van de waterveiligheid en staalslakken zijn goedkoop.

Daarnaast kent het toepassen van dit materiaal geen meldingsplicht en is geen overzicht over waar en welke hoeveelheden zijn toepast.

- Staal slakken blijven in de afgelopen jaren steeds terugkomen. Het gebruik van de staalslakken staat nog steeds vrij, daarmee hebben we geen wettelijke grondslag om het gebruik hiervan te verbieden. Het is alleen mogelijk om het gesprek aan te gaan met andere overheden zoals Rijkswaterstaat om gebruik hiervan te minderen dan wel af te schalen.

Voorstel/besluit

Het rapport en de beantwoording van de Artikel 44 vragen in GS voorleggen en daarna doorsturen naar de Statenleden.

Relevant voor PS (informatieplicht, politiek gevoelig, afdoening motie, art. 44,..)

Nee

Te nemen acties (Wie, wat, wanneer)

- [redacted] | Agenderen voor GS vergadering 18 juli | 12 juli 2023

Eventuele bijlagen

- 1. Rapportage Milieuhygiënische kwaliteit LD-staalslakken

Dit format dient te zijn afgestemd met je afdelingshoofd. Indienen voor donderdag 14.00 uur via Zaaksysteem in iBabs zetten. Vermeld in het onderwerp van de mail de naam van de gedeputeerde en de datum van PO. Tel. nr.: Zaaksysteem-helpdesk 1533

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

Van: "[redacted]"
Verzonden: maandag 10 juli 2023 12:51
Aan: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: aanpassingen beantwoording

1.	Is het college bekend met het rapport van het RIVM over de gevolgen van het toepassen van staalslakken? Wat is de mening van GS over de conclusies van het rapport?	1.	Het rapport is ons bekend. Het RIVM wijst in het rapport op de lage zuurgraad van water dat in contact is geweest met de staalslak en op het feit dat zware metalen uitlogen. Dat is op zich geen nieuwe informatie. Wel nieuw is de constatering van het RIVM dat de verplichte laboratoriumtesten andere uitslagen laten zien dan resultaten van analyses bij bepaalde toepassingen in de praktijk. Het Rijk is aan zet om te bepalen welke consequenties dit heeft voor het wettelijke kader waaronder staalslakken worden toegepast.

Met vriendelijke groet,

[redacted] | Senior beleidsadviseur Milieu
T. +31 118[redacted] | M. +31 6[redacted] | [redacted]@zeeland.nl

Provincie Zeeland

Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

Van: "[redacted]"
Verzonden: donderdag 13 juli 2023 09:41
Aan: "'relatiebeheer'" <[redacted]@rud-zeeland.nl>
Cc: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: staalslakken
Bijlage(n): Antwoorden Artikel 44 vragen - Staalslakken.docx

Hoi,

We hebben geen reactie meer gehad. Wellicht was het te kort dag ? Reactietijd was nu ook korter dan anders ivm vakanties.

Het proces achter de beantwoording van de art.44 vragen noodzaakt tot snelheid. In dit geval zat de beantwoording maandag 10 juli al in het portefeuillehouder overleg en bijgevoegde beantwoording gaat zo (voor 12 uur) in het systeem voor de laatste GS-vergadering van dinsdag aanstaande.

Dat betekent dat deze beantwoording volgende week ook naar PS gaat. Mogelijk dat er in PS van volgende week vrijdag vragen hierover gesteld worden, maar dat zou dan naar aanleiding van media aandacht moeten zijn. Het is niet uit te sluiten dat media voor de PS vergadering bericht, omdat de beantwoording ook gepubliceerd wordt op onze website.

Dit lijkt ons wel een onderwerp dat ter bespreking in een commissie wordt teruggevraagd. Op zijn vroegst zou dat dan in een commissie in september inhoudelijk behandeld kunnen worden.

Is het mogelijk om alsnog te onderzoeken of jullie informatie hebben over toepassingen van staalslakken in werken (op het land) ? en ons uiterlijk begin september daarover te berichten ?

Hoor het graag !

Met vriendelijke groet,

[redacted] | Senior beleidsadviseur Milieu
T. +31 118[redacted] | M. +31 6[redacted] | [redacted]@zeeland.nl

Provincie Zeeland

Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

---

Van: [redacted]
Verzonden: dinsdag 4 juli 2023 11:09
Aan: 'relatiebeheer' <[redacted]@rud-zeeland.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: staalslakken

Hoi,

Wij hebben art. 44 vragen ontvangen over staalslakken. Eén van de vragen is onderstaande:

Is bekend of er op nog meer plaatsen in Zeeland gebruikgemaakt is van deze staalslakken (zowel op land als in het water)? Zo ja, waar zijn deze nog meer gebruikt en is daar ook sprake van mogelijke OF potentiële schade aan de volksgezondheid of het milieu?

Nu er geen meldplicht geldt voor toepassing van staalslakken (Wettelijke regels toepassen staalslakken dekken risico's voor mens en milieu niet af | Signaalrapportage | Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT) (ilent.nl)) , is het sowieso lastig om een compleet beeld van de toepassing te genereren, zeker op korte termijn. Maar wellicht hebben jullie op dit moment al wel een globaal beeld ?

Met vriendelijke groet,

[redacted] | Senior beleidsadviseur Milieu
T. +31 118[redacted] | M. +31 6[redacted] | [redacted]@zeeland.nl

Provincie Zeeland

Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

Provinciale Staten

Provincie Zeeland

Zaaknummer: 356569

Vragen van statenleden Inez Flameling en Ay Ling van der Spek-Thung (beide PvdA-GroenLinks) en **Joan van Burg (SGP) () ingevolge artikel 44 reglement van orde**

AANHANGSEL

tot de notulen van de Provinciale Staten van Zeeland 2023 nummer XXXX.

Vragen ingevolge artikel 44 van het reglement van orde inzake Staalslakken:

(ingekomen: 21 juni 2023)

Vragen aan Gedeputeerde Staten		Antwoorden van Gedeputeerde Staten	
1.	Is het college bekend met het rapport van het RIVM over de gevolgen van het toepassen van staalslakken? Wat is de mening van GS over de conclusies van het rapport?	1.	Het rapport is ons bekend. Nieuw in het RIVM rapport is de constatering dat de verplichte laboratoriumtesten andere uitslagen laten zien dan resultaten van analyses bij bepaalde toepassingen in de praktijk. Het is aan de minister om te bepalen welke consequenties dit rapport heeft voor het wettelijke kader waaronder staalslakken worden toegepast. Voor de vergunningverlening in het kader van de Wet natuurbescherming is ons college bevoegd gezag, omdat het toepassen van staalslakken een habitat verstoord. De uitkomsten van dit onderzoek heeft hiervoor geen consequenties.
2.	Is het college op de hoogte van het feit dat van 2020 tot 2022 de vooroevers van de Ooster- en Westerschelde zijn verstevigd met onder andere staalslakken?	2.	Ja, het is ons bekend dat Rijkswaterstaat staalslakken heeft toegepast bij de versterking van vooroevers in de Ooster- en Westerschelde in het kader van de waterveiligheid.
3.	Is het college ervan op de hoogte dat de OWV geadviseerd heeft voor grove stenen te kiezen i.p.v. staalslakken en Rijkswaterstaat toch voor staalslakken gekozen heeft? Wat is de mening van GS hierover?	3.	Het is ons bekend dat de Vereniging van Beroepsvissers Oosterschelde, Westerschelde, Voordelta meerdere malen bij RWS heeft aangedrongen op het gebruik van breuksteen in plaats van staalslakken ofwel de staalslakken af te dekken met breuksteen om habitat voor kreeften te bieden. Hiervoor hebben wij begrip. RWS heeft op enkele locaties de staalslakken afgedekt met breuksteen maar dit is niet overal gelukt.
4.	De provincie is verantwoordelijk voor de bescherming van Natura2000 gebieden. Alle Deltawateren zijn Natura2000. Is voldoende bekend wat de gevolgen zijn van het storten van staalslakken op de onderwaternatuur? En geeft dit aanleiding om aan te dringen bij Rijkswaterstaat op het stoppen van het gebruik van staalslakken? Graag een toelichting.	4.	Er zijn door Rijkswaterstaat verschillende laboratorium- en veldonderzoeken verricht naar de gevolgen van het toepassen van staalslakken in de Ooster- en Westerschelde. Daarbij zijn geen effecten van de uitloging van staalslakken op het ecosysteem aangetoond. Eerder heeft de rechter vastgesteld dat de toepassing van staalslakken in de Oosterschelde voldoet aan het milieu hygiënische normenkader van het Besluit bodemkwaliteit en dat om die reden de

statenstukken

Vragen aan Gedeputeerde Staten		Antwoorden van Gedeputeerde Staten	
			milieurisico's voldoende zijn afgedekt. Zie verder ook antwoord 1.
5.	Is GS bereid om de vaste tuig vissers en eventueel ook de schelpdierkwekers bij te staan in hun contacten met Rijkswaterstaat gericht op het stoppen van het gebruik van staalslakken in of nabij hun percelen?	5.	In het recente verleden hebben wij reeds contacten onderhouden met zowel de vaste vistuigvissers, verenigd in de vereniging OWV, de schelpdierkwekers als RWS. Dit heeft niet geleid tot het stoppen met het gebruik van staalslakken door RWS. Het RIVM-rapport vormt voor ons aanleiding om opnieuw met genoemde partijen in contact te treden.
6.	Zijn staalslakken ook gebruikt in de Grevelingen en/of het Veerse Meer en/of zijn er plannen om in de toekomst staalslakken te gebruiken in de Grevelingen en/of het Veerse Meer? Zo ja, is GS het met ons eens dat dit ongewenst is aangezien deze wateren minder uitwisseling met de Noordzee hebben en daarom gevoeliger zijn voor vervuiling?	6.	Nee, hier zijn voor zover ons bekend geen staalslakken toegepast in de (voor)oevers. Daar zijn momenteel ook geen plannen voor.
7.	Prof. De Boer adviseert om berekeningen uit te voeren naar de potentiële schade van staalslakken in het milieu op de lange termijn. Is GS het met ons eens dat advies opgevolgd zou moeten worden voor wat betreft het gebruik van staalslakken in de Deltawateren?	7.	Er zijn al diverse onderzoeken uitgevoerd naar effecten van de toepassing van staalslakken op de waterkwaliteit en de natuur in de Oosterschelde. Zie antwoord op vraag 1 en 4.
8.	Is bekend of er op nog meer plaatsen in Zeeland gebruikgemaakt is van deze staalslakken (zowel op land als in het water)? Zo ja, waar zijn deze nog meer gebruikt en is daar ook sprake van mogelijke ~~OF~~ of potentiële schade aan de volksgezondheid of het milieu?	8.	Het toepassen van staalslakken in werken is niet meldingsplichtig. Om die reden is er geen overzicht van toepassingen in het verleden.
9.	Volgens Rijkswaterstaat worden staalslakken sinds 2009/2010 niet meer gebruikt in de aanleg van rijkswegen. Is dit ook het geval bij het aanleg en/of het onderhoud van provinciale wegen? Zo nee, wil GS dit zo spoedig mogelijk uitfaseren? Graag een toelichting.	9.	Bij aanleg en/of onderhoud van provinciale wegen zijn geen staalslakken toegepast.
10.	Gebruikt het waterschap staalslakken bij de aanleg of het onderhoud van wegen? Zo ja, wil GS hierover in gesprek met het waterschap om dit uit te faseren? Graag een toelichting.	10.	Zie antwoord vraag 8, in het kader van grond-, weg-, en waterbouw wordt regelmatig overleg gevoerd met het waterschap, ook over aanleg en onderhoud van wegen en de gebruikte materialen.

MIDDELBURG, 18 juli 2023

Namens fractie:

statenleden Inez Flameling en Ay Ling van der Spek-Thung (beide PvdA-GroenLinks) en Joan van Burg (SGP)

Gedeputeerde Staten

Drs. J.M.M. Polman

Drs. M.C.J. Franken



Openbaar

Behandeld door	Zaaknummer	Verwijsnummer
[redacted]	356569	

Afgestemd met

[redacted] / [redacted] /

onderwerp	Beantwoording Artikel 44 vragen
voorgesteld besluit	- Kennis nemen van bijgevoegd rapport over de Milieuhygienische kwaliteit LD-staalslakken - Akkoord gaan met beantwoording van de Artikel 44 vragen die gesteld zijn door PvdA/Groen Links en SGP
portefeuillehouder - portefeuille	dhr. B.L.L. van der Velde - Milieu Dhr. W.R.L. Nielen, MBA - Natuur Dhr. A.R.M. Vael - Water

Bijlagen:
1. 1. Rapport 'Milieuhygienische kwaliteit LD-staalslakken
18 juli 2023

statenstukken

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

Van: "[redacted]"
Verzonden: woensdag 30 augustus 2023 12:24
Aan: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Cc: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: terugkoppeling PO Staalslak en vraag

Heb je een contactpersoon ?

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: woensdag 30 augustus 2023 12:24
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: terugkoppeling PO Staalslak en vraag

Beste [redacted]

Ik kan je daar geen sluitend antwoord op geven helaas. Ik begreep vanuit de mosselsector dat er een dcergelijke bijeenkomst komt maar het exacte doel ervan kan ik alleen naar gissen (kennisoverdracht ? gedachtenwisseling ?).
Wellicht kun je hiervoor een medewerker van RWS benaderen ?

Groeten,
[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: woensdag 30 augustus 2023 12:16
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: terugkoppeling PO Staalslak en vraag

Hoi [redacted],

Vanochtend vroeg Dick of we aan kunnen geven wat precies het doel is van de expertsessie en welk vervolg we daarvan kunnen verwachten. Weet jij dat of kan je dat nagaan ? We spraken af dat de aangepaste beantwoording volgende week in GS zit. Lukt het om hier morgenochtend antwoord op te geven ?

Antwoord op vraag 5:
Naar aanleiding van onze vraag heeft RWS aangekondigd in oktober een expertsessie te organiseren rond de toepassing van staalslakken onder water. Hiervoor zullen naast de door u genoemde visserij-organisaties ook andere stakeholders én wetenschappers worden uitgenodigd.

Het doel van deze expertsessie is …

Zie verder antwoord op vraag 1

Met vriendelijke groet,

[redacted] | Senior beleidsadviseur Milieu
T. +31 118 [redacted] | M. +31 6 [redacted] | E. [redacted]@zeeland.nl

Provincie Zeeland
Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

Van: "[redacted]"
Verzonden: donderdag 31 augustus 2023 14:58
Aan: "Secretariaat van der Velde" <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: RWS wil bel afspraak met Dick

Prima !

Van: Secretariaat van der Velde <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: donderdag 31 augustus 2023 14:58
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: RWS wil bel afspraak met [redacted]

Hoi [redacted]

Ik heb zojuist een momentje ingepland op maandag om 16.45 uur, alleen met Dick. Dick dacht dat dit ook goed was?

Met vriendelijke groet,

[redacted]
Managementassistent gedeputeerde Van der Velde Provincie Zeeland
Werkdagen: ma, di, wo ochtend en do
Tel: 0118[redacted] of 06-[redacted]
Mail: [redacted]@zeeland.nl

Provincie Zeeland
Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

---

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: donderdag 31 augustus 2023 14:07
Aan: Secretariaat van der Velde <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RWS wil bel afspraak met Dick

Hoi [redacted],

Ik begreep dat RWS – [redacted] – een bel afspraak wil met Dick én Jo-Annes over staalslakken. RWS neemt hiervoor het initiatief. Dan weet je dat ..

Dit contact hangt samen met de beantwoording van art. 44 (vervolg)vragen over staalslakken.

Met vriendelijke groet,

[redacted] | Senior beleidsadviseur Milieu
T. +31 118 [redacted] | M. +31 6 [redacted] | [redacted]@zeeland.nl

Provincie Zeeland
Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

Van: "[redacted]"
Verzonden: donderdag 13 maart 2025 14:17
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: toezeggingen van der Velde januari 2024.xlsx

Hoi,

Nee, [redacted]

[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: donderdag 6 maart 2025 08:33
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: toezeggingen van der Velde januari 2024.xlsx

Hoi [redacted],

Ik zag in de toezeggingen lijst dat deze nog steeds open staat. Was jij vorig jaar nog verder gekomen?

[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: woensdag 15 mei 2024 14:35
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: toezeggingen van der Velde januari 2024.xlsx

Hoi,

Nee, heb ik niet. Ook de andere wegen liepen/lopen dood… Ik ga kijken of een andere collega wellicht uit zijn verleden vóór de provincie nog een ingang heeft.

[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: woensdag 15 mei 2024 14:29
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: toezeggingen van der Velde januari 2024.xlsx

Martijn,

Heb jij nog nieuws uit Flevoland, zodat we deze toezegging af kunnen doen ?

[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: donderdag 25 januari 2024 16:39
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: toezeggingen van der Velde januari 2024.xlsx

Klinkt als een haalbaar en praktisch voorstel! [redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: donderdag 25 januari 2024 16:31
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: FW: toezeggingen van der Velde januari 2024.xlsx

[redacted] (en [redacted],

Even een op een met jullie: een bijzondere zijn de staalslakken.

Nu is het zo dat team milieu binnenkort (…) het verslag van de expertsessie zal ontvangen en zal doorsturen aan PS. Dat was afgelopen week weer actueel in de commissie Ruimte. Het zou wel handig zijn om die informatie over hoe e.e.a. nu zat in Flevoland helder te hebben en in dat begeleidende briefje te stoppen. Dan kan het daarop meeliften en heb jij [redacted] er weinig werk aan.

Als we het iets later in een apart briefje doen is het voor we het weten weer een brief die teruggevraagd wordt met dito aandacht voor de voorbereiding etc.

Is dat een idee?

[redacted]

Van: [redacted]
Verzonden: donderdag 25 januari 2024 16:28
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>;

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

R Art. 5.2 lid 1

De informatie uit documenten betreft persoonlijke beleidsopvattingen. Onder persoonlijke beleidsopvattingen worden verstaan ambtelijke adviezen, visies, standpunten en overwegingen ten behoeve van intern beraad, niet zijnde feiten, prognoses, beleidsalternatieven, de gevolgen van een bepaald beleidsalternatief of andere onderdelen met een overwegend objectief karakter

Van: "[redacted]"
Verzonden: dinsdag 18 juni 2024 11:06
Aan: "Velde, B.L.L. van der (Dick)" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]t@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: Staalslakken

Dag allen,

Kleine update:

- Commissie I&W heeft gisteren een brief aan Harbers gestuurd met het verzoek om richting de Kamer te reageren op de Zeeuwse brief aan de Tweede Kamer over staalslakken.
- Ik heb afgelopen donderdag de brief nogmaals aan Kamerleden gestuurd omdat er die dag een stuk in de Telegraaf stond over staalslakken. Mpanzu Bamenga (D66) heeft hierop gereageerd en komt naar de Zomerontmoeting 3 juli (vanaf 13:30 is hij er) en gaat dan graag even met Dick in gesprek over staalslakken.

Met hartelijke groet,

[redacted]

[redacted]
Public affairs Den Haag
Zeeuwse overheden
06[redacted]
[redacted]@zeeland.nl

Provincie Zeeland

Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

Van: "[redacted]"
Verzonden: dinsdag 18 juni 2024 09:12
Aan: "[redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Cc: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: geen staalslakken bij Ossenisse

Goedemorgen

Las net dat er bij Ossenisse geen staalslakken gebruikt gaan worden. [redacted]

Geen staalslakken bij het versterken van geulwand in Ossenisse - Omroep Zeeland

Met vriendelijke groet,
[redacted]

Provincie Zeeland
Bezoekadres:
Abdij 6
4331 BK Middelburg
06-[redacted]
Postadres:
Postbus 6001
4330 LA Middelburg

Provincie Zeeland
Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

R Art. 5.2 lid 1

De informatie uit documenten betreft persoonlijke beleidsopvattingen. Onder persoonlijke beleidsopvattingen worden verstaan ambtelijke adviezen, visies, standpunten en overwegingen ten behoeve van intern beraad, niet zijnde feiten, prognoses, beleidsalternatieven, de gevolgen van een bepaald beleidsalternatief of andere onderdelen met een overwegend objectief karakter

Van: "[redacted]"
Verzonden: woensdag 19 juni 2024 09:28
Aan: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: Staalslakken - zie bijgevoegd krantenbericht NRC 18-6
Bijlage(n): NRC 18-6-2024.jpg
Categories: Categorie Geel

[redacted] (zie PZC 18-6) !

Met vriendelijke groet,

[redacted] | Specialist natuurwetgeving / vergunningverlener
T. +3 1 118 [redacted] / M. 06 [redacted] E. [redacted]@zeeland.nl

Provincie Zeeland

Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

MILIEU

Rijkswaterstaat wil geen staalslakken in de Westerschelde

Een vaargeul in de Zeeuwse Westerschelde zou worden verstevigd met staalslakken. Dat wekte veel weerstand vanwege het milieu.

Door onze redacteur

AMSTERDAM. Rijkswaterstaat gaat een vaargeul in de Westerschelde toch niet verstevigen met zogenoemde staalslakken, een restproduct uit de staalproductie. Dat bevestigt een woordvoerder maandag na eerdere berichtgeving van *NRC* over het materiaal.

Staalslakken, in Nederland afkomstig van Tata Steel, worden veel toegepast in met name de weg- en waterbouw. Rijkswaterstaat was voornemens met het steenachtige materiaal een vaargeul bij Ossenisse (Zeeuws-Vlaanderen) te verstevigen, een cruciaal stuk van de Westerschelde waar het scheepverkeer naar Antwerpen passeert.

In Zeeland ontstond hier veel weerstand tegen. Onder meer de gemeente Terneuzen, de provincie Zeeland en de Zeeuwse Milieufederatie zijn fel tegen. Dit vanwege de milieuschandalen rond staalslakken van de afgelopen jaren. Onder meer in Eerbeek en Spijk, beide in Gelderland, trad grootschalige bodemvervuiling op nadat daar staalslakken waren gebruikt.

Onder andere het RIVM en de Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT) uitten zich vorig jaar kritisch over het gebruik van staalslakken. Ze zouden niet altijd goed worden toegepast, met milieuschade tot gevolg. Staalslakken, die veel zware metalen bevatten, zijn volgens het RIVM vermoedelijk ook de oorzaak van gezondheidsklachten bij omwonenden, zoals huidirritatie. Vooral bewoners van Eerbeek kampten met dit soort klachten.

De problemen met staalslakken ontstaan wanneer ze in contact komen met grondwater of regenwater. Voor problemen in bewegend water, zoals de Westerschelde, bestaan geen indicaties. Deze toepassing geldt als veilig, en volgens het beleid van Rijkswaterstaat - dat is opgesteld door het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat - moet de overheidsinstantie daarom aannemers toestaan staalslakken te gebruiken. Zelf kan Rijkswaterstaat geen bouwmaterialen voorschrijven.

Alternatieven

Vanwege de grote weerstand in de regio besloot Rijkswaterstaat de demissionair minister van Infrastructuur en Waterstaat, Mark Harbers (VVD), te vragen of ze in dit specifieke geval niet toch alternatieve materialen mocht voorschrijven. Daar is nu toestemming voor gekomen uit Den Haag, zo heeft Rijkswaterstaat gemeld.

De organisatie benadrukt dat ze van mening is dat staalslakken veilig kunnen worden toegepast en dat het gaat om een eenmalige uitzondering. Daarbij speelt volgens een woordvoerder mee dat Natuurmonumenten en Staatsbosbeheer deels eigenaar zijn van de locatie waar de staalslakken moeten worden toegepast, en beide organisaties tegen zijn.

GREEN ASSET R

Wete een verg gedu

De 'Green Asset bepalen welke zeggen de cijfe

Door onze redacteur

AMSTERDAM. Hoe gr verzekeraars nou echt? gaat het best wel goed heidsinspanningen, m pen denken daar and fensie heeft begin dit j digd ING voor de recht

Hoe makkelijk zou h teerders, consumente ders als een standaard ze zou laten zien hoe d of verzekeraar is. Zoal stevigheid van die inst verslag kan worden afg pitaal-, solvabiliteit- en

Een paar jaar geleden pese Unie een oplossin Green Asset Ratio (GA de Green Investment Ra zekeraars. De grootste ciële instellingen moet foto' van hun groenhe 2021 deels en sinds 20 jaarverslag weergeven.

Advertentie

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

R Art. 5.2 lid 1

De informatie uit documenten betreft persoonlijke beleidsopvattingen. Onder persoonlijke beleidsopvattingen worden verstaan ambtelijke adviezen, visies, standpunten en overwegingen ten behoeve van intern beraad, niet zijnde feiten, prognoses, beleidsalternatieven, de gevolgen van een bepaald beleidsalternatief of andere onderdelen met een overwegend objectief karakter

Van: "[redacted]"
Verzonden: woensdag 19 juni 2024 11:53
Aan: [redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Cc: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: Staalslakken - zie bijgevoegd krantenbericht NRC 18-6

[redacted]

Mooi nieuws in het bericht. [redacted]

Per 1 juli is [redacted] de nieuwe coördinator water. Ik zet haar meteen in de CC met het verzoek om vanaf nu [redacted] mee te nemen in de mailwisseling in plaats van [redacted]

Met vriendelijke groet,

[redacted]

Provincie Zeeland
Bezoekadres:
Abdij 6
4331 BK Middelburg
06-[redacted]
Postadres:
Postbus 6001
4330 LA Middelburg

Provincie Zeeland
Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

---

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: woensdag 19 juni 2024 09:28
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: Staalslakken [redacted] - zie bijgevoegd krantenbericht NRC 18-6

[redacted] (zie PZC 18-6) [redacted]

Met vriendelijke groet,

[redacted] | Specialist natuurwetgeving / vergunningverlener
T. +3 1 118 [redacted] / M. 06 [redacted] E. [redacted]@zeeland.nl

Provincie Zeeland
Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

R Art. 5.2 lid 1

De informatie uit documenten betreft persoonlijke beleidsopvattingen. Onder persoonlijke beleidsopvattingen worden verstaan ambtelijke adviezen, visies, standpunten en overwegingen ten behoeve van intern beraad, niet zijnde feiten, prognoses, beleidsalternatieven, de gevolgen van een bepaald beleidsalternatief of andere onderdelen met een overwegend objectief karakter

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

Van: "[redacted]"
Verzonden: donderdag 27 juni 2024 16:46
Aan: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: Nee toch...?

Ik las het vanmorgen in de trein. Toch wel een groot contrast met het bericht uit de NRC van 18 juni.

Met vriendelijke groet,

[redacted]

Provincie Zeeland
Bezoekadres:
Abdij 6
4331 BK Middelburg
06-[redacted]
Postadres:
Postbus 6001
4330 LA Middelburg

Provincie Zeeland
Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

---

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: donderdag 27 juni 2024 13:09
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: Nee toch...?

Ondanks smeekbede uit Zeeland gaat Rijkswaterstaat door met staalslakken | Foto | pzc.nl

Met vriendelijke groet,

[redacted] | Specialist natuurwetgeving / vergunningverlener
T. +3 1 118[redacted] / M. 06 [redacted] E. [redacted]@zeeland.nl

Provincie Zeeland
Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

Van: "[redacted]"
Verzonden: maandag 1 juli 2024 12:13
Aan: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: vragen punt 10 PS 5 juli

Allen,

Ja, is portefeuille Dick. Hij weet er ook al van.
[redacted], dit zijn de formele vragen dan voor de vragensessie.

[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: maandag 1 juli 2024 12:11
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: Fwd: vragen punt 10 PS 5 juli

Verzonden vanuit Outlook voor iOS

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: Monday, July 1, 2024 12:06:02 PM
Aan: Directie-Bestuurssecretaris <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: FW: vragen punt 10 PS 5 juli

Dag [redacted] en [redacted],

Onderstaande vragen zijn ontvangen van Inez Flameling, PvdA-GL, voor de vragensessie van PS komende vrijdag. Klopt het dat gedeputeerde Van der Velde deze vragen zal beantwoorden?

Met vriendelijke groet,

[redacted]

Van: Flameling, I.A. (Inez) <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: vrijdag 28 juni 2024 16:05
Aan: Secretariaat Statengriffie <[redacted]@zeeland.nl>
CC: Jonker, E.A. (Ernst) <[redacted]@zeeland.nl>; Spek - Thung, A.L.T.E.M. van der (Ay Ling) <[redacted]@zeeland.nl>; Temmink G.W.A. (Gerwi) <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: vragen punt 10 PS 5 juli

Goedemiddag,

Voor de vragensessie van aanstaande vrijdag heb ik vragen aan GS over staalslakken naar aanleiding van het bericht dat de minister toch voornemens is staalslakken te blijven gebruiken in Zeeland bij de dijkversterkingen (https://www.omroepzeeland.nl/nieuws/16629158/minister-legt-zeeuwse-zorgen-naast-zich-neer-toch-staalslakken-bij-dijkversterkingen).

- zijn er nog lopende onderzoeken over de milieu-, natuur- en/of gezondheidseffecten van staalslakken in het zoute milieu?

- zo ja wanneer kunnen we de uitslagen van deze onderzoeken verwachten?

- zijn er ook onderzoeken over de brede effecten van staalslakken op onderwater-organismen in het algemeen? Zo nee, is GS met ons eens dat deze onderzoeken er zouden moeten zijn?

- indien er in de toekomst door voortschrijdend inzicht toch negatieve effecten van staalslakken blijken te zijn, zijn de reeds gestorte staalslakken dan terugwinbaar?

- indien er nog lopende onderzoeken zijn, is GS bereid om bij de minister er op aan te dringen af te zien van het gebruik van staalslakken totdat de uitslagen bekend zijn?

Groet, Inez

Dr. Inez Flameling | Lid Provinciale Staten Zeeland namens de PvdA-GroenLinks| M. +31 6 [redacted] | E. [redacted]@zeeland.nl

Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland
instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

Van: "[redacted]"
Verzonden: maandag 1 juli 2024 16:06
Aan: "Velde, B.L.L. van der (Dick)" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: Beantwoording vragen staalslakken
Bijlage(n): MEMO Beantwoorden vragen staalslakken.docx, Bijlage 1_2024-06-27_101716-Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat - toepassing staalslakken in Deltawateren.pdf

Hoi [redacted],

Naar aanleiding van vragen van Mw. Flameling (PvdA/GL) over staalslakken, een memo opgesteld met daarin antwoorden op de gestelde vragen. Daarnaast de brief bijgevoegd die we recent van minister Harbers ontvingen naar aanleiding van de motie staalslakken.

Mochten er vragen zijn dan verneem ik die graag.

Met vriendelijke groet,

[redacted] | Senior Adviseur Milieu
[redacted]

+31 6 [redacted] | E. [redacted]@zeeland.nl
(reguliere werkdagen van maandag tot en met donderdag)

Provincie Zeeland

Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

MEMO Beantwoorden vragen staalslakken
5 juli 2024

Beantwoorden vragen afkomstig van Mw. Flameling (PvdA/GroenLinks)

1. Zijn er nog lopende onderzoeken over de milieu-, natuur- en/of gezondheidseffecten van staalslakken in het zoute milieu?
   Antwoord:
   Er is op dit moment nog 1 lopend onderzoek, waarbij men het normenkader voor het (hergebruik) van secundaire bouwstoffen (waaronder staalslakken) evalueert. Brand, E., J. van Genuchten, R. Vis, M. Broekman (2024). Ons is niet bekend wanneer dit onderzoek opgeleverd wordt.

   In onze brief van 21-05-2024 hebben wij aan minister Harbers om een overzicht van lopende onderzoeken gevraagd.
   In bijlage 2 bij deze memo is een opsomming gegeven van alle afgeronde en lopende onderzoeken. Deze zullen we nog delen met PS (na het zomerreces).

2. Zo ja, wanneer kunnen we de uitslagen van deze onderzoeken verwachten?
   Antwoord:
   Zie hiervoor antwoord op vraag 1.

3. Zijn er ook onderzoeken over de brede effecten van staalslakken op onderwater-organismen in het algemeen? Zo nee, is GS met ons eens dat deze onderzoeken er zouden moeten zijn?
   Antwoord:
   Die onderzoeken zijn er (zie bijlage 2). De vraag om alle onderzoeken te delen met GS van Provincie Zeeland is recent aan minister Harbers gesteld naar aanleiding van de ingediende motie. In bijlage 2 is de opsomming van alle lopende en afgeronde onderzoeken gegeven.

4. Indien er in de toekomst door voortschrijdend inzicht toch negatieve effecten van staalslakken blijken te zijn, zijn de reeds gestorte staalslakken dan terugwinbaar?
   Antwoord:
   Deze vraag hebben we bij Rijkswaterstaat neergelegd. Rijkswaterstaat is van mening dat deze reeds gestorte staalslakken terugwinbaar zijn, dit is ook een wettelijke vereiste voor de toepassing van zogenoemde secondaire bouwstoffen, waar staalslakken ook onder vallen.

   Daarnaast zijn er ambtelijk vragen gesteld aan Rijkswaterstaat over de mate van verspreiding/vergruizen van staalslakken, deze staalslakken worden ook soms op de stranden van Walcheren en Schouwen-Duiveland aangetroffen. We hebben Rijkswaterstaat gevraagd om nader te onderzoeken of verspreiding/vergruizing plaatsvindt of plaats kan vinden.

5. Indien er nog lopende onderzoeken zijn, is GS bereid om bij de minister aan te dringen af te zien van het gebruik van staalslakken totdat de uitslagen bekend zijn?
   Antwoord:
   Dat hebben we al gedaan in de recent aan minister Harbers toegezonden brief over dit onderwerp, naar aanleiding van een ingediende motie.

Ons verzoek heeft echter niet geleid tot een algeheel verbod op het toepassen van staalslakken in de Deltawateren. Gezien de reactie van minister Harbers (bijlage 1) denken wij dat een dergelijk verbod er op de korte termijn dan ook niet zal komen.

Bijlage 1: Reactie van minister Harbers naar aanleiding van ons schrijven van 21-05-2024

Brief van minister Harbers is als aparte PDF bij deze memo gevoegd.

Bijlage 2: overzicht van uitgevoerde en afgeronde onderzoeken in opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat naar de impact van staalslakken op de zoute onderwaternatuur

Lopend onderzoek

Brand, E., J. van Genuchten, R. Vis, M. Broekman (2024). Evaluatie normeringkader (her)gebruik secundaire bouwstoffen. RIVM Rapport 2024-0074.

Uitgevoerd onderzoek

Craeymeersch, J., A. Hamer, O. Bittner (2021). Monitoring van de vooroevers in de Oosterschelde en de Westerschelde: in- en epifauna en sedimentkarakteristieken van VOV-locaties (cluster 2.2 en 3.0); WMR rapport C075/21

Foekema, E.M., J.E. Tamis, A. Blanco-Garcia, B. Van der Weide, C. Sonneveld, F.M. Kleissen en M.J. Van den Heuvel-Greve (2021). Leaching of metals from steel slag and their ecologicat effects on a marine ecosystem: Validating field data with mesocosm observations. Environmental toxicology 40:2499-2509.

Foekema, E.M., M.J. Van den Heuvel-Greve, C. Sonneveld, G. Hoornman en A. Blanco (2016). Uitloging en effecten van metalen uit staalslakken beoordeeld in mesocosms. IMARES, Den Helder. Rapport nummer: C063/16. 102 paginas.

Glorius, S.T. en M.J. Van den Heuvel-Greve (2016). Gehalte aan zware metalen in biota op stort en referentielocaties in de Oosterschelde. IMARES. Rapport nummer: C081/16. 32 paginas.

Glorius, S.T., M.J. Van den Heuvel-Greve en E.M. Foekema (2013). Variatie gehalte zware metalen op locatie Zeelandbrug en toxiciteit molybdeen – data rapport. IMARES. Rapport nummer: C105/13. 24 paginas.

Jansen, H.M., S. Glorius, M. Tangelder en M.J. Van den Heuvel-Greve (2015). Gehaltes aan zware metalen In biota op stort- en referentielocaties in de Oosterschelde & Westerschelde. Data rapport 2014. IMARES. Rapport nummer: C079/15. 91 paginas.

Schellekens, T., S. Glorius en M.J. Van den Heuvel-Greve (2014). Variatie en trend van de gehaltes zware metalen op locatie Zeelandbrug Data rapport 2013. IMARES, Yerseke. Rapport nummer: C055/14. 26 paginas.

Tangelder, M., M.J. De Kluijver, E.B.M. Brummelhuls en M.J. Van den HeuvelGreve (2016a). Effect van vooroeververdediging op bodemorganismen in Oosterschelde en Westerschelde in 2014. Wageningen Marine REsearch. Rapport nummer: C116/15. 81 paginas.

Tangelder, M., T. Van Oijen, M.J. De Kluijver en T. Ysebaert (2017). Ontwikkeling epifauna, infauna en kreeften (TO, TI, T2) op een ecologisch aantrekkelijke vooroeverbestorting (Schelphoek, Oosterschelde). Monitoring Building for Nature proefvak Schelphoek. Wageningen Marine Research. Rapport nummer: C039/17. 69 paginas.

Tangelder, M. en K. Goudswaard (2015). Inventarisatie van dichtheden van kreeften op zowel bestorte als niet recentelijk bestorte vooroevers in de Oosterschelde. IMARES. 3 paginas.

Tangelder, M., K. Goudswaard en Y. Van Es (2015a). Bepaling zware metalen In kreeften op nieuwe vooroevers in de Oosterschelde. IMARES. Rapport nummer: C039/15. 32 paginas. OPENBAAR Pagina 4 van 5

Tangelder, M., MJ. Van den Heuvel-Greve en M.J. De Kluijver (2016b). Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde 2015. Locaties: Zeelandbrug en Lokkersnol. Wageningen Marine Research. Rapport nummer: C089/16. 86 paginas.

Tangelder, M., M.J. Van den Heuvel-Greve, M.J. De Kluijver, S. Glorius en H. Jansen (2015b). Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde en Westerschelde 2014. IMARES. Rapport nummer: C102/15. 141 paginas. Wageningen Marine Research rapport C025/24 | 21 van 23

Tangelder, M, M. de Kluijverl, J. Craeymeersch, E.B.M. Brummelhuis, & M.J Van den Heuvel-Greve. (2015) Data rapport: Effect van vooroeververdediging op bodemorganismen in Oosterschelde in 2015. Research report WMR C013/17;

Tangelder, M., T. Schellekens, M.J. De Kluijver en M.J. Van den Heuvel-Greve (2014). Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde 2013. IMARES. Rapport nummer: C102/14. 62 paginas.

Van den Heuvel-Greve, M.J., M. Tangelder, T. Ysebaert, M. de Kluijver. (2016) Kolonisatie van bodemgemeenschappen van zacht substraat in de Oosterschelde en Westerschelde na uitvoering van vooroeververdediging. WMR notitieeindversie 2016-04-26.

Van den Heuvel-Greve, M.J., A. Van den Brink, S. Glorius, C. Schipper, A. Gittenberger, M.J. De Kluijver en M. Dubbeldam (2012). Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde en Westerschelde 2011: T2 Cluster 1. Wageningen IMARES. Rapport nummer: C081/12. 69 paginas.

Van den Heuvel-Greve, M.J., A. Van den Brink, S. Glorius, C. Schipper, M.J. De Kluijver en M. Dubbeldam (2011). Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde 2010: Tl Cluster 1 / TO Cluster 2. Wageningen IMARES. Rapport nummer: C029/11. 69 paginas.

Van den Heuvel-Greve, M.J. (2009). TO monitoring vooroeververdediging Oosterschelde; cluster 1 2009. Wageningen IMARES. Rapport nummer: C137/09. 35 paginas.

Ministerie van Infrastructuur
en Waterstaat

Bestuurskern
Dir.Bodem, Ruimte en Klimaatadaptatie
Bodem

Den Haag
Postbus 20901
2500 EX Den Haag

Ons kenmerk
IenW/BSK-2024/176837

Bijlage(n)
1

> Retouradres Postbus 20901 2500 EX Den Haag

OPENBAAR
Aan: Gedeputeerde Staten van de provincie Zeeland
T.a.v. drs. J.J.M. Polman, voorzitter
Postbus 6001
4330 LA Middelburg

Afschrift aan: Zeeuwse Milieufederatie en Tweede Kamer

Datum 25 juni 2024
Betreft Toepassing van staalslakken in de Deltawateren (uw zaaknummer: 44835)

Geachte heer Polman,

Hierbij reageer ik op uw brief van 24 mei 2024 waarin u de oproep doet om te stoppen met het toepassen van staalslakken in alle Deltawateren. Het is mij bekend dat hier al langere tijd zorgen over zijn in de provincie Zeeland.
De RIVM-literatuurstudie van april 2023 over de milieu-hygiënische kwaliteit van LD-staalslakken is aanleiding geweest voor nieuwe vragen over mogelijke gevolgen van de toepassing van staalslakken in de Zeeuwse Deltawateren.

U refereert daarbij ook naar een eerdere brief die de staatssecretaris van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) op 18 september 2023 van u ontving, met de oproep om de toepassing van staalslakken op te schorten tot (lopende) onderzoeken uitwijzen dat het toepassen van staalslakken in de Deltawateren geen nadelige effecten heeft.

Gezien alle aandacht van de laatste tijd voor staalslakken is er begrip voor de zorgen die leven in uw provincie. Toch is er vanuit het Rijksbeleid geen aanleiding om toepassingen met staalslakken in de Deltawateren nu te stoppen of op te schorten:

- De huidige normen in de regelgeving zijn op basis van wetenschappelijk onderbouwd advies tot stand gekomen waarbij is getoetst en is vastgesteld dat de normen beschermend zijn voor (groot) oppervlaktewater[1] waar ook de Deltawateren onder vallen.

- In het kader van de herijking van de bodemregelgeving vindt een evaluatie plaats van het wettelijk kader voor secundaire bouwstoffen. De evaluatie wordt binnenkort afgerond en naar verwachting in september gepubliceerd.
  In de voorlopige resultaten wordt bevestigd dat de maximale emissiewaarden waar alle bouwstoffen volgens de bodemregelgeving aan moeten voldoen, beschermend zijn voor toepassing van bouwstoffen/staalslakken in (groot) oppervlaktewater zoals de Deltawateren. Ook blijkt dat er op basis van de nu beschikbare kennis

[1] Met (groot) oppervlaktewater wordt bedoeld: een middelgrote rivier: 50m breed, 2,6m diep en 25 m^3/s

geen negatief effect als gevolg van de chemische samenstelling voorzien is bij toepassing van staalslakken in grote oppervlaktewateren, mits de staalslakken voldoen aan de regelgeving.

- In de onderzoeken en monitoring die Wageningen Marine Research in de periode van 2010 tot 2017 heeft uitgevoerd in opdracht van Rijkswaterstaat, zijn geen onaanvaardbare effecten van staalslakken op de waterkwaliteit of ecologie aangetoond.

- De studie die RIVM uitvoerde in opdracht van de Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT) ziet toe op toepassingen van staalslakken op land. De conclusies van deze studie zijn niet zonder meer door te trekken naar de toepassingen van staalslakken in groot oppervlaktewater zoals de Deltawateren.

Er zijn momenteel wel signalen dat het slecht gaat met verschillende schaal- en schelpdieren in de Oosterschelde en in berichtgeving in de media is de link met staalslakken gelegd. In opdracht van het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) en de NVWA is een breed onderzoek gestart naar de oorzaak. Vanzelfsprekend worden dit onderzoek en de resultaten door IenW nauwgezet gevolgd.

Eerder bent u geïnformeerd over het besluit om specifiek bij het project geulwandversteviging Ossenisse II de toepassing van staalslakken uit te sluiten. De reden hiervoor is dat circa de helft van het projectgebied in eigendom is van Staatsbosbeheer en Natuurmonumenten, en deze partijen hebben aangegeven geen staalslakken te willen op hun grondgebied. Indien gekozen wordt om staalslakken toe te kunnen passen ontstaan in dit specifieke geval risico's op vertraging voor het project. Vertraging die niet acceptabel is, vanwege risico's voor de stabiliteit van de vaargeulwand en de doorvaarbaarheid van de Westerschelde.

Dit besluit voor het project Ossenisse II betreft geen wijziging van de generieke werkwijze van Rijkswaterstaat, ook niet voor toekomstige projecten in de Westerschelde en Oosterschelde. Rijkswaterstaat voert projecten uit waarbij de afgesproken (project)kaders en de IenW-regelgeving leidend zijn. Alleen als er sprake is van andere argumenten (bijvoorbeeld civieltechnische noodzaak, en in dit geval de eigendomssituatie) kan Rijkswaterstaat besluiten om staalslakken uit te sluiten in specifieke projecten.

Verder vraagt u om een overzicht van alle lopende en uitgevoerde onderzoeken naar de impact van staalslakken op de zoute onderwaternatuur. In de bijlage bij deze brief wordt een overzicht gegeven van relevante onderzoeken die in opdracht van het Ministerie van IenW (inclusief Rijkswaterstaat) plaatsvinden of hebben plaatsgevonden.

Tenslotte roept u in uw brief op om al het nodige te doen om zorg te dragen voor een duurzame en schone Delta.

Regio, Rijk en stakeholders werken hier geruime tijd samen aan, o.a. via trajecten zoals Programmatische Aanpak Grote Wateren, Natura2000, en Gebiedsoverleg Zuidwestelijke Delta. Dit vanuit het besef dat alleen gezamenlijk het verschil gemaakt kan worden. Daarvoor is iedereen hard nodig. Vanuit deze

gezamenlijkheid kan verder worden gewerkt aan de uitdaging van een duurzame en schone delta.

Hoogachtend,

DE MINISTER VAN INFRASTRUCTUUR EN WATERSTAAT,



Mark Harbers

Bijlage: overzicht van uitgevoerde en afgeronde onderzoeken in opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat naar de impact van staalslakken op de zoute onderwaternatuur

Lopend onderzoek

Brand, E., J. van Genuchten, R. Vis, M. Broekman (2024). Evaluatie normeringkader (her)gebruik secundaire bouwstoffen. RIVM Rapport 2024-0074.

Uitgevoerd onderzoek

Craeymeersch, J., A. Hamer, O. Bittner (2021). Monitoring van de vooroevers in de Oosterschelde en de Westerschelde: in- en epifauna en sedimentkarakteristieken van VOV-locaties (cluster 2.2 en 3.0); WMR rapport C075/21

Foekema, E.M., J.E. Tamis, A. Blanco-Garcia, B. Van der Weide, C. Sonneveld, F.M. Kleissen en M.J. Van den Heuvel-Greve (2021). Leaching of metals from steel slag and their ecological effects on a marine ecosystem: Validating field data with mesocosm observations. Environmental toxicology 40:2499-2509.

Foekema, E.M., M.J. Van den Heuvel-Greve, C. Sonneveld, G. Hoornman en A. Blanco (2016). Uitloging en effecten van metalen uit staalslakken beoordeeld in mesocosms. IMARES, Den Helder. Rapport nummer: C063/16. 102 paginas.

Glorius, S.T. en M.J. Van den Heuvel-Greve (2016). Gehalte aan zware metalen in biota op stort en referentielocaties in de Oosterschelde. IMARES. Rapport nummer: C081/16. 32 paginas.

Glorius, S.T., M.J. Van den Heuvel-Greve en E.M. Foekema (2013). Variatie gehalte zware metalen op locatie Zeelandbrug en toxiciteit molybdeen - data rapport. IMARES. Rapport nummer: C105/13. 24 paginas.

Jansen, H.M., S. Glorius, M. Tangelder en M.J. Van den Heuvel-Greve (2015). Gehaltes aan zware metalen in biota op stort- en referentielocaties in de Oosterschelde & Westerschelde. Data rapport 2014. IMARES. Rapport nummer: C079/15. 91 paginas.

Schellekens, T., S. Glorius en M.J. Van den Heuvel-Greve (2014). Variatie en trend van de gehaltes zware metalen op locatie Zeelandbrug Data rapport 2013. IMARES, Yerseke. Rapport nummer: C055/14. 26 paginas.
Tangelder, M., M.J. De Kluijver, E.B.M. Brummelhuis en M.J. Van den Heuvel-Greve (2016a). Effect van vooroeververdediging op bodemorganismen in Oosterschelde en Westerschelde in 2014. Wageningen Marine REsearch. Rapport nummer: C116/15. 81 paginas.

Tangelder, M., T. Van Oijen, M.J. De Kluijver en T. Ysebaert (2017). Ontwikkeling epifauna, infauna en kreeften (T0, T1, T2) op een ecologisch aantrekkelijke vooroeverbestorting (Schelphoek, Oosterschelde). Monitoring Building for Nature proefvak Schelphoek. Wageningen Marine Research. Rapport nummer: C039/17. 69 paginas.

Tangelder, M. en K. Goudswaard (2015). Inventarisatie van dichtheden van kreeften op zowel bestorte als niet recentelijk bestorte vooroevers in de Oosterschelde. IMARES. 3 paginas.

Tangelder, M., K. Goudswaard en Y. Van Es (2015a). Bepaling zware metalen in kreeften op nieuwe vooroevers in de Oosterschelde. IMARES. Rapport nummer: C039/15. 32 paginas.

Tangelder, M., M.J. Van den Heuvel-Greve en M.J. De Kluijver (2016b). Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde 2015. Locaties: Zeelandbrug en Lokkersnol. Wageningen Marine Research. Rapport nummer: C089/16. 86 paginas.

Tangelder, M., M.J. Van den Heuvel-Greve, M.J. De Kluijver, S. Glorius en H. Jansen (2015b). Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde en Westerschelde 2014. IMARES. Rapport nummer: C102/15. 141 paginas. Wageningen Marine Research rapport C025/24 | 21 van 23

Tangelder, M, M. de Kluijver1, J. Craeymeersch, E.B.M. Brummelhuis, & M.J Van den Heuvel-Greve. (2015) Data rapport: Effect van vooroeververdediging op bodemorganismen in Oosterschelde in 2015. Research report WMR C013/17;

Tangelder, M., T. Schellekens, M.J. De Kluijver en M.J. Van den Heuvel-Greve (2014). Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde 2013. IMARES. Rapport nummer: C102/14. 62 paginas.

Van den Heuvel-Greve, M.J., M. Tangelder, T. Ysebaert, M. de Kluijver. (2016) Kolonisatie van bodemgemeenschappen van zacht substraat in de Oosterschelde en Westerschelde na uitvoering van vooroeververdediging. WMR notitie-eindversie 2016-04-26.

Van den Heuvel-Greve, M.J., A. Van den Brink, S. Glorius, C. Schipper, A. Gittenberger, M.J. De Kluijver en M. Dubbeldam (2012). Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde en Westerschelde 2011: T2 Cluster 1. Wageningen IMARES. Rapport nummer: C081/12. 69 paginas.

Van den Heuvel-Greve, M.J., A. Van den Brink, S. Glorius, C. Schipper, M.J. De Kluijver en M. Dubbeldam (2011). Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde 2010: T1 Cluster 1 / T0 Cluster 2. Wageningen IMARES. Rapport nummer: C029/11. 69 paginas.

Van den Heuvel-Greve, M.J. (2009). T0 monitoring vooroeververdediging Oosterschelde; cluster 1 2009. Wageningen IMARES. Rapport nummer: C137/09. 35 paginas.

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

Van: "[redacted]"
Verzonden: maandag 1 juli 2024 14:07
Aan: "[redacted](RWS ZD)'" <[redacted]@rws.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Cc: "[redacted](RWS ZD)" <[redacted]@rws.nl>
Onderwerp: RE: Vraag over het terugwinbaar zijn van reeds gestorte staalslakken

Dank voor je reactie [redacted]

Wij geven Dick dan mee dat RWS heeft aangegeven dat e.e.a. terugneembaar is.

Wel de vraag om nader te onderzoeken of verspreiding / vergruizing plaats vindt of kan vinden, gelet op de strandvondsten die inmiddels breder bekend zijn en ook gedeeld worden, onder andere door ZMf en de PvdA/GL fracties.

Met vriendelijke groet,

[redacted] | Unitmanager Milieu
T. +3 1 118 [redacted] M. [redacted] E. [redacted]@zeeland.nl

Provincie Zeeland
Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

---

Van: [redacted](RWS ZD) <[redacted]@rws.nl>
Verzonden: maandag 1 juli 2024 13:31
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
CC: [redacted](RWS ZD) <[redacted]@rws.nl>
Onderwerp: RE: Vraag over het terugwinbaar zijn van reeds gestorte staalslakken

Dag [redacted] et al,

Uit het feit dat wij als Rijkswaterstaat ons aan de wet houden en het feit dat we daarbij de terugneembaarheid in acht nemen kun en moet je afleiden dat eenmaal toegepaste staalslakken terugneembaar zijn.

[redacted]Rijkswaterstaat ziet geen redenen waarom dit aan de orde zou zijn bij de toepassingen in Ooster- en Westerschelde, immers er worden ook voor de lange termijn geen negatieve gevolgen verwacht (onderbouwd door wetenschappelijke onderzoeken).

[redacted]

Wat betreft je vondsten, recent ook al aangegeven idd door jou: we hebben aangegeven dat we het zeer onwaarschijnlijk achten dat het gestorte materiaal vergruist en verspreidt. Dat was overigens een antwoord in relatie tot een vraag over terugneembaarheid. Daarmee samenhangend [redacted]: het is mij in ieder geval ook niet duidelijk in hoeverre er een vraag gesteld is naar onderzoek over verspreiding.

Tot zover even,

Hartelijke groet,

[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: maandag 1 juli 2024 11:54
Aan: [redacted](RWS ZD) <[redacted]@rws.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
CC: [redacted](RWS ZD) <[redacted]@rws.nl>
Onderwerp: RE: Vraag over het terugwinbaar zijn van reeds gestorte staalslakken

Ha collega's,

Even van mijn kant: dit is geen antwoord op de vraag. PS vraagt zich af of het *daadwerkelijk mogelijk* is. Een terechte vraag, we vinden staalslakken ook al terug op de stranden van Walcheren en Schouwen (zie bijlage: eigen vondst). Eerder hebben wij gevraagd om onderzoek naar de verspreiding van staalslakken. Ik heb niet meer scherp of daar actie op is gezet.

Van: [redacted] (RWS ZD) <[redacted]@rws.nl>
Verzonden: maandag 1 juli 2024 11:44
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
CC: [redacted] (RWS ZD) <[redacted]@rws.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: FW: Vraag over het terugwinbaar zijn van reeds gestorte staalslakken

Beste [redacted],

Bij de toepassing van secundaire bouwstoffen is terugneembaarheid een wettelijke vereiste.

Hartelijke groet,

[redacted]
Senior communicatieadviseur/persvoorlichter

.....
Communicatie en Strategie
Rijkswaterstaat Zee en Delta
Poelendaelesingel 18 | 4335 JA Middelburg | Kamer 2.12K
Postbus 2232 | 3500 GE Utrecht
.....

T 08[redacted]
F 08[redacted]
M 06[redacted]
[redacted]@rws.nl
www.rijkswaterstaat.nl
.....
Water. Wegen. Werken. Rijkswaterstaat.
.....

Van: [redacted] (RWS ZD) <[redacted]@rws.nl>
Verzonden: maandag 1 juli 2024 10:49
Aan: [redacted] (RWS ZD) <[redacted]@rws.nl>
Onderwerp: FW: Vraag over het terugwinbaar zijn van reeds gestorte staalslakken

Hey [redacted],

Er is een vraag vanuit PS binnengekomen.

Groet, [redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: maandag 1 juli 2024 10:44
Aan: [redacted] (RWS ZD) <[redacted]@rws.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: Vraag over het terugwinbaar zijn van reeds gestorte staalslakken

Goedemorgen [redacted],

Vanuit een fractie van Provinciale Staten zijn er vragen gesteld over staalslakken, dit onderwerp blijft de gemoederen bezighouden. Er is echter één vraag die ik niet kan beantwoorden, ik denk echter dat jij vanuit je rol binnen Rijkswaterstaat dat wel kunt. Daarom roep ik je hulp in. Het gaat om onderstaande.

Vraag: Indien er in de toekomst door voortschrijdend inzicht toch negatieve effecten van staalslakken blijken te zijn, zijn de reeds gestorte staalslakken dan terugwinbaar?

Graag zie ik je reactie zo spoedig mogelijk tegemoet.

Alvast hartelijk dank!

Met vriendelijke groet,

[redacted] | Senior Adviseur Milieu
[redacted]

+31 6 [redacted] | E. [redacted]@zeeland.nl
(reguliere werkdagen van maandag tot en met donderdag)

Provincie Zeeland

Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

R Art. 5.2 lid 1

De informatie uit documenten betreft persoonlijke beleidsopvattingen. Onder persoonlijke beleidsopvattingen worden verstaan ambtelijke adviezen, visies, standpunten en overwegingen ten behoeve van intern beraad, niet zijnde feiten, prognoses, beleidsalternatieven, de gevolgen van een bepaald beleidsalternatief of andere onderdelen met een overwegend objectief karakter

Van: "[redacted]"
Verzonden: dinsdag 16 juli 2024 15:55
Aan: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Cc: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: FW: Rectificatie De Hoop - opslag van staalslakken
Bijlage(n): 20240715_Geen overtredingen De Hoop Terneuzen (002).docx

Ter info. De RUD wil bijgaand verzoek versturen aan Omroep Zeeland. [redacted]

Met vriendelijke groet,

[redacted] | Unitmanager Milieu
T. +3 1 118 [redacted] M. 06 [redacted] E. [redacted]@zeeland.nl

Provincie Zeeland

Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

---

Van: [redacted] <[redacted]@terneuzen.nl>
Verzonden: dinsdag 16 juli 2024 15:25
Aan: [redacted] <[redacted]@terneuzen.nl>; [redacted] <[redacted]@terneuzen.nl>; [redacted] <[redacted]@terneuzen.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: Fwd: Rectificatie De Hoop

Hallo,
Ter informatie. Rectificatie van de RUD aan Omroep Zeeland, inzake opslag slakken bij De Hoop.

Groet,
[redacted]

Verzonden vanaf Outlook voor Android

From: [redacted] <[redacted]@rud-zeeland.nl>
Sent: Tuesday, July 16, 2024 2:24:32 PM
To: [redacted] <[redacted]@terneuzen.nl>
Subject: Rectificatie De Hoop

Hoi [redacted],

In de bijlage een rectificatieverzoek voor bouwgrondstoffenbedrijf De Hoop Terneuzen dat we aan Omroep Zeeland zullen sturen.
De Hoop heeft onterecht een waarschuwingsbrief van ons gekregen. Wij vinden het netjes als we dit ook aan Omroep Zeeland meegeven.

Dit stuur ik je ter informatie.
Groet,
[redacted]

Justa van Hermon
Interim communicatieadviseur

DE OMGEVINGSDIENST VOOR EEN SCHOON EN VEILIG ZEELAND

Postbus 35
4530 AA Terneuzen
Tel. 06-[redacted]
www.rud-zeeland.nl
Voor algemene vragen kunt u contact opnemen via het algemene nummer 0115 745 100.

<Na akkoord tkn sturen aan communicatie gem. Terneuzen>

Rectificatie

GEEN OVERTREDINGEN BOUWGRONDSTOFFENBEDRIJF DE HOOP TERNEUZEN

Onjuiste constateringen
Op 14 juni 2024 constateerde RUD Zeeland overtredingen bij bouwgrondstoffenbedrijf De Hoop in Terneuzen. De Hoop gaf naar aanleiding van onze waarschuwingsbrief schriftelijk en gemotiveerd aan dat dit in hun ogen onterechte constateringen zijn. Aanvullend onderzoek op 9 juli 2024 toont aan dat hier inderdaad geen sprake van is. Foute constateringen komen bij RUD Zeeland zelden voor. Deze onzorgvuldigheid zetten we dan ook graag recht. Bouwgrondstoffenbedrijf De Hoop ontving van ons een schriftelijk excuus.

Vermeende overtreding; opslag staalslakken
Tijdens de controle in juni troffen we op twee verschillende plaatsen op het terrein van De Hoop opslag van staalslakken aan. Het ging om zo'n 4.500 ton aan hoogovenslakken, opgeslagen boven een elementenbodemvoorziening. Ook 15.000 ton aan ELO-slakken, opgeslagen boven de onverharde bodem. Verbrandingsresten zoals staalslakken moeten worden opgeslagen boven een vloeistofdichte of op een aaneengesloten bodemvoorziening die tegen inregenen is beschermd.

Hoogovenslak en ELO-staalslak zijn geen verbrandingsresten
Daarmee vallen ze niet onder as of slakken van verbranding. Beide slakken zijn een bijproduct van de ijzer- en staalproductie. Hoogovenslak en ELO-staalslak kunnen onder voorwaarden als bouwstof worden toegepast. Ze worden vaak onder productcertificaat geleverd, op basis waarvan een milieuverklaring bodemkwaliteit voor de partij kan worden opgesteld. Dit houdt in dat hoogovenslak en/of ELO-staalslak met een milieuverklaring bodemkwaliteit niet als bodembedreigend wordt gezien. Bij de opslag ervan zijn geen bodembeschermende maatregelen noodzakelijk.
De opslag van hoogovenslakken en ELO-slakken gebeurt bij De Hoop in Terneuzen conform de regelgeving.

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

R Art. 5.2 lid 1

De informatie uit documenten betreft persoonlijke beleidsopvattingen. Onder persoonlijke beleidsopvattingen worden verstaan ambtelijke adviezen, visies, standpunten en overwegingen ten behoeve van intern beraad, niet zijnde feiten, prognoses, beleidsalternatieven, de gevolgen van een bepaald beleidsalternatief of andere onderdelen met een overwegend objectief karakter

Van: "[redacted]"
Verzonden: maandag 12 augustus 2024 11:45
Aan: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Cc: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: 2024-08-12_Portefeuilleoverleg [redacted] Vertrouwelijk.docx
Bijlage(n): 2024-08-12_Portefeuilleoverleg [redacted] Vertrouwelijk.docx

[redacted], [redacted], [redacted],

Zie bijgaand het concept verslag van het PO.
Graag aanvulling of correcties waar nodig.

[redacted]

Provincie Zeeland

Agenda Vertrouwelijk Portefeuilleoverleg [redacted]

Datum	12-08-2024
Tijd	9:00 - 10:05
Locatie	A122 (kamer [redacted]
Voorzitter	[redacted]
Toelichting	Secretariaat: [redacted]

[redacted]

Provincie Zeeland

[redacted]

C.2.2
9:35

448835 Opvolging motie stop toepassing staalslakken in Deltawateren en reactie oud-minister Harbers [redacted]

Bespreken van de concept brief aan PS met de reactie van oud-minister Harbers over toepassing staalslakken in Deltawateren.

Voorgesteld besluit:
Kennisnemen van de reactie van oud-minister Harbers op de oproep om te stoppen met het toepassen van staalslakken in de Deltawateren en deze brief delen met PS.

Besluit:
Gedeputeerde verzoek om de link met de toezegging van 5 juli jl. te leggen. [redacted] stuurt die door aan [redacted] Verder akkoord.

[redacted]

Provincie Zeeland

[redacted]

[redacted]

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

T

Valt buiten de reikwijdte van het verzoek

Van: "[redacted]"
Verzonden: donderdag 22 augustus 2024 09:07
Aan: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: tekst website GS besluit over brief Harbers en staalslakken

[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: woensdag 21 augustus 2024 07:52
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
CC: [redacted], [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: tekst website GS besluit over brief Harbers en staalslakken

[redacted]

Van: [redacted]
Verzonden: dinsdag 20 augustus 2024 14:07
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
CC: [redacted], [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: tekst website GS besluit over brief Harbers en staalslakken

Hoi [redacted]

We hebben nog een nieuw tekstvoorstel voor de website voor het GS besluit (van vandaag) over staalslakken:

Nieuwe tekst:
Gedeputeerde Staten hebben minister Harbers gevraagd om het toepassen van staalslakken in de Deltawateren te stoppen.

De Minister heeft in juli per brief aangegeven begrip te hebben voor de zorgen die er leven ten aanzien van het toepassen van staalslakken in de Deltawateren. Er is echter vanuit Rijksbeleid geen aanleiding om het gebruik van staalslakken te stoppen of op te schorten.

[redacted]

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

N Art. 5.1 lid 2 sub i

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van het goed functioneren van de Staat, andere publiekrechtelijke lichamen of bestuursorganen

R Art. 5.2 lid 1

De informatie uit documenten betreft persoonlijke beleidsopvattingen. Onder persoonlijke beleidsopvattingen worden verstaan ambtelijke adviezen, visies, standpunten en overwegingen ten behoeve van intern beraad, niet zijnde feiten, prognoses, beleidsalternatieven, de gevolgen van een bepaald beleidsalternatief of andere onderdelen met een overwegend objectief karakter

Van: "[redacted]"
Verzonden: woensdag 11 september 2024 16:00
Aan: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "Velde, B.L.L. van der (Dick)" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: Re: Inbreng [redacted] staalslakken

De Stas wil niet bevestigen dat staalslakken verkeerd zijn toegepast in de oosterschelde. Hij wil wel in algemene zin de kaders voor toepassing van secundaire bouwstoffen aanpassen. Hij vindt gesprek met de omwonenden belangrijk als mensen zijn geraakt: hij noemt bijvoorbeeld dat Heijnen naar Zeeland is geweest voor zo'n gesprek.

Verzonden vanaf Outlook voor Android

From: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Sent: Wednesday, September 11, 2024 2:08:13 PM
To: Velde, B.L.L. van der (Dick) <[redacted]@zeeland.nl>
Cc: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Subject: Inbreng [redacted] staalslakken

Goedemiddag Dick,

Deze middag is het commissiedebat leefomgeving. Goed om te weten is dat zojuist Martijn Buijsse (VVD) in zijn inbreng aandacht heeft gevraagd voor verontreiniging door staalslakken. Hij vraagt aan staatssecretaris Jansen hoe hij aankijkt tegen problemen door staalslakken die in het verleden niet goed zijn toegepast in o.a. de Oosterschelde waar omwonenden nu nadelen van ervaren. Daarnaast vroeg Buijsse of van de stass een proactieve houding mag worden verwacht rondom informatievoorziening en een objectieve dialoog.

Het leek ons goed dit vast te laten weten. Het antwoord van de staatsecretaris zullen we later terugkoppelen na afloop van het debat.

Hartelijke groet,

[redacted]
Public Affairs Den Haag
Zeeuwse overheden

+31 6 [redacted]
[redacted]@zeeland.nl

Provincie Zeeland

Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

Van: "[redacted]"
Verzonden: donderdag 12 september 2024 14:22
Aan: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: staalslakken

Beste [redacted]

Ik probeerde je te bellen, maar doe het nu via de mail. Onze gedeputeerde Arno heeft de mogelijkheid om via de partijlijn, ons Zeeuwse standpunt/visie op Staalslakken bij de Tweede Kamer in te brengen.
Afgelopen maand is er ook al een brief vanuit GS naar PS gegaan op dit onderwerp.

Zou jij Arno kunnen voorzien van een kleine annotatie die hij richting de Tweede Kamer kan (laten) brengen? Met bijlage kun je ook verwijzen naar de eerdere brief aan PS.
Ik hoor het graag.

Groeten en dank,
[redacted]

Met vriendelijke groet,

[redacted] | Programmamanager Energie & Klimaat
T. +31 [redacted] || E. [redacted]@zeeland.nl
Werkdagen: ma, di, wo, vr.

Provincie Zeeland

Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

Van: "[redacted]"
Verzonden: vrijdag 13 september 2024 13:32
Aan: "Velde, B.L.L. van der (Dick)" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Cc: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: Verslag CD leefomgeving

Beste Dick,

Zoals besproken een verslag van CD leefomgeving. Onderwerpen:

- [redacted]
- Staalslakken

[redacted]

Ik neem contact op met de PA van Jansen om de handreiking voor een afspraak nogmaals te doen.

Met hartelijke groet,

[redacted]
Public affairs Den Haag
Zeeuwse overheden
06[redacted]
[redacted]@zeeland.nl

Provincie Zeeland
Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

R Art. 5.2 lid 1

De informatie uit documenten betreft persoonlijke beleidsopvattingen. Onder persoonlijke beleidsopvattingen worden verstaan ambtelijke adviezen, visies, standpunten en overwegingen ten behoeve van intern beraad, niet zijnde feiten, prognoses, beleidsalternatieven, de gevolgen van een bepaald beleidsalternatief of andere onderdelen met een overwegend objectief karakter

T

Valt buiten de reikwijdte van het verzoek

Van: "[redacted]"
Verzonden: maandag 2 december 2024 14:21
Aan: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: FW: Ter informatie_beantwoording Statenvragen PNH over de toepassing van staalslakken in Noord-Holland
Bijlage(n): Beantwoorde schriftelijke vragen nr. 85-2024 van dhr. Hollebeek (PvdD) en mw. Bouhlel-Lascaris (SP) over De toepassing van staalslakken in de provincie.pdf, 85-2024 Bijlage bij beantwoording rechtsoordeel 2014 Geanonimiseerd.pdf

Bij deze antwoorden van Noord-Holland op statenvragen over staalslakken.

Met vriendelijke groet,
[redacted]

Provincie Zeeland
Bezoekadres:
Abdij 6
4331 BK Middelburg
06-[redacted]
Postadres:
Postbus 6001
4330 LA Middelburg

Provincie Zeeland
Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

---

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: donderdag 28 november 2024 17:34
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: FW: Ter informatie_beantwoording Statenvragen PNH over de toepassing van staalslakken in Noord-Holland

Hallo [redacted] en [redacted],

Zie de bijlagen en het onderstaande mailtje over staalslakken van de Provincie Noord-Holland.

Wellicht helpt het jullie als jullie ook Statenvragen krijgen.

Groetjes,

[redacted]

-------- Oorspronkelijk bericht --------
Van: [redacted] <[redacted]@noord-holland.nl>
Datum: 28-11-2024 15:07 (GMT+01:00)
Aan: [redacted] <[redacted]@gelderland.nl>, [redacted] <[redacted]@drenthe.nl>, [redacted] <[redacted]@flevoland.nl>, [redacted] <[redacted]@fryslan.frl>, "[redacted]" <[redacted]@fryslan.frl>, "[redacted]" <[redacted]@gelderland.nl [redacted]@provinciegroningen.nl>, "[redacted]" <[redacted]@prvlimburg.nl>, [redacted] <[redacted]@brabant.nl>, [redacted] <[redacted]@noord-holland.nl>, [redacted] <[redacted]@overijssel.nl>, [redacted] "[redacted]" <[redacted]@overijssel.nl>, [redacted] <[redacted]@overijssel.nl>, [redacted] <[redacted]@provincie-utrecht.nl>, [redacted] "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>, [redacted] <[redacted]@pzh.nl>, [redacted] "[redacted]" <[redacted]@gelderland.nl>
Cc: [redacted] <[redacted]@brabant.nl>
Onderwerp: Ter informatie_beantwoording Statenvragen PNH over de toepassing van staalslakken in Noord-Holland

Beste allen,

Na ons BOOG-overleg van hedenochtend, zend ik hierbij de beantwoording van de statenvragen over staalslakken.

Ter informatie.

Met vriendelijke groet,

[redacted]
Beleidsadviseur Bodem & Ondergrond en Afval
Sector Water, Bodem en Landbouw

Werkdagen ma, di, wo en do
M (06) [redacted]
[redacted]@noord-holland.nl
www.noord-holland.nl
Houtplein 33 2012 DE Haarlem

Provincie Noord-Holland

Aan dit bericht en eventuele bijlagen kunnen geen rechten worden ontleend. Het Provinciaal Bestuur van Noord-Holland.

Provincie Noord-Holland

Aan de leden van Provinciale Staten van Noord-Holland

Datum ingekomen vragen : 27 september 2024
Datum GS-besluit : 26 november 2024

Vragen nr. 85

Vragen van **de heer J.P. Hollebeek** (Partij voor de Dieren) en **mevrouw H.J. Bouhlel-Lascaris** (SP) over De toepassing van staalslakken in de provincie

De voorzitter van Provinciale Staten van Noord-Holland deelt u overeenkomstig het bepaalde in artikel 45 van het Reglement van Orde voor de vergaderingen en andere werkzaamheden van Provinciale Staten mede, dat op 27 september 2024 door de leden van Provinciale Staten, **de heer J.P. Hollebeek** (Partij voor de Dieren) en **mevrouw H.J. Bouhlel-Lascaris** (SP), de volgende vragen bij Gedeputeerde Staten zijn ingekomen.

INLEIDING VRAGEN
In het hele land is op dit moment onrust over de toepassing van staalslakken, zoals in Gelderland (Eerbeek, Spijk), Zeeland (Ooster- en Westerschelde), Limburg (A2), Zuid-Holland (Valkenburg, Den Haag) en Noord-Holland (Beverwijk)[1abcdefgh]. Vanwege de actualiteit rondom de Aagtenbelt, maar ook in het kader van de vergunningverlening aan Tata Steel om een kunstduin van staalslakken aan te leggen[2] en met het oog op de verwijdering van 800.000 ton staalslakken bij de Staalhaven aan de Mergelkade[3], zien de Partij voor de Dieren en SP aanleiding om de onderstaande vragen te stellen.

Bij onze vragen verwijzen we naar een artikel dat op persoonlijke titel is opgesteld door senior rechter mr. S.W. Kuip van de rechtbank Gelderland met de titel: "*LD-staalslakken zijn onder Europese richtlijn en Nederlandse wet een afvalstof gebleven en nimmer een bijproduct of bouwstof geworden*"[4]. Hij onderbouwt daarin dat staalslakken ten onrechte als bouwstof staan aangemerkt in het rechtsoordeel van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (welke in feite een niet bindend advies is, zoals ook op de website van het ministerie wordt vermeld[5]). Op basis van uitspraken van het Europese Hof van Justitie en milieuregelgeving komt de genoemde rechter tot de conclusie dat staalslak een afvalstof is. Middels het persbericht van 8 september 2024[6], dat in de commissie Leefomgeving werd gedeeld door de fractieleden van SP via de vergaderstukken van 16 september 2024 heeft GS hiervan kennis kunnen nemen.

VRAGEN INCLUSIEF BEANTWOORDING GEDEPUTEERDE STATEN

Rechtsoordeel staalslak bijproduct
Vraag 1:
Erkent GS dat een 'rechtsoordeel' van het ministerie geen gerechtelijke uitspraak is, maar een advies van het Rijk? Of, zoals in het artikel van mr. Kuip beschreven staat: "De Raad van State heeft hierover bij herhaling beslist dat het door een bestuursorgaan opschrijven van zijn visie op de gevolgen van rechtsregels voor een bepaalde situatie op zichzelf geen rechtsgevolg in het leven roept en dus geen rechtshandeling inhoudt. Daarom is zo'n 'bestuursoordeel' in de regel geen besluit in de zin van artikel 1:3 van de Algemene wet bestuursrecht." Het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat bevestigt dit in feite op de eigen website over rechtsoordelen: "Deze rechtsoordelen zijn niet bindend en geschreven op basis van wet- en regelgeving en wetenschappelijke kennis van dat moment."[5]

Antwoord 1:
Ja. Een rechtsoordeel is geen rechterlijke uitspraak en ook geen besluit in de zin van de Algemene wet bestuursrecht (Awb). Het is ook geen “advies van het Rijk”. Een rechtsoordeel is alleen een standpuntbepaling van een bevoegd gezag inzake de specifieke toepassing van wet- en regelgeving in een concreet geval.

Vraag 2:
Klopt de uitspraak die te lezen is op de website van Tata Steel: “Gedeputeerde Staten van Noord-Holland en de Omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied hebben in juni 2014 formeel vastgesteld dat staalslak de status van bijproduct heeft, dat als bouwstof kan worden toegepast.”[7] In welk document of waar op de website van de provincie is dit terug te vinden? En wat was de motivering van GS om tot deze vaststelling te komen?

Antwoord 2:
Met de formulering en het gebruik van de woorden “formeel vastgesteld” wordt de indruk gewekt dat sprake is van een besluit. Dat is niet het geval; er is sprake van een rechtsoordeel (zie ook het antwoord op vraag 1).

Daarnaast wordt de indruk gewekt dat dit rechtsoordeel inhoudt dat staalslak in het algemeen en altijd ‘de status van bijproduct heeft, dat als bouwstof kan worden toegepast’. Dat is niet het geval. Het is aan het lokale bevoegd gezag om dit per specifiek geval te beoordelen.

Het rechtsoordeel van GS van Noord-Holland uit juni 2014 betreft de staalslakken afkomstig van Tata Steel, bewerkt door Pelt & Hooykaas. In het oordeel voldoen specifiek deze staalslakken aan de kwaliteitseisen van het Besluit bodemkwaliteit (BBK) als “**bouwstof**”, met het BRL 9345-certificaat als milieuverklaring. Daarnaast wordt er voldaan aan artikel 1.1, vierde lid van de Wet milieubeheer. Het heeft daarom de status bijproduct, geen afvalstof.

Het rechtsoordeel uit juni 2014 vindt u bijgevoegd als kopie.

Dit oordeel volgt de richtlijnen van het Rijk (BRL) waarin wordt bepaald bij welke specificaties van het materiaal deze een specifiek gebruik mogen hebben. Het Rijk, ministerie van I&W, stelt deze richtlijnen op en de Inspectie Leefomgeving en Transport, IL&T, houdt hier toezicht op.

Vraag 3:
Wat is volgens de juristen van de provincie c.q. de omgevingsdienst NZKG de juridische status van de formele vaststelling van GS en de OD NZKG over de status van staalslak (uit vraag 2 hierboven) en wat kunnen de consequenties daarvan zijn? Of meer specifiek: Als het ‘rechtsoordeel’ van het Rijk geen gerechtelijke uitspraak is, maar slechts een advies, en de provincie neemt dit over, wat kunnen de consequenties zijn als een persoon, organisatie of lagere overheid de provincie aansprakelijk stelt voor ontstane milieuschade? We verwijzen ook hierbij naar het artikel van mr. S.W. Kuip over de nuancering c.q. waarschuwing die het ministerie maakt in haar “*Handreiking 1.3 – Afvalstof of niet afvalstof”:* “De vaststelling of in een concreet geval daadwerkelijk (feitelijk) sprake is van een afvalstof of niet blijft te allen tijde de verantwoordelijkheid van het betrokken vergunningverlenende of toezichthoudende bevoegd gezag.”[8]

Antwoord 3:
Zie onze antwoorden op uw vragen 1 en 2. Een generieke uitspraak over de afvalstatus van materialen is niet mogelijk. Dit zal van geval tot geval moeten worden bekeken. Er is ons geen aansprakelijkheidsstelling bekend, daarom kunnen we geen antwoord kunnen geven op het tweede onderdeel van de vraag.

Voor de toepassing van bouwstoffen (ongeacht of het een afvalstatus heeft) geldt dat altijd aantoonbaar moet worden voldaan aan de normen voor samenstelling en maximale emissie en dat de toepassing binnen de aangegeven kaders moet plaatsvinden. Daarbij geldt er ook een zorgplicht die een toepasser verplicht om dusdanig rekening te houden met de bijzondere eigenschappen van de bouwstof dat schade aan het milieu wordt voorkomen. Of aan de wettelijke toepassingskaders en zorgplicht wordt voldaan,

moet altijd per geval worden bepaald. In het geval niet wordt voldaan aan de vereisten, kan door het bevoegd gezag handhavend worden opgetreden.

Vraag 4:
Erkent GS dat het aanmerken van een stof als afvalstof of als bijproduct voorbehouden is aan een rechter/rechtscollege: ofwel het Europees Hof van Justitie dan wel de Nederlandse rechter/rechtscolleges?

Antwoord 4:
Het aanmerken van een stof als afvalstof of bijproduct is voorbehouden aan het bevoegd gezag.

Hierbij wordt ook verwezen naar de beantwoording van de Staatssecretaris aan de Tweede Kamer (Kamerbrief 30015-127, 6 november 2024[1], vraag en antwoord nr 10).

Vraag 5:
In het artikel van 'Schoon Eerbeek' wordt gesproken over vier voorwaarden waaronder een stof moet voldoen, wil het aangemerkt worden als bijproduct, en dat LD-staalslakken daaraan niet voldoen. Nu u kennis neemt van dit artikel, is dit voor GS voldoende zwaarwegend om specifiek hierover contact op te nemen met ambtenaren van het Rijk en dus een proactieve houding aan te nemen?

Antwoord 5:
Nee. Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) is namelijk volop met het dossier staalslakken aan de slag via twee sporen: herijking bodemregelgeving en het onderzoek naar de mogelijke versterking van toezicht en handhaving. De Regeling Bodemkwaliteit (Rbk) 2022 is reeds aangescherpt waar het gaat om de informatie die in de milieuverklaring bodemkwaliteit moet worden opgenomen. Ook is een informatieplicht aangekondigd, zie het antwoord op vraag 24. Berichtgeving hierover aan de Tweede Kamer wordt door ons nauwgezet gevolgd. In de zomer van 2025 worden de eerste concrete voorstellen van de staatsecretaris aan de Tweede Kamer verwacht (Kamerbrief 30015-127, 6 november 2024[1]).

Vraag 6:
Vindt GS dat de provincie Noord-Holland een extra verantwoordelijkheid heeft ten aanzien van staalslakken, gezien het feit dat door het productieproces van een bedrijf in onze provincie deze stof ontstaat en in het hele land tot bezorgdheid bij burgers en overheden leidt?

Antwoord 6:
Nee. Staalslakken zijn onlosmakelijk verbonden met de productie van staal en ontstaan ook in andere delen van de wereld. Staalslakken zijn een vrij toepasbare bouwstof, mits wordt voldaan aan de kwaliteitseisen én de toepassingsvoorwaarden. Er worden ook staalslakken vanuit het buitenland geimporteerd voor toepassing in Nederland.

Staalslakken op het terrein van Tata Steel
Vraag 7:
Wat verstaat de provincie onder "scherp vergunnen", zoals door gedeputeerde de heer J. Olthof gesteld tijdens de commissievergadering Leefomgeving van 16 september[9)], specifiek bij de toepassing van staalslakken in het beoogde kunstduin op het Noordwestterrein? En wat zou het verschil geweest zijn bij niet "scherp vergunnen" in deze kwestie?

Antwoord 7:
Voor de toepassing van staalslakken bestaat geen vergunningplicht, binnen het werkgebied van de Omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied (OD NZKG) bestaat sinds 2024 wel een meldplicht. Binnen het werkgebied van Omgevingsdienst IJmond (ODIJ) wordt gewerkt aan de invoering van een meldplicht, zie ook het antwoord op vraag 24.

1) Link naar Kamerbrief 6 november 2024

Vraag 8:
Wat is de mate van fijnkorreligheid van de staalslakken die voor het kunstduin op het terrein van Tata Steel gebruikt zullen worden?

Antwoord 8:
De staalslakken die worden toegepast voor het kunstduin moeten voldoen aan de eisen als bouwstof zoals opgenomen in het Besluit Bodemkwaliteit (BBK). Daarnaast moet uit de opgenomen voorwaarden in het productcertificaat blijken dat de staalslakken geschikt zijn voor deze toepassing. De mate van fijnkorreligheid is hierbij geen toetsingscriterium.

Vraag 9:
Beschouwt de provincie de staalslakken voor het kunstduin op het Noordwestterein van Tata Steel als bouwstof of als afvalstof?

Antwoord 9:
GS beschouwen deze staalslakken voor het kunstduin op het Noordwestterrein van Tata Steel als bouwstof.

Vraag 10:
Zou de provincie, indien zij opdrachtgever zou zijn voor het maken van een duin, de voorkeur geven aan staalslak of aan zand?

Antwoord 10:
Een dergelijke afweging betreft maatwerk. De provincie staat niet afwijzend tegenover het gebruik van staalslak als circulaire bouwstof, mits wordt voldaan aan de kwaliteitseisen en toepassingseisen en daarmee het milieu in voldoende mate wordt beschermt.

In de transitie naar een circulaire economie is de doelstelling om zoveel mogelijk grond en bouwstoffen circulair te gebruiken, waarmee het gebruik van primaire grondstoffen als zand en grind wordt uitgespaard. Tegelijk is het de doelstelling om negatieve effecten op de bodem en het (grond)water) te voorkomen en de omgeving te beschermen. Ofwel duurzaam benutten van restproducten én het beschermen van het milieu. Het alternatief is dat de reststroom moet worden gestort.

Vraag 11:
Kunnen we de staalslakken – te gebruiken voor het kunstduin – zien als zandvervanger?

Antwoord 11:
Ja. Zandvervangers betreft materialen van buiten de grondketen. Naast de grondstromen welke direct worden ontgraven uit de bodem wordt in de grond-, weg en waterbouw ook gebruikt gemaakt van bouwstoffen uit andere sectoren, ook wel zandvervangers genoemd. Hieronder vallen ook reststromen vanuit de staalindustrie (staalslakken). De wet- en regelgeving bepaalt per zandvervanger onder welke restricties een dergelijk product kan worden toegepast.

Vraag 12:
Hoe beoordeelt u het feit dat Pelt&Hooykaas sinds 2021 staalslakken als zandvervanger niet meer aanbiedt, zoals te lezen valt in het artikel van mr. S. Kuip (pag. 5)? Mr. Kuip verwijst naar het rapport van Tauw en Drift for transition met de titel *"Analyse prikkels richting duurzaamheid in secundaire bouwstoffenketens"* (pag. 12)[10]: "Het enige product met een negatieve prijs is de staalslak die wordt geleverd als zandvervanger in grootschalige bodemtoepassingen (GBT). Juist deze toepassing is in het verleden in opspraak geraakt. Dit product wordt volgens Pelt & Hooykaas sinds 2021 niet meer geleverd. De levering is juridisch nog steeds toegestaan en leverancier biedt op dit moment deze producten ook nog in haar online productencatalogus aan waarbij de leverancier aangeeft daadwerkelijke levering alleen te overwegen voor grote afnemers waar zij vertrouwen in heeft dat ze toepassingsvoorwaarden kunnen en willen naleven."

Antwoord 12:
Dit is een overweging van het bedrijf. Staalslakken moeten op een juiste wijze worden toegepast en niet meer dan nodig, in lijn met de voorwaarden voor toepassing als circulaire bouwstof.

Vraag 13:
Hoe beoordeelt u het feit dat bij het kunstduin de producent/leverancier dezelfde is als de afnemer van het “in opspraak geraakte product”?

Antwoord 13:
Wanneer voldaan wordt aan de geldende wet- en regelgeving met betrekking tot de toepassing is daar geen bezwaar tegen.

Vraag 14:
Heeft de staalslak in dit specifieke geval sowieso niet de status van afvalproduct, vanwege het feit dat de producent zich ‘ervan wil ontdoen’?

Antwoord 14:
Nee. Het is geen afvalproduct want de producent ontdoet zich niet van een afvalstof: het betreft een bijproduct, zie het antwoord op vraag 2.

Vraag 15:
Wat betekent de volgende uitspraak in het RIVM-rapport *“Milieuhygiënische kwaliteit LD-staalslakken”* voor de zorgplicht van de provincie Noord-Holland bij het afgeven van een vergunning voor de bouw van een kunstduin van staalslakken? Citaat uit het rapport: “De recente casussen lijken erop te duiden dat de bescherming van de volksgezondheid en het milieu onvoldoende is geborgd op basis van de huidige wet- en regelgeving, de toepasselijke normstelling, zoals de Regeling bodemkwaliteit, en een goed toezicht op de naleving” (pag. 12).[11)]

Antwoord 15:
De omgevingsvergunning voor de bouw van het kunstduin is afgegeven door de OD NZKG. Het materiaal waarmee het kunstduin wordt gerealiseerd is geen onderdeel van het wettelijk toetsingskader voor deze vergunning. In de natuurvergunning afgegeven door Omgevingsdienst Noord-Holland Noord (OD NHN) is een pakket aan voorzorgmaatregelen middels voorschriften vastgelegd, zie het antwoord op vragen 16 en 28.

Vraag 16:
Bent u bereid deze stort van gevaarlijke stoffen in het kunstduin niet aan te merken als natuurcompensatie, en deze elders met echte natuur te realiseren?

Antwoord 16:
Nee. Het project Kunstduin op het terrein van Tata Steel heeft o.a. een natuurvergunning met onderliggende passende beoordeling. Om het kunstduin te realiseren is er een pakket aan voorzorgmaatregelen welke middels voorschriften in die natuurvergunning zijn vastgelegd.
De natuurcompensatie voor het in 2019 gekapte bos van circa 9 hectare op het voormalige Tata Steelterrein is voor het project van Tennet inmiddels elders bij o.a. PWN voor meer dan 16 hectare uitgevoerd. Het bevoegd gezag voor die natuurcompensatie ligt bij Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO).

Vraag 17:
Beschouwt de provincie de opgeslagen staalslakken op andere plekken op het terrein van Tata Steel als bouwstof of als afvalstof? Op basis waarvan?

Antwoord 17:
Zie het antwoord op vraag 2: GS beschouwen alle staalslakken op het terrein van Tata Steel als bijproduct – en nádat het is bewerkt door Pelt & Hooykaas en aan de benoemde wettelijke voorwaarden van BRL en BBK voldoet, als bouwstof.

Vraag 18:
Kunt u ons helpen aan de vergunning(en) die de opslag van staalslakken door Tata Steel op het terrein reguleert? Graag een link of een document.

Antwoord 18:
Sinds de invoering van de Omgevingswet zijn nieuwe opslaglocaties van staalslakken op het terrein van Tata Steel vergunningsplichtig, omdat alle activiteiten van een complex bedrijf onder het Besluit activiteiten leefomgeving (Bal) nu vergunningsplichtig zijn geworden. Voor de ingang

van de Omgevingswet gold er enkel een meldplicht op grond van het Activiteitenbesluit milieubeheer. De reeds bestaande opslagen op het terrein van Tata Steel zijn allemaal rechtmatig gemeld voor de ingang van de Omgevingswet en kunnen worden voortgezet op basis van het overgangsrecht.

Vraag 19:
Zal deze vergunning – indien van toepassing - geactualiseerd worden? Zo ja, waarom en wanneer? Op welke manier zou deze vergunning "scherper" kunnen worden? In de VTH-brieven is bijvoorbeeld te lezen dat er nieuwe grondwaterverontreinigingen ontstaan, zoals een verhoogd gehalte aan Vanadium.

Antwoord 19:
Zie het antwoord op vraag 18: een vergunningvereiste is niet van toepassing.

Vraag 20:
Wat zal in het algemeen een reden of aanleiding zijn om een vergunning voor de opslag van staalslakken te actualiseren?

Antwoord 20:
Zie het antwoord op vraag 18: een vergunningvereiste is niet van toepassing. De OD NZKG is wel voornemens voor de opslag van staalslakken maatwerkvoorschriften op te leggen voor het realiseren van aanvullende voorzieningen. Dit als invulling van de specifieke zorgplicht.

Het gebruik van staalslakken in de provincie (algemeen)
Vraag 21:
Bevestigt GS de uitspraak van de gedeputeerde mevrouw E. Rommel in de commissievergadering van 15 februari 2024 dat de provincie als opdrachtgever geen staalslakken laat toepassen als vervanger van een mengsel van zand en menggranulaat?[12)]

Antwoord 21:
Ja. De Provincie Noord-Holland past geen staalslakken toe als vervanger van zand of menggranulaat bij de opbouw van wegen. In kleine percentages mag deze stof wel in asfalt toegepast worden (conform standaard RAW - Rationalisatie en Automatisering Grond-, Water- en Wegenbouw eisen).

Vraag 22:
Wat is formeel de reden hiervoor? En is hier als zodanig over gecommuniceerd op de website of naar bedrijven toe?

Antwoord 22:
De provincie Noord-Holland heeft richtlijnen opgesteld voor het toepassen van zandvervangers in de GWW: "Eisen en Richtlijnen Bouw en Infraobjecten - Wegen en weggebonden objecten Versie 3.1". Paragraaf 10.3.3 gaat over zand en zandvervangers. Hier staat onder het 5de aandachtstreepje dat zandvervangers pas dieper dan 1 meter onder het wegprofiel mogen worden toegepast, terwijl de meeste wegen een zandbed tot 60cm hebben. Daarmee sluit onze richtlijn toepassing van zandvervangers bij de opbouw van wegen nagenoeg uit.

Vraag 23:
Betekent dit dat de provincie als opdrachtgever *geen enkele* toepassing van staalslakken toestaat bij grote of kleine grond-, weg- en waterbouwprojecten in Noord-Holland? Een voorbeeld van een toepassing is Duomix, geleverd door Pelt&Hooykaas - maar onze vraag richt zich niet uitsluitend op Duomix. Indien bevestigend: Controleert de provincie dat en zo ja, hoe?

Antwoord 23:
Nee. Zie ook het antwoord op vraag 21. De provincie als opdrachtgever sluit het gebruik van staalslakken niet volledig uit.

Vraag 24:
Wat is het officiële standpunt van de provincie ten aanzien van het gebruik van staalslakken bij grond- weg- en waterbouwprojecten in Noord-Holland waar zij niet zelf opdrachtgever van is?

Antwoord 24:
Staalslakken zijn vrij toepasbare bouwstoffen. GS erkennen dat onjuiste toepassing kan leiden tot schade voor mens en milieu. Vanuit het Besluit bodemkwaliteit en de 'zorgplicht' moeten bedrijven ervoor zorgen dat er geen negatieve milieueffecten kunnen ontstaan. Staalslakken moeten juist worden toegepast en niet meer dan nodig.

GS onderschrijven het belang van een meld- of vergunningplicht, waarbij het Rijk als stelselverantwoordelijke aan zet is. Het Rijk heeft inmiddels een landelijke informatieplicht aangekondigd (Kamerbrief 30015-121, 11 april 2024), die naar verwachting vanaf 2026 in de wetgeving zal zijn verankerd. De gemeenten in de regio Noordzeekanaalgebied hebben een dergelijke meldplicht reeds opgenomen in hun bodembeleidskader. De gemeenten in de regio IJmond zijn ook voornemens om een meldplicht voor staalslakken in te voeren, de meldplicht binnen de betreffende gemeenten is naar verwachting vanaf begin 2025 van kracht.

Vraag 25:
Welke actie verbindt GS aan de aankondiging van de minister dat er in 2027 een informatieplicht komt ten aanzien van het gebruik van staalslakken, en met de oproep aan het bevoegd gezag, toezichthouders en producenten c.q. leveranciers van staalslak dat zij tot die tijd “in alle gevallen zich gezien de zorgplichten rekenschap moeten geven van de specifieke eigenschappen van deze bouwstoffen en bij de toepassing daarvan uiterste zorgvuldigheid in acht moeten nemen”?[13)].

Antwoord 25:
Wij volgen de berichtgeving omtrent de landelijke ontwikkeling naar een informatieplicht die voor zover we weten in 2026 wordt ingevoerd.

Vraag 26:
Er zijn (ook een aantal grote) gemeentes en een omgevingsdienst die verder gaan dan de informatieplicht, zo blijkt uit het artikel van mr. Kuip. Zij hebben een meldingsplicht ingesteld of zelfs een verbod op het toepassen van staalslakken (bijvoorbeeld in Zuid-Holland). Is de provincie Noord-Holland bereid ook verder te gaan dan de informatieplicht?

Antwoord 26:
Nee. Het Rijk is stelselverantwoordelijk en de gemeenten zijn in de regel bevoegd gezag. In het kader van het subsidiariteitsbeginsel zal de provincie hierin geen verdergaand beleid opstellen.

Vraag 27:
Kan GS de volgende uitspraak over de Kaderrichtlijn Water in het artikel over LD-staalslakken bevestigen: “Artikel 4, eerste lid, aanhef en onder b, van de Kaderrichtlijn Water gebiedt de landelijke en provinciale overheden om voor grondwater de nodige maatregelen ten uitvoer te leggen, met de bedoeling de inbreng van verontreinigende stoffen in het grondwater te voorkomen of te beperken en de achteruitgang van de toestand van alle grondwaterlichamen te voorkomen.”

Antwoord 27:
In Artikel 4 staat het volgende. “Bij de tenuitvoerlegging van het in het stroomgebiedsbeheerplan omschreven maatregelenprogramma, leggen de lidstaten de nodige maatregelen ten uitvoer met de bedoeling de inbreng van verontreinigende stoffen in het grondwater te voorkomen of te beperken en de achteruitgang van de toestand van alle grondwaterlichamen te voorkomen.“

Vraag 28:
Zo ja, op welke manier zien we dit terug in het afgeven van een vergunning, bijvoorbeeld voor het aanleggen van een duin van staalslakken?

Antwoord 28:
Het project Kunstduin op het terrein van Tata Steel heeft een natuurvergunning met onderliggende passende beoordeling. Er ligt een pakket aan voorzorgmaatregelen welke middels voorschriften in die natuurvergunning zijn vastgelegd. Als voorbeeld voorschrift 6 welke een waterdichte grindkoffer vereist met een (overloop)voorziening naar de interne waterbehandelingsinstallatie.

Vraag 29:
Wat kan juridisch gezien de provincie doen (bijvoorbeeld in het kader van interbestuurlijk toezicht) als een gemeente in Noord-Holland het milieu en de gezondheid van mensen en dieren onvoldoende beschermt door het onverantwoorde gebruik van staalslakken?

Antwoord 29:
Het Interbestuurlijk Toezicht (IBT) van de provincie kan/zal optreden als een gemeente zich niet aan de Wet houdt. Dit geldt voor de medebewindstaken en dus ook de Omgevingswet.

Om als IBT op te kunnen treden dient dan wel geconstateerd (binnenkomende klacht, melding, eigen waarnemingen of van andere organisatie) te zijn dat de gemeente de Wet overtreedt.

In dit geval moeten er duidelijke criteria/waarden zijn vastgelegd welke staalslakken en in welke hoeveelheden niet gebruikt mogen worden of dat staalslakken helemaal niet gebruikt mogen worden als bouwstof. Er moet dus wel een overtreding van een wettelijke eis worden geconstateerd.

Vraag 30:
In het artikel https://www.noordhollandsdagblad.nl/regio/ijmond/arseen-en-pfas-uit-de-ringsloot-rond-zwaar-verontreinigde-beverwijkse-aagtenpark-verdwijnen-in-het-noordzeekanaal/20684984.html staat dat de provincie het bevoegd gezag is bij de bodemverontreiniging met staalslakken in het Aagtenpark. Klopt dit? Zo ja, wat heeft de provincie al gedaan om de vervuiling aan te pakken, en wat is de vervolgaanpak?

Antwoord30:
Ja, de provincie is bevoegd gezag vanuit de Wet Bodembescherming (overgangsrecht). De gemeente Beverwijk is vergunninghouder en verantwoordelijk voor de sanering van de stortplaats. In 2014 heeft de provincie ingestemd met het toepassen van staalslakken onder de leeflaag als onderdeel van de bodemsanering. Dit is uitgevoerd onder strikte voorwaarden. Zo zijn de staalslakken toegepast minimaal twee meter boven de hoogste grondwaterstand en afgedekt met een kleiige grondlaag met een dikte van minimaal 1,0 m. Dit alles is gedaan om het contact met water te minimaliseren. Vervolgens zijn rondom de toepassing van de staalslakken vier peilbuizen geplaatst waarvan afgelopen jaren het grondwater is bemonsterd en geanalyseerd. Hieruit zijn geen afwijkende pH-gehaltes aangetroffen. Er is op dit moment geen verband gevonden tussen de aangetroffen verontreinigingen in de ringsloot en de aanwezige staalslak en dat dit gezien de aard van de stoffen ook niet is te verwachten. Vanuit de gemeente Beverwijk wordt op dit moment een onderzoek gedaan naar de invloed van staalslak naar de omgeving.

Bronnen:
1) a) Eerbeek: In het vizier van De Jager - Staalslakken - Staalslakken - Omroep Gelderland (gld.nl)
b) Spijk: Rumoerige bewonersavond in Spijk over de veelbesproken staalslakken | Al het nieuws uit West Betuwe (hetkontakt.nl)
c) Ooster- en Westerschelde: Nieuw onderzoek naar de massale sterfte van de Oosterscheldekreeft (nos.nl)
d) Valkenburg: Valkenburgse Beaumix-kwestie leidt tot beroering in Limburg. 'Je zadelt toekomstige generaties met een probleem op' | Leidsch Dagblad
e) Den Haag: Schadelijke stof gevonden in speeltuinen, gemeente stopt met gebruik - Omroep West
f) Limburg: Limburg verzet zich tegen omstreden beaumix (archidat.nl)
g) Beverwijk: 240912 NHD Staalslakken - milieuramp in de maak[1].pdf
h) Beverwijk: Verzet tegen plan Tata Steel om met kunstduin van staalslak natuur te compenseren - NH Nieuws
2) ECLI:NL:RBNHO:2024:7505, Rechtbank Noord-Holland, 22_4247 en 22_4252 (rechtspraak.nl)
3) Document NoordHolland - Brief aan PS over informatievoorziening uitvoering en handhaving provinciale bedrijven 5 september 2024 - iBabs Publieksportaal (bestuurlijkeinformatie.nl)

4) Artikel+LD-staalslakken+afvalstof+en+geen+bijproduct+of+bouwstof (notubiz.nl)
5) Rechtsoordelen - Afval Circulair
6) persbericht-08-09-2024 (natuurlijkschooneerbeek.nl)
7) Informatie staalslakken naar aanleiding van uitzending 'De Vuilnisman' (tatasteelnederland.com)
8) handreiking_1-3_afvalstof_of_niet-afvalstof_dec_2023 (1).pdf
9) Document NoordHolland - Concept-verslag commissie Leefomgeving 16-09-2024 - ter voorvisie - iBabs Publieksportaal (bestuurlijkeinformatie.nl) (regel 1830-1833)
10) pdf (overheid.nl)
11) Milieuhygiënische kwaliteit LD-staalslakken, Literatuurstudie (rivm.nl)
12) Verslag commissie Bestuur 15-02-2024 regel 745 Document NoordHolland - Verslag commissie Bestuur 15 februari 2024 - iBabs Publieksportaal (bestuurlijkeinformatie.nl); online: bij 2:03:48
13) wetten.nl - Regeling - Circulaire Toepassing van staalslak en hoogovenslak(zand) in aanvullingen en ophogingen - BWBR0018461 (overheid.nl)

ARCHIEF

Omgevingsdienst
noordzeekanaalgebied

Omgevingsdienst NZKG

Bezoekadres:
Ebbehout 31
1507 EA Zaandam

Postbus 209
1500 EE Zaandam

www.odnzkg.nl

Uw contactpersoon
[redacted]
[redacted]@odnzkg.nl

Doorkiesnummer
0235678791

Verzenddatum
2 JUN 2014

Kenmerk:
277120/346849

Uw kenmerk:
AG-60.10.0544

POSTBUS 209 1500 EE ZAANDAM

Pelt & Hooykaas IJmuiden BV
t.a.v. [redacted]
[redacted]

Betreft: Bevestiging status van staalslakken

Geachte [redacted]

Wij hebben van u op 14 maart 2014 een memorandum ontvangen over de status van de staalslakken onder de Kaderrichtlijn afvalstoffen binnen uw inrichting gelegen aan de Wenckebachstraat 1 te Velsen-Noord.

De reden voor dit memorandum is dat Pelt & Hooykaas IJmuiden BV (hierna P&H) een aanvraag om een revisievergunning wil indienen. In de huidige omgevingsvergunning van P&H is vastgelegd dat staalslakken een afvalstof is. P&H heeft ons verzocht staalslakken te kwalificeren als bijproduct in de zin van artikel 5 eerste lid van Kaderrichtlijn afvalstoffen. P&H ziet dat graag in een nieuwe omgevingsvergunning als uitgangspunt opgenomen.

Staalslak bijproduct of afvalstof
In gezamenlijk overleg is geconcludeerd dat staalslakken moeten worden beschouwd als bijproduct zoals gedefinieerd in artikel 5 eerste lid van de Kaderrichtlijn afvalstoffen.
In het memorandum is per voorwaarde uit artikel 5 eerste lid beschrijven dat de staalslakken hieraan voldoen:

Een stof die of een voorwerp dat het resultaat is van een productieproces dat niet in de eerste plaats bedoeld is voor de productie van die stof of dat voorwerp, kan alleen als een bijproduct en
niet als een afvalstof in de zin van artikel 3, punt 1, worden aangemerkt, indien wordt voldaan aan de volgende voorwaarden:
a. het is zeker dat de stof of het voorwerp zal worden gebruikt;
b. de stof of het voorwerp kan onmiddellijk worden gebruikt zonder verdere andere behandeling dan die welke bij de normale productie gangbaar is;
c. de stof of het voorwerp wordt geproduceerd als een integraal onderdeel van een productieproces; en
d. verder gebruik is rechtmatig, m.a.w. de stof of het voorwerp voldoet aan alle voorschriften inzake producten, milieu en gezondheidsbescherming voor het specifieke gebruik en zal niet
leiden tot over het geheel genomen ongunstige effecten op het milieu of de menselijke gezondheid.

De Omgevingsdienst NZKG is een samenwerkingsverband van de gemeenten Amsterdam, Haarlemmermeer, Zaanstad, Aalsmeer, Amstelveen, Diemen, Ouder-Amstel, Uithoorn en Provincie Noord Holland

U heeft aangegeven dat de staalslakken zodra deze bij de Oxystaalfabriek van Tata Steel IJmuiden BV vrijkomt, in beginsel reeds worden ingezet als bouwstof[1]. Verdere bewerkingen zijn daar strikt genomen niet voor nodig en vanaf dat moment is het al een bijproduct. De enige reden waarom staalslak ook langs Harsco gaat, is vanwege het ontijzerproces in de "metal recovery plant".
U geeft aan dat het ontijzeren niet gebeurd vanwege het feit dat het niet-nuttig of gevaarlijk zou zijn, maar omdat dit voor Tata Steel IJmuiden BV een waardevolle grondstof is. Tevens worden hierdoor de afzetmogelijkheden van staalslak verhoogd.

Naar onze mening heeft u in uw memorandom voldoende gemotiveerd dat staalslak aan de voorwaarden van artikel 5 van de Kaderrichtlijn afvalstoffen voldoet.

Uw verzoek geeft ons aanleiding tot nadere formele stappen, waaronder deze brief . Met de onderbouwing vanuit uw memorandum en ons gezamenlijk overleg stellen wij hiermee vast dat staalslak als een bijproduct kan worden beschouwd.

Bevoegd gezag
Dit heeft het ook consequenties ten aanzien van het bevoegd gezag. Doordat wij staalslak niet meer als afvalstof beschouwen, valt P&H niet onder de Europese Richtlijn industriële emissies (RIE)[2]. Wij zijn dan ook geen bevoegd gezag meer, maar het college van B&W van de gemeente Velsen. In de praktijk worden de milieuzaken voor de gemeente Velsen uitgevoerd door de Milieudienst IJmond.

Vervolg
Wij adviseren u voor het vervolg traject contact op te nemen met de Milieudienst IJmond. Wij zullen de relevante stukken aan de Milieudienst IJmond beschikbaar stellen.

Indien u vragen heeft over deze brief, kunt u contact opnemen met de heer R.M. Olij van het team Vergunningverlening BRZO/RIE bedrijven, onder telefoonnummer (023) 567 8791.

Gedeputeerde Staten van Noord-Holland,
namens dezen,

de directeur van de Omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied,
voor deze,

[redacted]

Ad-interim-teammanager Vergunningverlening BRZO/RIE bedrijven

[redacted]

Kopie aan Gemeente Velsen
Milieudienst IJmond
Harsco Metals Holland BV
Tata Steel IJmuiden BV

[1] Onderbouwd met de aanvulling op de huidige memo (9 mei 2014 met kenmerk 366631): memo milieu-hygiënische kwaliteit van de staalslak .
[2] De Richtlijn **Industriële Emissies** (2010/75/EU, RIE, of Industrial Emissions Directive, IED) is per 1 januari 2013 geïmplementeerd in Nederlandse wet- en regelgeving.

De Omgevingsdienst NZKG is een samenwerkingsverband van de gemeenten Amsterdam, Haarlemmermeer, Zaanstad, Aalsmeer, Amstelveen, Diemen, Ouder-Amstel, Uithoorn en Provincie Noord Holland

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

Van: "[redacted]"
Verzonden: donderdag 12 september 2024 20:12
Aan: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: staalslakken

Hoi [redacted],

Dankjewel voor de snelle actie. Heel fijn!
Ik zal aan Arno adviseren dat hij dit met Dick afstemt, zodat ze elkaar niet verrassen.

Groeten [redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: donderdag 12 september 2024 16:06
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: staalslakken

Hoi [redacted],

Heb je net even geprobeerd terug te bellen nadat ik mijn overleg had verlaten, maar het is nog niet gelukt om je even bij te praten. Meestal zit er op dit soort vragen nogal tijdsdruk, dus ik heb snel even wat bij elkaar gezocht. In mei hebben we zowel een brief aan minister Harbers als aan de Tweede Kamer Commissie I&W toegestuurd [redacted] is hierbij betrokken geweest). Met beide brieven hebben we uitvoering gegeven aan een (unanieme) motie van 19-04-2024.

Als bijlage zijn de volgende zaken bij dit bericht gevoegd:

1. Brief aan minister Harbers (nav motie 5 (2e herziening) van 19-04-2024);
2. Brief aan Tweede Kamer Commissie I&W (nav motie 5 (2e herziening) van 19-04-2024);
3. Reactie van minister Harbers op eerdere verzoek om toepassing van staalslakken in Deltawateren te stoppen;
4. Brief van GS aan PS inzake toepassing staalslakken in Deltawateren;
5. Korte annotatie met inhoud brieven aan minister Harbers, Tweede Kamer Commissie en ook de reactie van minister Harbers.

Bovenstaande zaken zijn eerder afgestemd met Gedeputeerde v/d Velde omdat dit onderwerp zijn portefeuille betreft. Nu weet ik niet precies hoe het proces in dit geval loopt en op welke manier we Dick hierin mee moeten nemen, maar wellicht heb jij hier wel een idee bij?

Mocht je naar aanleiding hiervan nog vragen hebben dan verneem ik dat graag.

Met vriendelijke groet,

[redacted] | Senior Adviseur Milieu
([redacted]

+31 6 [redacted] | E. [redacted]@zeeland.nl
(reguliere werkdagen van maandag tot en met donderdag)

Provincie Zeeland

Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

---

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: donderdag 12 september 2024 14:22
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: staalslakken

Beste [redacted]

Ik probeerde je te bellen, maar doe het nu via de mail. Onze gedeputeerde Arno heeft de mogelijkheid om via de partijlijn, ons Zeeuwse standpunt/visie op Staalslakken bij de Tweede Kamer in te brengen.
Afgelopen maand is er ook al een brief vanuit GS naar PS gegaan op dit onderwerp.

Zou jij Arno kunnen voorzien van een kleine annotatie die hij richting de Tweede Kamer kan (laten) brengen? Met bijlage kun je ook verwijzen naar de eerdere brief aan PS.
Ik hoor het graag.

Groeten en dank,
[redacted]

Met vriendelijke groet,

[redacted] | Programmamanager Energie & Klimaat
T. +31 [redacted] || E. [redacted]@zeeland.nl
Werkdagen: ma, di, wo, vr.

Provincie Zeeland

Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

Van: "[redacted]"
Verzonden: dinsdag 11 juni 2024 16:47
Aan: "Velde, B.L.L. van der (Dick)" <[redacted]@zeeland.nl>
Cc: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: Werkbezoek VTH & staalslakken

Dag Dick,

[redacted]

Daarnaast over de staalslakken: onze brief wordt desgewenst betrokken bij commissiedebat leefomgeving op 11 september. Het lijkt me goed dat we de brief twee weken daarvoor nog eens met de Kamerleden delen.

Met hartelijke groet,

[redacted]
Public affairs Den Haag
Zeeuwse overheden
06[redacted]
[redacted]@zeeland.nl

Provincie Zeeland

Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

T

Valt buiten de reikwijdte van het verzoek

Van: "[redacted]"
Verzonden: dinsdag 14 mei 2024 16:28
Aan: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: agenda concept trila Water 27 mei 2024

Collega's,

Bijgevoegd een korte (nou ja kort: weinig tijd dus best lang) annotatie op de aangegeven punten.:

Staalslakken (motie is in uitvoering)
Convenant Schone Schelde (ik neem aan dat hier het ICS wordt bedoeld)

[redacted]

Met vriendelijke groet,

[redacted] | Unitmanager Milieu
T. +3 1 118 [redacted] M. [redacted] E. [redacted]@zeeland.nl

Provincie Zeeland

Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

---

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: dinsdag 14 mei 2024 16:00
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: agenda concept trila Water 27 mei 2024

[redacted],

[redacted]

[redacted]

Groet,
[redacted]

[redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: maandag 13 mei 2024 13:19
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: FW: agenda concept trila Water 27 mei 2024

Collega's,

Graag jullie aandacht voor het aankomende trila op 27 mei tussen provincie, waterschap en Rijkswaterstaat.

In de bijlage treffen jullie de punten die we gaan behandelen inclusief de mogelijk nog extra onderwerpen die als optie op staan.

Hoor graag of jullie een bijdragen kunnen leveren dan wel of extra punten noodzakelijk zijn.

Met vriendelijke groet,

[redacted] | Teamcoördinator water
Mobnr. 06 - [redacted] E. [redacted]@zeeland.nl

Provincie Zeeland

Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

---

Van: [redacted], [redacted] (RWS ZD) <[redacted]@rws.nl>
Verzonden: maandag 6 mei 2024 13:38
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; waterschap Scheldestromen- [redacted]@scheldestromen.nl) <[redacted]@scheldestromen.nl>
Onderwerp: agenda concept trila Water 27 mei 2024

Hoi [redacted] en [redacted],

Hierbij in de bijlage de agendapunten die we bespraken en een checklistje met andere mogelijkheden.

We spreken elkaar weer volgende week maandag. Tot dan.

Groeten,
[redacted]

[redacted] | Strategisch adviseur | Rijkswaterstaat Zee & Delta | tel. 06 [redacted] | e-mail: [redacted]@rws.nl

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

T

Valt buiten de reikwijdte van het verzoek

Van: "[redacted]"
Verzonden: woensdag 15 mei 2024 14:35
Aan: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: toezeggingen [redacted] januari 2024.xlsx

Hoi,

Nee, heb ik niet. Ook de andere wegen liepen/lopen dood… Ik ga kijken of een andere collega wellicht uit zijn verleden vóór de provincie nog een ingang heeft.

[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: woensdag 15 mei 2024 14:29
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: toezeggingen van der Velde januari 2024.xlsx

[redacted],

Heb jij nog nieuws uit Flevoland, zodat we deze toezegging af kunnen doen ?

[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: donderdag 25 januari 2024 16:39
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: toezeggingen van der Velde januari 2024.xlsx

Klinkt als een haalbaar en praktisch voorstel! [redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: donderdag 25 januari 2024 16:31
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: FW: toezeggingen [redacted] januari 2024.xlsx

[redacted] (en [redacted],

Even een op een met jullie: een bijzondere zijn de staalslakken.

Nu is het zo dat team milieu binnenkort (…) het verslag van de expertsessie zal ontvangen en zal doorsturen aan PS. Dat was afgelopen week weer actueel in de commissie Ruimte. Het zou wel handig zijn om die informatie over hoe e.e.a. nu zat in Flevoland helder te hebben en in dat begeleidende briefje te stoppen. Dan kan het daarop meeliften en heb jij [redacted] er weinig werk aan. Als we het iets later in een apart briefje doen is het voor we het weten weer een brief die teruggevraagd wordt met dito aandacht voor de voorbereiding etc.

Is dat een idee?

[redacted]

Van: [redacted]
Verzonden: donderdag 25 januari 2024 16:28
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>;

Ik vraag niet om de stand van zaken te delen, maar wel dat jullie zorgen voor juiste en tijdige opvolging.

Groet,



Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

R Art. 5.2 lid 1

De informatie uit documenten betreft persoonlijke beleidsopvattingen. Onder persoonlijke beleidsopvattingen worden verstaan ambtelijke adviezen, visies, standpunten en overwegingen ten behoeve van intern beraad, niet zijnde feiten, prognoses, beleidsalternatieven, de gevolgen van een bepaald beleidsalternatief of andere onderdelen met een overwegend objectief karakter

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

Van: "[redacted]"
Verzonden: woensdag 22 mei 2024 12:35
Aan: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Cc: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: FW: CONCEPT agenda Wateroverleg 27 mei 2024

Collega's,

Bijgevoegd concept agenda voor het trila van a.s. maandag 27 mei.

Een aantal van jullie heeft al een annotatie aangeleverd maar op sommige punten wachten we nog op input.
Daarnaast heb ik ook nog een aantal vragen.

Staalslakken / PFAS is eigenlijk dossier van Dick van Velde [redacted] is [redacted] genoeg op de hoogte van deze onderwerpen?
Voor Staalslakken wordt een informatieve notitie opgesteld door RWS en deze wordt bij de stukken toegevoegd. Verder wordt gesprek met de Minister mondeling teruggekoppeld door RWS.

[redacted]

Hoor graag zsm jullie reacties!
Groeten [redacted]

[redacted], [redacted], [redacted] (RWS ZD) <[redacted]@rws.nl>
Verzonden: dinsdag 21 mei 2024 13:00
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; waterschap Scheldestromen- [redacted]@scheldestromen.nl) <[redacted]@scheldestromen.nl>
Onderwerp: CONCEPT agenda Wateroverleg 27 mei 2024

Hoi [redacted] en [redacted],

Hierbij het resultaat in de agenda van ons overleg vanmorgen. Tot mijn verrassing past het precies in 1,5 uur, dus als een onderwerp uitvalt, geeft dat lucht.

In de gele markeringen zien we welke acties nog open staan.

Graag jullie reacties waar het de inbrengers van de agendapunten betreft.

Groeten,
[redacted]

[redacted] | Strategisch adviseur | Rijkswaterstaat Zee & Delta | tel. 06 [redacted] | e-mail: [redacted]@rws.nl

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

T

Valt buiten de reikwijdte van het verzoek

Van: "[redacted]"
Verzonden: donderdag 23 mei 2024 17:22
Aan: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: Fwd: ter info: CONCEPT bijlage 2 Staalslakken Zeeland RWS

Ter info ook even naar jullie.
Groeten [redacted]

Verzonden vanuit Outlook voor iOS

Van: [redacted], [redacted] (RWS ZD) <[redacted]@rws.nl>
Verzonden: Thursday, May 23, 2024 4:19:22 PM
Aan: Provincie Zeeland- [redacted]@zeeland.nl) <[redacted]@zeeland.nl>; waterschap Scheldestromen- [redacted]@scheldestromen.nl) <[redacted]@scheldestromen.nl>
Onderwerp: ter info: CONCEPT bijlage 2 Staalslakken Zeeland RWS

Hoi [redacted] en [redacted],

Ter info ontvang je hierbij het conceptmemo over staalslakken. Er wordt nu nog een laatste check uitgevoerd op de inhoud, maar vooruitlopend op de publicatie morgen door mij deel ik het alvast met jullie.

[redacted]

Groeten,
[redacted]

[redacted] | Strategisch adviseur | Rijkswaterstaat Zee & Delta | tel. 06 [redacted] | e-mail: [redacted]@rws.nl

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

T

Valt buiten de reikwijdte van het verzoek

Van: "[redacted]"
Verzonden: donderdag 16 mei 2024 08:08
Aan: "[redacted]@rws.nl" <[redacted]@rws.nl>;
"[redacted]@rws.nl" <[redacted]@rws.nl>
Cc: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: Informeren uitvoering motie PS staalslakken in Deltawateren

Beste [redacted] en [redacted],

Graag informeer ik jullie over het volgende, het betreft het onderwerp ‘toepassing staalslakken in Deltawateren’ dat voor Rijkswaterstaat ook relevant is.

Op 19 april 2024 is er door Provinciale Staten unaniem een motie aangenomen waarin opgeroepen werd om zowel minister Harbers als de Tweede Kamer (Commissie I&W) te vragen om de toepassing van staalslakken in de Deltawateren op te schorten. Inmiddels zijn beide brieven opgesteld welke in de GS vergadering van 21 mei zullen worden besproken. De tekst van de brief aan de minister luidt als volgt:

In Zeeland zijn er nog steeds grote zorgen over de toepassing van staalslakken in de Deltawateren. Mede gezien het feit dat regelmatig sprake is van ziekte in schaal- en schelpdieren. We roepen u langs deze weg nogmaals op om:
· Onmiddellijk te stoppen met het toepassen van staalslakken in alle Deltawateren;
· Pas nieuwe toepassingen uit te voeren of toe te staan nadat de onderzoeken zijn afgerond en daaruit blijkt dat uitlogen van schadelijke stoffen vanuit de staalslakken onomstotelijk niet tot milieueffecten leidt;
· Een overzicht van alle lopende en uitgevoerde onderzoeken naar de impact van staalslakken op de zoute onderwaternatuur te verstrekken aan zowel de Tweede Kamer als aan ons;
· Verder al het nodige te doen om zorg te dragen voor een duurzame en schone Delta.

Als GS besluit om akkoord te gaan met het versturen van de brieven aan minister Harbers en aan de Tweede Kamer Commissie I&W, dan zal deze informatie een week later openbaar gemaakt worden.

Ik ga er van uit dat ik jullie hiermee voldoende heb geïnformeerd. Mochten jullie nog vragen hebben, dan verneem ik dat graag.

Met vriendelijke groet,

[redacted] | Adviseur Milieu
[redacted]

+31 6 [redacted] | E. [redacted]@zeeland.nl
(reguliere werkdagen van maandag tot en met donderdag)

Provincie Zeeland

Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

Van: "[redacted]"
Verzonden: dinsdag 28 mei 2024 11:06
Aan: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: GS stukken motie staalslakken

Dag beiden,

Ik zie ze vandaag bij de GS-stukken staan. Stuur ik vandaag de brieven naar de Kamerleden dus uit?
Graag even contact, dank!

Met hartelijke groet,

[redacted]

[redacted]
Public affairs Den Haag
Zeeuwse overheden
06[redacted]
[redacted]@zeeland.nl

Provincie Zeeland

Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

---

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: maandag 27 mei 2024 18:52
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: Re: GS stukken motie staalslakken

Hey [redacted],

Door alle formatie-heisa heb ik hier even niet meer op gelet. Moet ik nog iets naar de Tweede Kamer sturen?

Met hartelijke groet,

[redacted]

Verzonden vanaf Outlook voor Android

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verstuurd: donderdag, mei 16, 2024 7:53:28 a.m.
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: GS stukken motie staalslakken

Goedemorgen [redacted] en [redacted],

Zojuist heb ik de stukken ter afdoening van de motie 5 “stop toepassing staalslakken in Deltawateren” volledig gemaakt in het zaaksysteem onder zaaknummer: 449759. Ook heb ik de link naar IBabs gemaakt, straks op kantoor heb ik daar voor [redacted] nog 1 vraag over.

De stukken zullen voor de GS vergadering van 21 mei worden geagendeerd. Dan ben ik zelf even met vakantie maar [redacted] heeft beloofd om de terugkoppeling van GS bij te wonen (waarvoor dank!). Verder heb ik aangegeven dat het GS besluit na 1 week gepubliceerd/openbaar mag worden.

Rest mij nog jullie beiden te bedanken voor jullie constructieve input en het meedenken!

Met vriendelijke groet,

[redacted] | Adviseur Milieu
[redacted]

+31 6 [redacted] | E. [redacted]@zeeland.nl
(reguliere werkdagen van maandag tot en met donderdag)

Provincie Zeeland

Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

Van: "[redacted]"
Verzonden: donderdag 23 mei 2024 07:25
Aan: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Cc: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]
(Karen)" <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: Re: annotaties OZO KEM 29-05-2024

Dag [redacted]

We hebben met zijn drieën (maar vooral de kennis hierover zit bij [redacted] van milieu en [redacted] die de uiteindelijke argumenten heeft aangedragen) eerder een aanvraag voor het programma Zeeland in een Stroomversnelling behandeld waar het uitlogen naar voren kwam. Alleen ging dat over heipalen waar staalslakken in werden gebruikt.

Zelf zijn wij niet betrokken bij de voorbereiding [redacted]

Ik zal vanochtend nog even kijken of we contact onderling kunnen hebben, anders stel ik voor [redacted]

Met alle vrije dagen en afspraken is dit niet goed gegaan blijkbaar.

Groet [redacted]

Verzonden vanuit Outlook voor iOS

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: woensdag, mei 22, 2024 1:25 PM
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted]
<[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: annotaties OZO KEM 29-05-2024

Beste [redacted]

Dan ontvang ik het graag uiterlijk morgen om 10.00 uur.

Met vriendelijke groet,

[redacted]
Adviseur Energietransitie
Werkdagen*: ma, di, do, vr*

E. [redacted]@zeeland.nl
T. 06-[redacted]

Provincie Zeeland

Provincie Zeeland
Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011 | Postbus 6001, 4330 LA Middelburg
www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland

---

Van: [redacted]
Verzonden: woensdag 22 mei 2024 11:18
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: annotaties OZO KEM 29-05-2024

Beste [redacted]

Ik neem aan dat met jou/ jullie besproken is of dit onderwerp op de agenda blijft staan? (omdat er onder voorbehoud bij staat)

Is dat andere onderwerp besproken in de agendacommissie of met [redacted] Want ik kan op dit moment geen andere onderwerpen meer aandragen.

Met vriendelijke groet,

[redacted]
Adviseur Energietransitie
Werkdagen*: ma, di, do, vr*

E. [redacted]@zeeland.nl
T. 06-[redacted]

Provincie Zeeland

Provincie Zeeland
Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011 | Postbus 6001, 4330 LA Middelburg
www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland

---

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: woensdag 22 mei 2024 10:41
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: annotaties OZO KEM 29-05-2024

Dag [redacted]

Het lukt mij vandaag niet om een annotatie aan te leveren (vanmiddag extern). Er is wel wat achtergrondinformatie over een ander project opgezocht (zeeland in een stroomversnelling) maar dat zit bij mijn collega [redacted] (en [redacted] Ik zet hen even in de cc. [redacted] is veel meer ingevoerd in deze materie.

Groet [redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: woensdag 22 mei 2024 10:25
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; Bremen v R.A.M. (Richard) <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: annotaties OZO KEM 29-05-2024
Urgentie: Hoog

Hoi Collega's,

Voor degene die nog niet gereageerd hebben graag een reminder om de annotaties vandaag aan te leveren.

Groet [redacted]

Met vriendelijke groet,

[redacted]
Adviseur Energietransitie
Werkdagen*: ma, di, do, vr*

E. [redacted]@zeeland.nl
T. 06-[redacted]

Provincie Zeeland

Provincie Zeeland
Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011 | Postbus 6001, 4330 LA Middelburg
www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland

Van: [redacted]
Verzonden: vrijdag 17 mei 2024 11:45
Aan: [redacted]
CC: [redacted]
Onderwerp: annotaties OZO KEM 29-05-2024

Hoi collega's,

Hierbij de vraag om een annotatie aan te leveren voor het OZO KEM van 29 mei. Graag **uiterlijk woensdag 22 mei om 16.00 uur**.

Bijlagen zijn te vinden op de P-schijf: P:\Energie & Klimaat\OZO\2024\2024_05_29

Om eenduidige annotaties aan te leveren wil ik jullie vragen om de annotatie als volgt op te zetten:

- Voorgesteld advies (Kennisnemen van…/ Instemmen met…/ Akkoord geven op…/ etc…)
- Benodigde aandachtspunten
- Uitleg onderwerp/ nieuwe ontwikkelingen

[redacted]

Milieu
10. Onder voorbehoud: Toelichting RWS op staalslakken ((nog) geen documenten beschikbaar) – [redacted]

Ik zie jullie annotaties graag tegemoet,

Alvast bedankt!

Groet [redacted]

Met vriendelijke groet,

[redacted]
Adviseur Energietransitie
Werkdagen*: ma, di, do, vr*

E. [redacted]@zeeland.nl
T. 06-[redacted]

Provincie Zeeland

Provincie Zeeland
Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011 | Postbus 6001, 4330 LA Middelburg
www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

R Art. 5.2 lid 1

De informatie uit documenten betreft persoonlijke beleidsopvattingen. Onder persoonlijke beleidsopvattingen worden verstaan ambtelijke adviezen, visies, standpunten en overwegingen ten behoeve van intern beraad, niet zijnde feiten, prognoses, beleidsalternatieven, de gevolgen van een bepaald beleidsalternatief of andere onderdelen met een overwegend objectief karakter

T

Valt buiten de reikwijdte van het verzoek

Van: "[redacted]" <[redacted]>
Verzonden: donderdag 23 mei 2024 08:26
Aan: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] ZLD" [redacted]>
Cc: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: Thema-bijeenkomst Klimaat, Energie & Milieu 29 mei 2024

Hoi [redacted],

er is inmiddels toegezegd dat [redacted] van RWS de toelichting op de staalslakken verzorgd.

Met vriendelijke groet,

[redacted] | **Strategisch adviseur**
Overleg Zeeuwse Overheden | Regiobureau Zeeland
Kanaalweg 1 | 4337PA Middelburg | 06 [redacted]



Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: woensdag 22 mei 2024 12:39
Aan: [redacted] <[redacted]@[redacted]>
CC: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: FW: Thema-bijeenkomst Klimaat, Energie & Milieu 29 mei 2024

> **Let op!:** Dit is een afzender buiten de organisatie, let goed op wat je opent of waar je op klikt, bij twijfel contact opnemen met de servicedesk!

Hoi [redacted] & [redacted],

Is bekend of het agendapunt over staalslakken door gaat ? Dick van der Velde is verhinderd, maar als dit agendapunt behandeld wordt, dan sluit ik zelf even aan.

Alvast bedankt voor jullie reactie.

Met vriendelijke groet,

[redacted] | Unitmanager Milieu
T. +3 1 118 [redacted] M. [redacted] E. [redacted]@zeeland.nl

Provincie Zeeland

Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

---

Van: Info Regiobureau ZLD <Info@RegiobureauZLD.nl>
Verzonden: vrijdag 17 mei 2024 09:04
Aan [redacted]@gemeentesluis.nl; [redacted] <[redacted]@noord-beveland.nl>; [redacted] <[redacted]@schouwen-duiveland.nl>; [redacted]@schouwen-duiveland.nl'; [redacted]@middelburg.nl';

[redacted]@gemeentehulst.nl'; [redacted]@gemeentesluis.nl'; [redacted]@kapelle.nl;
[redacted]@reimerswaal.nl'; [redacted]@terneuzen.nl'; [redacted]@tholen.nl';
[redacted]@veere.nl'; [redacted]@noord-beveland.nl'; [redacted]@zeeland.nl'; [redacted]@goes.nl'; [redacted]
[redacted] < [redacted]@reimerswaal.nl>; [redacted] < [redacted]@noord-beveland.nl>;
[redacted]@schouwen-duiveland.nl'; [redacted] < [redacted]@Scheldestromen.nl>; [redacted]
< [redacted]@veere.nl>; [redacted]@[redacted] < [redacted]
[redacted]@zeeland.nl>; [redacted]@schouwen-duiveland.nl'; [redacted]@goes.nl'; [redacted]
< [redacted]@gemeentesluis.nl>; [redacted]@goes.nl'; [redacted] < [redacted]@reimerswaal.nl>;
'[redacted]@vlissingen.nl'; [redacted] < [redacted]@zeeland.nl>; [redacted]@zeeland.nl'; [redacted]2@zeeland.nl';
[redacted]@zeeland.nl'; [redacted]@zeeland.nl'; [redacted] < [redacted]@zeeland.nl>; [redacted]@zeeland.nl';
[redacted] < [redacted]@Scheldestromen.nl>; [redacted]@borsele.nl'; [redacted]
< [redacted]@reimerswaal.nl>; [redacted] < [redacted]@noord-beveland.nl>
CC: [redacted] < [redacted]@RegiobureauZLD.nl>; [redacted] < [redacted]@RegiobureauZLD.nl>
Onderwerp: Thema-bijeenkomst Klimaat, Energie & Milieu 29 mei 2024

Beste collega's,

De vergaderstukken voor het thema-overleg Klimaat, Energie & Milieu staan gereed in Notubiz.
De bijeenkomst vindt plaats op woensdag 29 mei a.s. om 09.00 uur in de AV-zaal van het Waterschapskantoor te Middelburg.

Graag vernemen we wie namens jullie aanwezig zal zijn.

Met vriendelijke groet,

[redacted] namens

Overleg Zeeuwse Overheden | Regiobureau Zeeland

Kanaalweg 1 | 4337PA Middelburg | 088[redacted]





Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

Van: "[redacted]"
Verzonden: maandag 27 mei 2024 12:58
Aan: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Cc: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: OZO Thema-overleg KEM 29/05

Hoi [redacted],

Dit is de agenda, laatste agendapunt dus. Het zal vanaf 11.20 uur zijn.

Gr. [redacted]

[redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: maandag 27 mei 2024 12:48
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: OZO Thema-overleg KEM 29/05

[redacted],
Weet jij hoe laat dit agendapunt ongeveer besproken wordt ?
[redacted] is met vakantie, dus als er iemand gaat, dan zou ik dat moeten zijn.

[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: maandag 27 mei 2024 11:51
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: OZO Thema-overleg KEM 29/05

Hoi [redacted],

Ik weet niet of het al besproken is, maar ga jij of [redacted] naar het OZO KEM van 29/05 ivm de toelichting door RWS over de staalslakken. Dick kan er niet bij zijn. Ik begreep dat Arno er naar toe gaat, maar hij overweegt om eerder weg te gaan of te blijven tot de toelichting van RWS. Als 1 van jullie er is, dan blijft Arno niet.

We horen het graag. Bedankt.

Met vriendelijke groet,

[redacted]
Managementassistent gedeputeerde Van der Velde Provincie Zeeland
Werkdagen: ma, di, wo ochtend en do
Tel: 0118-[redacted] of 06-[redacted]
Mail: [redacted]@zeeland.nl

Provincie Zeeland

Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

Van: "[redacted]"
Verzonden: dinsdag 11 juni 2024 17:23
Aan: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: FW: CONCEPT Verslag Wateroverleg 27 mei 2024
Bijlage(n): Verslag Wateroverleg 27 mei 2024.docx

Collega's,

Bij deze het concept verslag van het trila dat heeft plaatsgevonden op maandag 27 mei.

Met vriendelijke groet,

[redacted] | Teamcoördinator water
Mobnr. 06 - [redacted] E. [redacted]@zeeland.nl

Provincie Zeeland
Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

---

Van: [redacted] (RWS ZD) <[redacted]@rws.nl>
Verzonden: dinsdag 11 juni 2024 12:46
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; waterschap Scheldestromen- [redacted]@scheldestromen.nl) <[redacted]@scheldestromen.nl>
Onderwerp: CONCEPT Verslag Wateroverleg 27 mei 2024

Hoi [redacted] en [redacted],

In de bijlage ontvang je het conceptverslag van het trila Water op 27 mei. Graag ontvang ik jullie verbeteringen en aanvullingen, bij voorkeur met concrete revisies.

Alvast dank!

Groeten van [redacted]

[redacted] | Strategisch adviseur | Rijkswaterstaat Zee & Delta | tel. 06 [redacted] | e-mail: [redacted]@rws.nl

Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

Rijkswaterstaat Zee en Delta

Poelendaelesingel 18
4335 JA Middelburg
Postbus 2232
3500 GE Utrecht
T 088 797 46 00
F 011 862 29 99
www.rijkswaterstaat.nl

Contactpersoon
[redacted]
strategisch adviseur

M 06 [redacted]
[redacted]@rws.nl

Datum
11 juni 2024

Nummer
-

Bijlage(n)
-

verslag

Wateroverleg Zeeland (trila Water)

Omschrijving	Wateroverleg Zeeland (trila Water)
Vergaderdatum	27 mei 2024
Deelnemers	Arno Vael, [redacted], Toine Poppelaars, [redacted], [redacted], [redacted], [redacted], [redacted] (secr.)
Afschrift aan	College van Gedeputeerde Staten

1. Opening, mededelingen en verslag vorige vergadering

[redacted] opent de vergadering.

- [redacted] geeft een terugmelding van overleg met Brabant Water over een verkenning naar drinkwaterwinning uit zeewater.
- [redacted] brengt in dat zij landelijk de portefeuille Hoogwaterveiligheid heeft gekregen en als zodanig lid is geworden van het programmabestuur HWBP.

De deelnemers reflecteren op het Hoofdlijnenakkoord van het nieuwe kabinet. Aspecten daarin die reacties oproepen betreffen belangrijke thema's, zoals hoogwaterveiligheid, waterkwaliteit en de instandhoudingsopgave infrastructuur, het verdwenen transitiefonds, vermindering van het aantal rijksambtenaren en de evaluatie van de Wet open overheid.

Het conceptverslag van de vergadering van 11 oktober 2023 wordt vastgesteld.

2. Staalslakken

[redacted] geeft mondeling een toelichting bij de memo over de stand van zaken en biedt aan om [redacted] en Dick van de Velde individueel bij te praten.

3. Waterkwaliteit/ PFAS

[redacted] brengt de vraag in, hoe we in Zeeland nog meer kunnen doen aan waterkwaliteit en PFAS. Hij licht toe dat de aanpak aan de bron voor het waterschap prioriteit heeft. Daartoe wordt onderzoek naar PFAS uitgevoerd bij de RWZI's.
[redacted] licht toe hoe RWS aan de opgaven werkt, onder meer in internationaal verband, en de bewustwording toeneemt. Voor de minister IenW heeft de uitvoering van de KRW hoge prioriteit. In de regio is het Regionaal Bestuurlijk

overleg het gremium voor de KRW. Geconstateerd wordt, dat het noodzakelijk is dat het besef bij gemeenten groeit.

Afgesproken wordt dat [redacted] met Dick van de Velde bespreekt hoe het waterschap beter kan aansluiten. [redacted] zegt toe relevante onderzoeksresultaten te delen.

4. Samenwerking convenant Schone Schelde

[redacted] brengt in, dat een actieve deelname van het waterschap wordt gemist in de uitvoering van het convenant, met name in de werkgroep Haven van Vlissingen. [redacted] antwoordt dat het waterschap wil uitvoeren wat is afgesproken. RWS wordt uitgenodigd om ambtelijk contact op te nemen. [redacted] nodigt [redacted] uit om deel te nemen aan bestuurlijk overleg Convenant Schone Schelde op 9 oktober.

5. Pilot Schorer- en Welzingepolder

[redacted] licht toe dat de Provincie Zeeland trekker is van deze pilot. De aanpak bestaat uit een gebiedsproces volgens ervaringen in het Grenspark Groot Saeftinghe. Het doel van de pilot is een bijdrage te leveren aan de Westerscheldenatuur (als zodanig een PAGW-project), zonder de dijk door te breken.
[redacted] ziet graag dat werk-met-werk wordt gemaakt in combinate met de dijkversterking (HWBP) en het justitieel complex Vlissingen. Zijn oproep is vanuit PAGW mee te denken hoe dit te realiseren.

6. Thermisch gereinigde grond Perkpolder

De stand van zaken is ter informatie weergegeven in een memo. [redacted] licht toe dat RWS uitvoert wat is afgesproken.

7. Samenwerking Personeel

[redacted] licht het initiatief van de Provincie Zeeland, waterschap en RWS toe om pragmatisch samen te werken aan de arbeidsmarktopgave, waaronder een traineeship Water. Idealiter kan personeel gemakkelijk doorstromen. Het initiatief wordt positief ontvangen. Afgesproken wordt het onderwerp later opnieuw te agenderen en te bespreken wat het concreet oplevert.

8. Wvttk en sluiting

- [redacted] benoemt dat recent uit onderzoek naar de waterkwaliteit van het Veerse Meer is gebleken, dat gemalen een belangrijke bijdrage leveren aan de verontreinigingen van het meer. Afgesproken wordt om deze inzichten onderling goed door te spreken ter voorbereiding op het bestuurlijk overleg Veerse Meer.
- [redacted] wenst de nieuwe minister uit te nodigen om kennis te nemen van de problematiek in de Zuidwestelijke Delta. [redacted] vult aan dat een overleg over de governance van de Zuidwestelijke Delta wordt ingepland, inclusief het profiel van een programmamanager.
- [redacted] meldt dat er onderzoek wordt gestart naar een zoet Grevelingen. Het Gebiedsoverleg Zuidwestelijke Delta is het orgaan om dit te bespreken. Er is een gezamenlijke notitie in voorbereiding.

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

Van: "[redacted]"
Verzonden: maandag 10 juni 2024 13:56
Aan: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: FW: REACTIE PROVINCIE FW: Beantwoording vervolgvragen Omroep Zeeland 23/5 - versturen vandaag ong. 11.00 uur

[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@rud-zeeland.nl>
Verzonden: maandag 10 juni 2024 13:56
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: REACTIE PROVINCIE FW: Beantwoording vervolgvragen Omroep Zeeland 23/5 - versturen vandaag ong. 11.00 uur

Hoi [redacted],

Kun je me laten weten of er contact is tussen de RUD en jullie over de persvragen van OZ?
Heel graag wil ik [redacted] wat laten weten vandaag.

Groet,
[redacted]

Van: [redacted]
Verzonden: maandag 10 juni 2024 09:57
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: FW: REACTIE PROVINCIE FW: Beantwoording vervolgvragen Omroep Zeeland 23/5 - versturen vandaag ong. 11.00 uur

Hoi [redacted] en [redacted],

Ook ik zette jullie mail terug intern uit. Zie hieronder de reactie van [redacted] en [redacted]
Inhoudelijk ben ik niet op de hoogte. Wat is de volgende stap? [redacted], jij neemt contact op met [redacted] of [redacted]
[redacted]

Groet,
[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@rud-zeeland.nl>
Verzonden: maandag 10 juni 2024 09:44
Aan: [redacted] <[redacted]@rud-zeeland.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@rud-zeeland.nl>
Onderwerp: RE: REACTIE PROVINCIE FW: Beantwoording vervolgvragen Omroep Zeeland 23/5 - versturen vandaag ong. 11.00 uur

Goedemorgen [redacted],

Bedankt voor de vraag en het doorzetten.
[redacted]

Geniet van de dag,

[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@rud-zeeland.nl>
Verzonden: maandag 10 juni 2024 09:38
Aan: [redacted] <[redacted]@rud-zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@rud-zeeland.nl>
Onderwerp: REACTIE PROVINCIE FW: Beantwoording vervolgvragen Omroep Zeeland 23/5 - versturen vandaag ong. 11.00 uur
Urgentie: Hoog

Hallo [redacted] en [redacted],

Provincie Zeeland reageerde op de beantwoording aan Omroep Zeeland.

[redacted]

Groet,
[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: maandag 10 juni 2024 09:33
Aan: [redacted] <[redacted]@rud-zeeland.nl>
Onderwerp: FW: Beantwoording vervolgvragen Omroep Zeeland 23/5 - versturen vandaag ong. 11.00 uur

Hoi [redacted],
[redacted]
Groet,
[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: maandag 10 juni 2024 09:32
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: Beantwoording vervolgvragen Omroep Zeeland 23/5 - versturen vandaag ong. 11.00 uur

Hoi [redacted],
[redacted]
[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: maandag 10 juni 2024 09:12
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: FW: Beantwoording vervolgvragen Omroep Zeeland 23/5 - versturen vandaag ong. 11.00 uur

Hoi [redacted]
Lees jij nog even mee?
[redacted]
Groet,
[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@rud-zeeland.nl>
Verzonden: maandag 10 juni 2024 09:07
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: Beantwoording vervolgvragen Omroep Zeeland 23/5 - versturen vandaag ong. 11.00 uur
Urgentie: Hoog

Hoi [redacted],

Het heeft even geduurd maar in de bijlage zie je de beantwoording op vervolgvragen van [redacted] die hij aan de RUD stelde. Dit stuur ik je ter informatie. Ik zet ze uit naar [redacted] rond 11.00 uur vandaag. Mocht je opmerkingen of vragen hebben naar aanleiding van de beantwoording, mail je die dan of bel me even. Goed?

Groet,
[redacted]

[redacted]
Interim communicatieadviseur

DE OMGEVINGSDIENST VOOR EEN SCHOON EN VEILIG ZEELAND

Postbus 35
4530 AA Terneuzen
Tel. 06-[redacted]
www.rud-zeeland.nl
Voor algemene vragen kunt u contact opnemen via het algemene nummer 0115 745 100.

Let op: per 1 januari is de Omgevingswet van kracht. Weten wat dit voor u betekent? Ga naar rud-zeeland.nl/omgevingswet of iplo.nl.

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

R Art. 5.2 lid 1

De informatie uit documenten betreft persoonlijke beleidsopvattingen. Onder persoonlijke beleidsopvattingen worden verstaan ambtelijke adviezen, visies, standpunten en overwegingen ten behoeve van intern beraad, niet zijnde feiten, prognoses, beleidsalternatieven, de gevolgen van een bepaald beleidsalternatief of andere onderdelen met een overwegend objectief karakter

Van: "[redacted]" <[redacted]@terneuzen.nl>
Verzonden: woensdag 12 juni 2024 12:25
Aan: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: FW: 20240610_Beantwoording vragen Omroep Zeeland aan RUD Zeeland (003) (002)
Importance: High

[redacted]

Met vriendelijke groet,

[redacted]
Team Vergunningen en Handhaving
Werkdagen: ma t/m do
06 [redacted]

Van: [redacted]
Verzonden: woensdag 12 juni 2024 12:19
Aan: [redacted]) <[redacted]@rud-zeeland.nl>
CC: [redacted]<[redacted]@terneuzen.nl>; [redacted]<[redacted]@terneuzen.nl>
Onderwerp: 20240610_Beantwoording vragen Omroep Zeeland aan RUD Zeeland (003) (002)
Urgentie: Hoog

Beste [redacted]

Gisteren hebben wij nog even gebeld inzake beantwoording vragen opslag staalslakken bij De Hoop.

[redacted]

Ik ben vanmiddag niet goed telefonisch bereikbaar.
Daarom zet ik de contactgegevens van [redacted] (jurist Terneuzen) en [redacted] ook even in de cc.
Als juristen onderling het kunnen afstemmen is dat voor mij ook prima. [redacted] heeft een papa-dag maar is voor dit dossier wel telefonisch bereikbaar via 06 [redacted].

Ik lees wel graag mee in de aangepaste beantwoording voordat dit naar de pers gaat.
In de bijlage geef ik nog 3 redactionele verbeterpuntjes mee (deze had [redacted] gister ook al meegekregen van mij, dus mogelijk is dit via de lijn [redacted] al opgepakt).

Met vriendelijke groet,

[redacted]
Teamleider
Team Vergunningen en Handhaving
Werkdagen: ma t/m do

Terneuzen

Postbus 35, 4530 AA Terneuzen
06 [redacted] | 0115 [redacted]
terneuzen.nl

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

N Art. 5.1 lid 2 sub i

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van het goed functioneren van de Staat, andere publiekrechtelijke lichamen of bestuursorganen

Van: "Beheerorganisatie Zaaksysteem.nl" <Noreply@zeeland.nl>
Verzonden: maandag 10 februari 2025 11:59
Aan: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: [ZLD 560507-fe2ce5] Zaak 560507 Verzoek om zienswijze inzake Woo - uitloging en effecten van metalen uit staalslakken in zeewater en de toxiciteit voor oesterlarven toegewezen

Beste [redacted]

Je krijgt deze e-mail omdat er een zaak aan jou toegewezen is:

Zaaknummer: 560507

Zaaktype: Zienswijze behandelen

Onderwerp: Verzoek om zienswijze inzake Woo - uitloging en effecten van metalen uit staalslakken in zeewater en de toxiciteit voor oesterlarven

Opmerking: Hallo [redacted],
Ik heb begrepen dat jij hier in het verleden bij betrokken bent geweest. Kun jij deze zaak behandelen of aan de juiste persoon doorzetten?

Openen: https://zaken.zeeland.nl/zaak/560507

Met vriendelijke groet,

[redacted]

Provincie Zeeland
Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

Inspectie Leefomgeving en Transport
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

> Retouradres Postbus 16191 2500 BD Den Haag

UITSLUITEND PER MAIL
Provincie Zeeland
E-mail: provincie@zeeland.nl

Juridische Zaken
Team Open overheid & Privacy

Rijnstraat 8
Den Haag
Postbus 16191
2500 BD Den Haag
T 070 – 456 26 26
E informatieverzoeken-JZ@ilent.nl
www.ilent.nl

Contactpersoon
Team Open overheid & Privacy
Informatieverzoeken-JZ@ilent.nl

Ons kenmerk
24-0075

Uw kenmerk

Bij beantwoording
Graag bovengenoemd postbus gebruiken en ons kenmerk en contactpersoon vermelden

Datum 3 februari 2025
Betreft bericht uitgestelde verstrekking

Geachte heer, mevrouw,

Bij brief van 6 november 2024 heb ik u verzocht om uw zienswijze over de voorgenomen openbaarmaking van informatie die uw organisatie betreft. Tevens heeft u de documenten die uw organisatie betreffen ontvangen.

Ik heb besloten om de gevraagde documenten voor iedereen (gedeeltelijk) openbaar te maken. In de bijlage vindt u een afschrift van het besluit (in geanonimiseerde vorm) dat ik heb verstuurd aan verzoeker en een afschrift van de openbaar gemaakte stukken.

Om u in de gelegenheid te stellen feitelijke openbaarmaking tegen te gaan, heb ik besloten om toepassing te geven aan de uitgestelde verstrekking zoals is neergelegd in artikel 4.4, vijfde lid, van de Woo. Dit houdt in dat de informatie niet eerder wordt verstrekt dan twee weken na dagtekening van deze brief.

Als u de openbaarmaking wilt tegengaan, dient u tijdig – dus binnen twee weken na dagtekening van deze brief - een bezwaarschrift in te dienen en u tevens tot de voorzieningenrechter van de sector bestuursrecht van de rechtbank Gelderland te wenden met een verzoek om het treffen van een voorlopige voorziening. U kunt, behalve schriftelijk, ook digitaal een verzoek om voorlopige voorziening doen bij de rechtbank via http://loket.rechtspraak.nl/bestuursrecht. Daarvoor moet u wel beschikken over een elektronische handtekening (DigiD). Op de genoemde website kunt u de precieze voorwaarden lezen.

Mocht u geen verzoek om voorlopige voorziening doen, dan worden de gevraagde documenten na verloop van de termijn van twee weken openbaar gemaakt. Als u wel gebruik maakt van deze mogelijkheid, stel ik de openbaarmaking in ieder geval uit tot het moment dat de rechter heeft bepaald dat openbaarmaking plaats kan vinden. Als u dit doet, verstuur ik de documenten nog niet aan verzoeker en worden de documenten nog niet gepubliceerd.

U kunt contact opnemen met informatieverzoeken-JZ@ilent.nl onder vermelding van ons kenmerk, indien u een toelichting op het bovenstaande wenst.

Ik vertrouw erop u hiermee voldoende te hebben geïnformeerd.

Met vriendelijke groet,

de teamleider van het Team Open overheid & Privacy
Deze brief is geautomatiseerd aangemaakt en daarom niet ondertekend.

Juridische Zaken

Ons kenmerk
24-0075

Bent u het niet eens deze beslissing?
Indien u het niet eens bent met deze beslissing dan kunt u hiertegen, op grond van het bepaalde in de Algemene wet bestuursrecht, binnen zes weken na de datum waarop deze beslissing is verzonden schriftelijk bezwaar aantekenen. Het bezwaarschrift moet worden ondertekend en dient ten minste bevatten:

- de naam en het adres van de indiener;
- de dagtekening;
- een omschrijving van het besluit waartegen het bezwaar is gericht;
- de gronden van het bezwaar.
- Tevens ontvangen wij graag uw telefoonnummer dan wel e-mailadres.

Het bezwaarschrift kunt u richten aan:
Inspectie Leefomgeving en Transport
Afdeling Juridische Zaken, Team Open overheid & Privacy
Postbus 16191
2500 BD DEN HAAG

Het is ook mogelijk om digitaal bezwaar aan te tekenen. Dit kunt u doen door uw bezwaarschrift per e-mailbericht te sturen naar "*informatieverzoeken-JZ@ilent.nl*". Let wel; ook in dat geval dient uw bezwaarschrift te zijn ondertekend en dient het te voldoen aan de hierboven genoemde formele vereisten.

Bijlage

Inspectie Leefomgeving en Transport
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

> Retouradres Postbus 16191 2500 BD Den Haag

[redacted]

Juridische Zaken
Rijnstraat 8
Den Haag
Postbus 16191
2500 BD Den Haag
T 088 - 489 0000
F 070 - 456 2799
www.ilent.nl
informatieverzoeken-JZ@ilent.nl

Contactpersoon
Team Open overheid & Privacy

Ons kenmerk
24-0075/Woo

Uw kenmerk

03 FEB 2025

Datum
Betreft Besluit op informatieverzoek Wet open overheid

Geachte [redacted]

In brief van 21 juni 2024 heeft u bij de Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT) een informatieverzoek ingediend. Dit verzoek heeft u ingediend op grond van de Wet open overheid (Woo). Kort samengevat heeft u hierin verzocht om informatie met betrekking tot staalslakken.

Meer specifiek vraagt u om het volgende:

1. Alle informatie die betrekking hebben op de Mededeling van de Commissie van de Raad en het Europees Parlement betreffende/tot interpretatieve mededeling betreffende afvalstoffen en bijproducten namens het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) en/of een ander betrokken Ministerie;
2. Alle informatie die betrekking hebben op het rechtsoordeel LD-staalslak van 22 september 2017 of die hieraan vooraf zijn gegaan;
3. Alle informatie die betrekking hebben op staalslakken in de periode 2019 tot heden, ook met de provincie Gelderland dan wel de betrokken omgevingsdiensten ODRN/ODRA.

In deze brief treft u mijn beslissing op uw informatieverzoek aan.

Verloop van de procedure
De ontvangst van uw informatieverzoek is door de ILT schriftelijk bevestigd bij brief van 10 juli 2024 en geregistreerd onder het kenmerk 24-0075.

De behandelend ambtenaar van de afdeling Juridische zaken van de ILT heeft zowel telefonisch als per e-mail contact met u opgenomen. Het doel van dit contact is om te bespreken waar u precies naar op zoek bent en om eventuele vragen te beantwoorden, teneinde uw informatieverzoek te preciseren zodat u beter geholpen kunt worden. Tijdens dit contact is gebleken dat uw informatieverzoek te algemeen geformuleerd is om in behandeling te nemen. Om een zorgvuldige zoekslag te doen slagen is u meerdere keren gevraagd om het derde punt van uw informatieverzoek te preciseren.

Op 20 augustus 2024 heeft u een brief ontvangen waarin u, op grond van artikel 4.1, lid 5 van de Woo, formeel in de gelegenheid bent gesteld om een nadere precisering met betrekking tot het derde punt van uw informatieverzoek te geven.

Op 26 augustus 2024 heeft u per e-mail aangegeven dat u op 24 juli 2024 het derde punt van uw informatieverzoek heeft beperkt tot de LD-staalslak. Tevens heeft u in de e-mail van 26 augustus 2024 de ILT in gebreke gesteld wegens het niet tijdig beslissen op uw informatieverzoek. Uw ingebrekestelling is in behandeling genomen.

Bij e-mail van 6 september 2024 heeft de behandelend ambtenaar van de afdeling Juridische zaken van de ILT u laten weten dat het derde punt van uw informatieverzoek - ook na uw precisering - te algemeen geformuleerd is. Het derde punt van uw informatieverzoek hebben wij op basis van uw reactie als volgt geïnterpreteerd: "Alle besluiten, onderzoeken en communicatie met de provincie Gelderland dan wel de betrokken omgevingsdiensten ODRN/ODRA die betrekking hebben op LD-staalslakken in de periode 2019 tot heden."

Op 18 november 2024 heeft de behandelend ambtenaar van de afdeling Juridische zaken van de ILT u bericht dat de betrokken belanghebbenden in de gelegenheid zijn gesteld om hun zienswijze te geven over de voorgenomen openbaarmaking van de door u gevraagde informatie.

De behandeling van uw informatieverzoek heeft langer geduurd van u van mij had mogen verwachten. Voor de termijnoverschrijding bied ik u mijn verontschuldigingen aan.

Wettelijk kader
Uw informatieverzoek valt onder de reikwijdte van de Woo. Voor de relevante wettelijke bepalingen verwijs ik u naar bijlage 1.

Inventarisatie documenten
Naar aanleiding van uw informatieverzoek heeft een zorgvuldige zoekslag plaatsgevonden binnen de ILT. Op basis van uw verzoek zijn er 257 documenten aangetroffen die onder de reikwijdte van uw informatieverzoek vallen. De documenten zijn opgenomen in een inventarislijst die als bijlage 2 bij dit besluit is gevoegd. In dit besluit wordt verwezen naar de inventarislijst, zodat duidelijk is wat is besloten.

Zienswijzen
Gedurende de behandeling van uw informatieverzoek is gebleken dat bij de openbaarmaking van de documenten derde-belanghebbenden zijn betrokken. Deze derde-belanghebbenden zijn in de gelegenheid gesteld om een zienswijze in te dienen inzake mijn voorgenomen openbaarmaking. Eventuele ontvangen zienswijzen heb ik meegenomen in de belangenafweging die heeft geleid tot het nu voor u liggende besluit. Ik verwijs hiervoor kortheidshalve naar het kopje 'Overwegingen' van dit besluit.

Reeds openbare documenten
De plicht tot openbaarmaking ingevolge de Woo heeft geen betrekking op informatie die reeds openbaar is. De documenten die als zodanig op de

Juridische Zaken

Ons kenmerk
24-0075/Woo

inventarislijst zijn weergegeven zijn reeds openbaar en voor een ieder toegankelijk. Hierbij verwijs ik u naar de op de inventarislijst vermelde vindplaats.

Buiten reikwijdte verzoek
Een aantal documenten bevatten passages die over andere onderwerpen gaan dan het onderwerp van uw verzoek vallen inhoudelijk buiten de reikwijdte van uw verzoek. Om die reden heb ik de desbetreffende passages onleesbaar gemaakt onder vermelding van 'buiten reikwijdte'. Dit is ook op de inventarislijst weergegeven.

Besluit
Ik heb besloten uw verzoek gedeeltelijk te honoreren. Voor het overige wijs ik uw verzoek af. Per document is op de inventarislijst aangegeven welke uitzonderingsgronden zijn toegepast. De inventarislijst maakt integraal onderdeel uit van het besluit. Voor de motivering van dit besluit verwijs ik naar onderstaand onderdeel 'Overwegingen'.

Overwegingen
Algemene overweging: openbaarheid t.a.v. een ieder
Ingevolge artikel 1.1 van de Woo kan een ieder een informatieverzoek op grond van de Wet open overheid indienen bij een bestuursorgaan of bij een onder verantwoordelijkheid van een bestuursorgaan werkzame instelling, dienst of bedrijf. Volgens dit artikel hoeft de verzoeker bij zijn verzoek geen belang te stellen. De eventuele omstandigheid dat voor de belanghebbenden onduidelijk is welk belang u bij openbaarmaking van deze informatie heeft en voor welk doel u de informatie gaat gebruiken, vormt daarom op zichzelf geen belemmering voor de openbaarmaking van de documenten. Ingevolge artikel 2.5 wordt bij de toepassing van deze Wet uitgegaan van het algemeen belang van openbaarheid van publieke informatie voor de democratische samenleving.

Ingevolge artikel 1.1 van de Wet wordt een verzoek om informatie ingewilligd met inachtneming van het bepaalde in de artikelen 5.1 en 5.2 van de Wet. Het recht op openbaarmaking op grond van de Wet dient uitsluitend het publieke belang van een goede en democratische bestuursvoering. Het komt iedere burger in gelijke mate toe. Daarom kan ten aanzien van de openbaarheid geen onderscheid worden gemaakt naar gelang de persoon of de bedoeling of de belangen van de verzoeker. Bij de te verrichten belangenafweging worden dan ook betrokken het algemene belang bij openbaarmaking van de gevraagde informatie en de door de weigeringsgronden te beschermen belangen, maar niet het specifieke belang van de verzoeker. Evenmin kent de Wet een beperkte vorm van openbaarmaking. Dit betekent dat openbaarmaking van documenten uitsluitend aan u op grond van de Wet niet mogelijk is. Indien ik aan u documenten verstrek, moet ik deze ook aan anderen geven indien zij daarom verzoeken. In het licht van het voorgaande heeft de beoordeling van uw informatieverzoek plaatsgevonden.

Bedrijfsgegevens
Op grond van artikel 5.1, eerste lid, aanhef en onder c, van de Woo mag ik geen informatie openbaar maken als het gaat om bedrijfs- en fabricagegegevens die in vertrouwen aan de overheid zijn medegedeeld. De vertrouwelijkheid van de informatie die aan de overheid is verstrekt, kan bijvoorbeeld blijken uit een

expliciete verklaring. Het is ook mogelijk dat de vertrouwelijkheid door de verstrekker mocht worden aangenomen.[1]

Van bedrijfs- en fabricagegegevens is volgens vaste jurisprudentie slechts sprake, indien en voor zover uit die gegevens wetenswaardigheden kunnen worden afgelezen of afgeleid met betrekking tot de technische bedrijfsvoering of het productieproces dan wel met betrekking tot de afzet van de producten of de kring van afnemers en leveranciers.[2] Cijfers of gegevens die de financiële bedrijfsvoering en andere financiële stromen betreffen, worden eveneens als bedrijfs- en fabricagegegevens aangemerkt.

Productcertificaat
Document 21150 betreft een productcertificaat met betrekking tot de LD-staalslak voor toepassing in GWW-werken. In dit document is informatie opgenomen over een afnemer van de betrokken belanghebbende en de geleverde hoeveelheid aan deze afnemer. Gezien de aard en de aanleiding van het contact tussen de ILT en de betrokken belanghebbende, mag worden aangenomen dat het aangeleverde stuk in vertrouwen is verstrekt. Ik stel dan ook vast dat sprake is van bedrijfs- en fabricagegegevens, waaruit diverse wetenswaardigheden kunnen worden afgeleid met betrekking tot de kring van afnemers van betrokken belanghebbende. Ik maak deze informatie dan ook niet openbaar. Waar van toepassing heb ik deze informatie onleesbaar gemaakt onder vermelding van: 5.1.1c.

Het belang van opsporing en vervolging van strafbare feiten
Op grond van artikel 5.1, tweede lid, aanhef en onder c, van de Woo kan ik geen informatie openbaar maken als dit strafrechtelijk optreden in opsporing en vervolging van strafbare feiten moeilijker maakt en dit belang zwaarder weegt dan het belang van openbaarheid. Bij een groot aantal aangetroffen documenten is dit het geval. Ik vind dit belang in dit geval zwaarder wegen dan het belang van openbaarheid omdat openbaarmaking van de inhoud van de documenten het strafrechtelijk onderzoek zou kunnen belemmeren. Ik maak deze informatie daarom niet openbaar op grond van 5.1.2c. Dit is ook op de inventarislijst weergegeven.

Een groot deel van de aangetroffen documenten zijn onderdeel van een dossier die betrekking heeft op een lopend strafrechtelijk onderzoek waarin mogelijk nog opsporings- en vervolgingshandelingen nodig zijn. Openbaarmaking van de door u gevraagde informatie kan de opsporing en vervolging in deze zaak benadelen, omdat daarmee inzicht wordt verkregen in het kennisniveau van de instanties die belast zijn met de opsporing en vervolging. Ik zal u dan ook geen informatie verstrekken over dit strafrechtelijk onderzoek.

De eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer
Op grond van artikel 5.1, tweede lid, aanhef en onder e, van de Woo kan ik geen informatie openbaar maken als dit de persoonlijke levenssfeer schaadt en dit belang zwaarder weegt dan het belang van openbaarheid. Het gaat om persoonsgegevens die (indirect) te herleiden zijn tot een persoon zoals namen, e-mailadressen, telefoonnummers en functienamen. Bij bepaalde documenten is dit het geval. Ik vind het in dit geval belangrijk dat de identiteit van betrokkene niet

[1] ABRvS 22 mei 2019, ECLI:NL:RVS:2019:1675
[2] Zie bijvoorbeeld de uitspraak van 22 mei 2019, ECLI:NL:RVS:2021:1734.

bekend wordt omdat dit zijn of haar privacy kan schenden. Dat vind ik niet wenselijk. Daarom maak ik deze persoonsgegevens niet openbaar.

In diverse documenten staan ook persoonsgegevens van ambtenaren. Het gaat om gegevens die herleidbaar zijn tot een persoon, zoals onder meer namen, e-mailadressen, functienamen en telefoonnummers. In het kader van goed werkgeverschap vind ik dat het belang van privacy zwaarder moet wegen dan het belang van openbaarheid. Dit ter bescherming van de privacy van de betrokken ambtenaren. Daarbij weegt mee dat het hier niet gaat om het opgeven van een naam aan een individuele burger die met een ambtenaar in contact treedt, maar om, openbaarmaking op grond van de Woo. Ik heb deze informatie onleesbaar gemaakt onder vermelding van: 5.1.2e.

Het belang van het goed functioneren van de Staat, andere publiekrechtelijke lichamen of bestuursorganen
Op grond van artikel 5.1, tweede lid, aanhef en onder i, van de Woo kan ik geen informatie openbaar maken wanneer dit het goed functioneren van de Staat of andere overheden schaadt en dit belang zwaarder weegt dan het belang van openbaarheid. In bepaalde documenten staat informatie die het functioneren van de Staat en andere overheden in gevaar zou kunnen brengen. Ik vind dat dit belang zwaarder moet wegen dan het belang van openbaarheid.

<u>Concepten</u>
Voor een ordentelijk verloop van het besluitvormingsproces is het belangrijk dat dit gebeurt op basis van voldragen documenten. Wanneer communicatie over conceptteksten of de conceptteksten zelf openbaar worden gemaakt is dit schadelijk voor het goed functioneren van de Staat nu er een publiek debat kan ontstaan over documenten die nog niet rijp zijn voor besluitvorming. Daar is ook hier sprake van. Deze documenten maak ik daarom niet openbaar met een beroep op het belang van het goed functioneren van de Staat. Op dezelfde informatie is ook het bepaalde in artikel 5.2, eerste lid, van de Woo van toepassing. Zie daartoe hieronder in het besluit.

Als het besluit eenmaal is gevallen dan staat deze uitzonderingsgrond niet in de weg aan openbaarmaking van het definitieve document. Dan is het goed om te kunnen reconstrueren op grond van welke adviezen, welke informatie en welke beleidsalternatieven een besluit is genomen. Het definitieve document en eventuele overwegingen die daarbij ter besluitvorming zijn voorgelegd, maak ik daarom wel (gedeeltelijk) openbaar.

<u>Groepsmailboxen en toegangscodes</u>
In de documenten staan toegangscodes naar digitale vergaderingen en e-mailadressen van een interne postbussen die niet zijn bedoeld voor derden om de betreffende organisatie te benaderen of om aan de vergaderingen deel te nemen. Openbaarmaking zal naar mijn oordeel het goed functioneren van de Staat kunnen belemmeren nu dit het risico op misbruik, overbelasting en onheus gebruik vergroot. Ik laat onder deze omstandigheden het belang van het goed functioneren van de Staat zwaarder wegen dan het belang van de openbaarheid van deze informatie.

Persoonlijke beleidsopvattingen in een document voor intern beraad
Uitgangspunt van de Woo is dat overheidsinformatie openbaar is. Dit geldt in principe ook voor documenten opgesteld voor intern beraad. Intern beraad is het overleg tussen ambtenaren binnen een bestuursorgaan, of binnen een kring van bestuursorganen die gezamenlijk verantwoordelijk zijn voor een bestuurlijke aangelegenheid. Documenten die bestemd zijn voor intern beraad kunnen persoonlijke beleidsopvattingen bevatten. Dat is hier ook het geval. Ten aanzien van de openbaarmaking van deze persoonlijke beleidsopvattingen geldt het volgende. Op grond van artikel 5.2, eerste lid, van de Woo worden persoonlijke beleidsopvattingen in documenten die bestemd zijn voor intern beraad niet openbaar gemaakt. Persoonlijke beleidsopvattingen zijn ambtelijke adviezen, meningen, visies, standpunten en overwegingen ten behoeve van intern beraad. Persoonlijke beleidsopvattingen zijn niet: feiten, prognoses, beleidsalternatieven, de gevolgen van een bepaald beleidsalternatief of andere onderdelen met een overwegend objectief karakter.

Een deel van de geïnventariseerde informatie bestaat uit mailwisselingen tussen mijn ambtenaren onderling en externe ambtenaren waarin over en weer in het kader van advisering wordt gemaild over hoe een dossier te behandelen en hoe daarop te adviseren en of te antwoorden. Het is van belang dat ambtenaren intern vrij met elkaar van gedachten moeten kunnen wisselen over beleidskeuzes. Een zekere mate van veiligheid is nodig om te kunnen komen tot een effectieve besluitvorming. Ik acht het in dit geval ook niet in het belang van een goede en democratische bestuursvoering om met toepassing van artikel 5.2, tweede lid, de persoonlijke beleidsopvattingen toch openbaar te maken. Gelet hierop maak ik de persoonlijke beleidsopvattingen in de mailwisselingen – die als zodanig staan vermeld op de inventarislijst – niet openbaar.

<u>Concepten in het kader van persoonlijke beleidsopvattingen</u>
In beginsel moet de inzichtelijkheid van het besluitvormingsproces blijken uit de definitieve (deels) openbaar te maken documenten met dit besluit. Dit laat onverlet dat in een voorkomend geval relevante feitelijke informatie in een concept, dat niet ook is opgenomen in het definitieve stuk, voor openbaarmaking in aanmerking komt. Dit omdat er anders een onjuist of onvolledig beeld zou ontstaan van het besluitvormingsproces. Dat acht ik ongewenst. Dit vergt een beoordeling van de onderliggende relevante concepten.
Bepalend voor de beoordeling of een voorliggend concept van een definitief stuk relevant is, is de vraag in hoeverre het concept van belang is voor het besluitvormingsproces, lees: bestuurlijk gedragen is.

Bij de beoordeling van die concepten is de toetsing als volgt. Allereerst wordt het definitieve stuk getoetst aan de uitzonderingsgronden van de Woo. Met als uitgangspunt 'openbaar, tenzij'. Vervolgens wordt bezien in hoeverre de bestuurlijk gedragen conceptversies afwijken van de definitieve stukken die met dit besluit geopenbaard worden. Hierbij wordt een onderscheid gemaakt tussen relevante feitelijkheden en persoonlijke beleidsopvattingen. Indien in die conceptversies relevante feitelijkheden - waaronder ook begrepen objectieve beleidsalternatieven - zijn opgenomen die niet in de definitieve stukken voorkomen, komen deze in aanmerking voor openbaarmaking. Persoonlijke beleidsopvattingen in de bestuurlijk gedragen conceptversies worden niet openbaar gemaakt. Daarbij wordt bezien in hoeverre de persoonlijke beleidsopvattingen en de feitelijke gegevens zodanig zijn verweven dat deze niet zijn te scheiden. Waar de feitelijke gegevens uitsluitend bestaan uit informatie die

openbaar wordt gemaakt via de definitieve stukken, is de Woo niet van toepassing. Hetzelfde geldt wanneer het gaat om verschillende formuleringen in conceptstukken met dezelfde betekenis als in het definitieve stuk.[3]

Onder de aangetroffen documenten bevinden zich een aantal conceptdocumenten. Namelijk het volgende: meerdere conceptversies van een door ILT opgestelde brief, gericht aan het college van Gedeputeerde Staten van Noord Holland, aangaande een verzoek tot wijziging van een vergunning. Omdat er geen definitief document beschikbaar is, wordt de meest recente conceptversie van deze brief met dit besluit deels openbaar gemaakt. Het betreft document 20955. Voorts betreffen de conceptdocumenten twee interne conceptnota's met betrekking tot staalslakken, een conceptadviesbrief over staalslakken, een conceptbrief gericht aan een bedrijf met betrekking tot een rechtsoordeel 'einde afvalstatus', een opgestelde concept-Q&A met betrekking tot een WABO advies aan de Provincie Noord Holland en een conceptverslag met betrekking tot een overleg tussen Omgevingsdienst IJmond, Omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied en de ILT.

In dit geval bevatten de bestuurlijk gedragen conceptdocumenten geen relevante feiten/objectieve beleidsalternatieven die niet ook al in de eindversies zijn opgenomen. Het verschil in tekst tussen de bestuurlijk gedragen concepten en de definitieve stukken betreft enkel persoonlijke beleidsopvattingen. Deze informatie maak ik niet openbaar op grond van artikel 5.2, eerste lid, van de Woo. De definitieve documenten, te vinden op de inventarislijst en eventuele overwegingen die daarbij ter besluitvorming zijn voorgelegd, maak ik wel (gedeeltelijk) openbaar. Op de inventarislijst staat onder 'toelichting' aangegeven welke documenten conceptversies zijn. Daarnaast vindt u onder dit kopje het documentnummer van het definitieve document.

Ik maak de conceptstukken aldus niet openbaar op grond van artikel 5.1, tweede lid, aanhef en onder i en artikel 5.2, eerste lid van de Woo. Op de inventarislijst en de openbaargemaakte documenten is gebruikmaking van deze weigeringsgrond aangegeven door toepassing van de artikelen "5.1.2i" in samenhang met "5.2.1.".

<u>Kennisdocument</u>
Document 21025 is een intern kennisdocument van de ILT met betrekking tot het rechtsoordeel LD-staalslak. Het document bevat aangetroffen informatie met betrekking tot het betreffende onderwerp en verschillende standpunten van organisaties. Een groot gedeelte van het document bevat feitelijk informatie. Deze informatie maak ik dan ook openbaar. Tevens bevat het document persoonlijke interpretaties van verschillende medewerkers van de ILT. Deze interpretaties betreft deels feitelijke informatie. In dit geval zijn de feitelijke gegevens zodanig met de interpretaties verweven, dat het niet mogelijk is deze van elkaar te scheiden. Voorgaande is per zelfstandig onderdeel van het document beoordeeld. De persoonlijke beleidsopvattingen al dan niet verweven met de feitelijke gegevens in dit document maak ik dan ook niet openbaar.

Conclusie
Uw informatieverzoek is deels gehonoreerd, met uitzondering van de informatie die ziet op de van toepassing zijnde weigeringsgronden van de Wet.

---

[3] BRvS 17 mei 2017, ECLI:NL:RVS:2017:1298; ABRvS 10 oktober 2019, ECLI:NL:RVS:2018:3299 en ABRvS 27 november 2019, ECLI:NL:RVS:2019:3975.

Wijze van openbaarmaking

Aangezien naar verwachting belanghebbenden bezwaar hebben tegen de openbaarmaking van de informatie vindt de feitelijke openbaarmaking niet eerder plaats, dan twee weken na dagtekening van dit besluit, conform artikel 4.4, vijfde lid, van de Woo. Op deze wijze wordt aan de betrokken belanghebbenden de mogelijkheid geboden om te proberen de openbaarmaking op te schorten. Dit kan door het indienen van een bezwaarschrift en door daarnaast bij de rechtbank te verzoeken om, bij wijze van voorlopige voorziening, het onderhavige besluit tot openbaarmaking te schorsen.

Na deze periode – in het geval geen rechtsmiddelen zijn aangewend door belanghebbenden – zullen de stukken naar u worden toegezonden en voor eenieder openbaar worden door plaatsing op www.rijksoverheid.nl.

Indien wel binnen twee weken na dagtekening van dit besluit rechtsmiddelen zijn aangewend, wordt de uitspraak van de voorzieningenrechter afgewacht, voordat tot daadwerkelijke openbaarmaking wordt overgegaan.

Afschrift aan belanghebbenden
Een geanonimiseerd afschrift van dit besluit zend ik aan de belanghebbenden.

Ik vertrouw erop u voldoende te hebben geïnformeerd

Hoogachtend,

DE STAATSSECRETARIS VAN INFRASTRUCTUUR EN WATERSTAAT,
namens deze,
DE INSPECTEUR-GENERAAL LEEFOMGEVING EN TRANSPORT

[redacted]

d[redacted] M.C. Wassenaar

[redacted]

Juridische Zaken

Ons kenmerk
24-0075/Woo

Bent u het niet eens deze beslissing?
Indien u het niet eens bent met deze beslissing dan kunt u hiertegen, op grond van het bepaalde in de Algemene wet bestuursrecht, binnen zes weken na de datum waarop deze beslissing is verzonden schriftelijk bezwaar aantekenen. Het bezwaarschrift moet worden ondertekend en dient ten minste bevatten:

- de naam en het adres van de indiener;
- de dagtekening;
- een omschrijving van het besluit waartegen het bezwaar is gericht;
- de gronden van het bezwaar.
- Tevens ontvangen wij graag uw telefoonnummer dan wel e-mailadres.

Het bezwaarschrift kunt u richten aan:
Inspectie Leefomgeving en Transport
Afdeling Juridische Zaken, Team Open overheid & Privacy
Postbus 16191
2500 BD DEN HAAG

Het is ook mogelijk om digitaal bezwaar aan te tekenen. Dit kunt u doen door uw bezwaarschrift per e-mailbericht te sturen naar "*informatieverzoeken-JZ@ilent.nl*". Let wel; ook in dat geval dient uw bezwaarschrift te zijn ondertekend en dient het te voldoen aan de hierboven genoemde formele vereisten.

volgnummer	ID	documentnaam	beoordeling	weigeringsgronden
0001	21475	Diffusieproef staalslak en breuksteen_tcm174-310798.pdf	Openbaar	

Uitloging van metalen uit breuksteen en staalslakken in zeewater en de toxiciteit voor oesterlarven







Uitloging van metalen uit breuksteen en staalslakken in zeewater en de toxiciteit voor oesterlarven

- Aanleiding
- Methode diffusieproef en oesterlarventest
- Resultaten diffusieproef
- Resultaten oesterlarventest
- Conclusies
- Aanbeveling
- Vragen

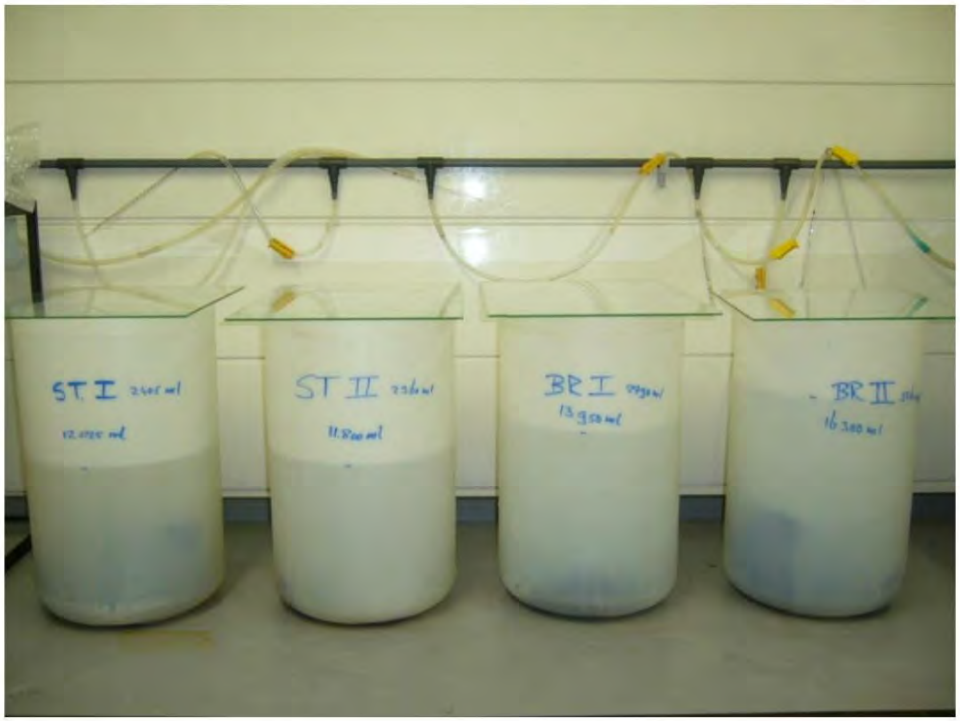
Aanleiding

- Naast monitoring van chemische en ecologische parameters was er nog geen toxicologische studie verricht

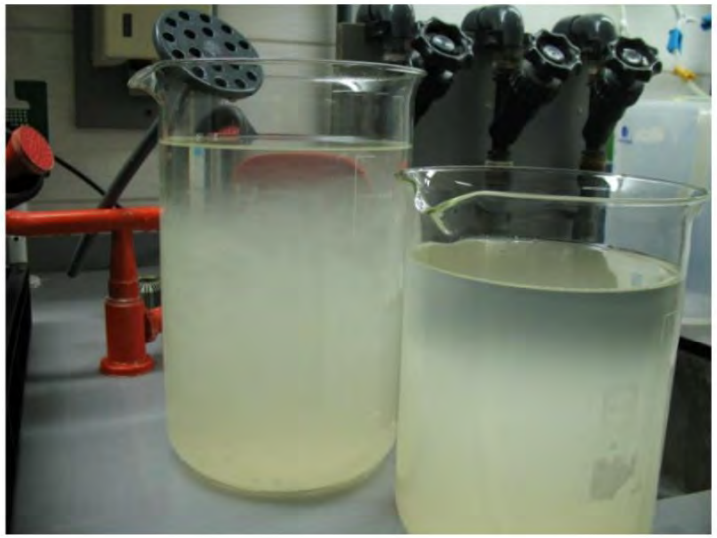
- Logische vervolgstap in onderzoek: diffusieproef met aansluitend bioassay

Diffusieproef

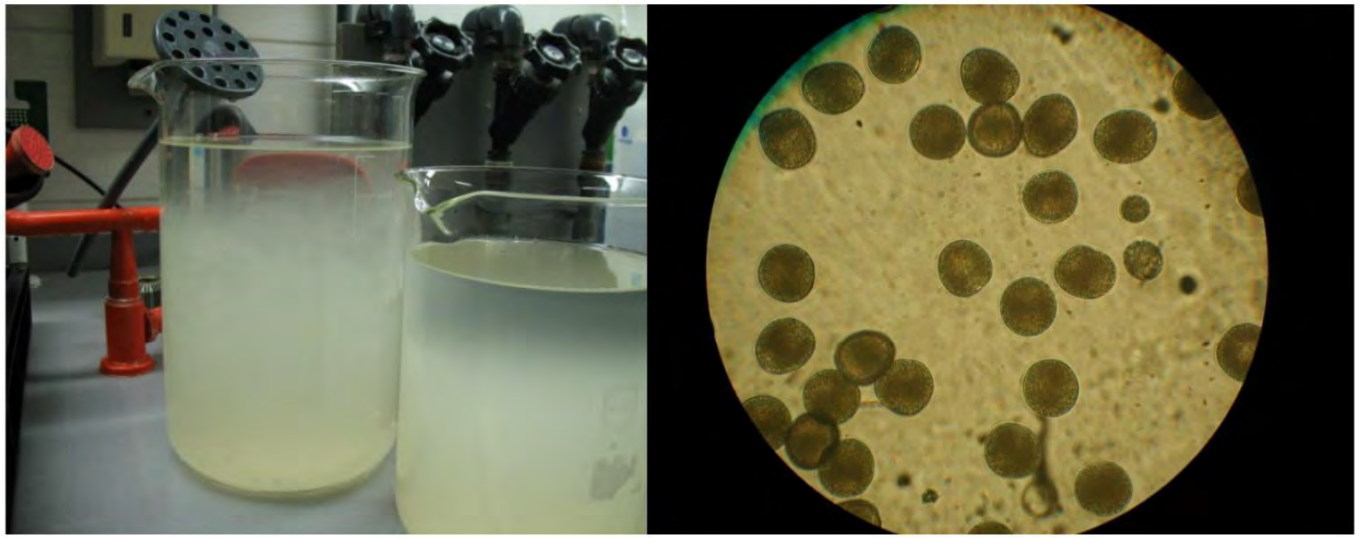
- Volgens NEN 7345, met aanpassing voor zeewater en pH
- Met Vaulx breuksteen en Arcilor Mittal staalslak
- Verversing zeewater op ¼, 1, 2¼, 4, 9, 16, 32, 64 en 128 dagen
- Chemische analyse 18 metalen op 0, 32, 64 en 128 dagen



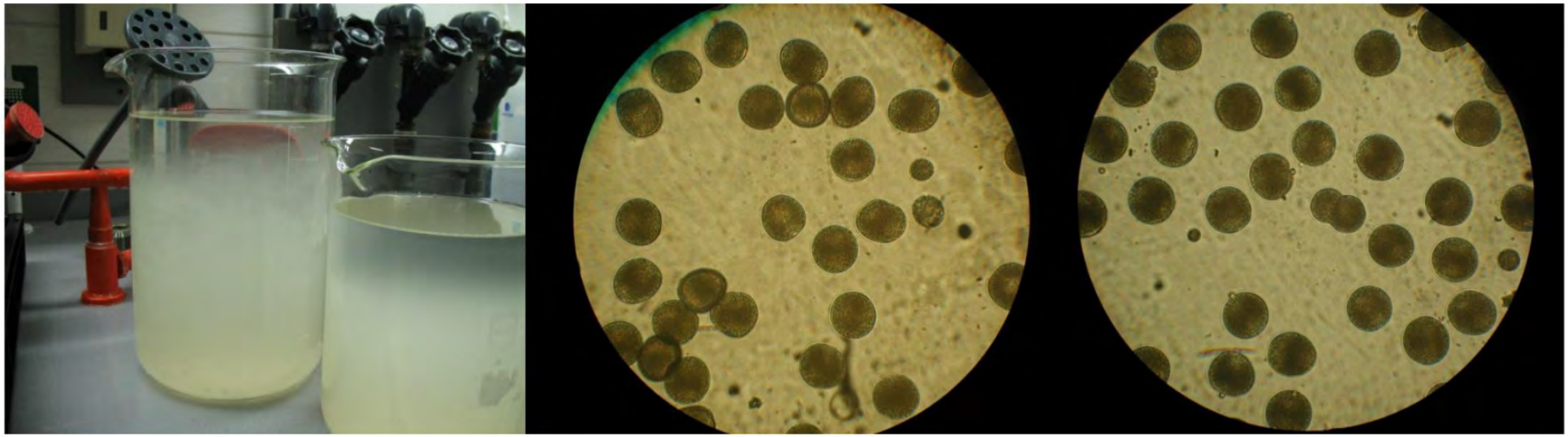
Oesterlarventest



Oesterlarventest

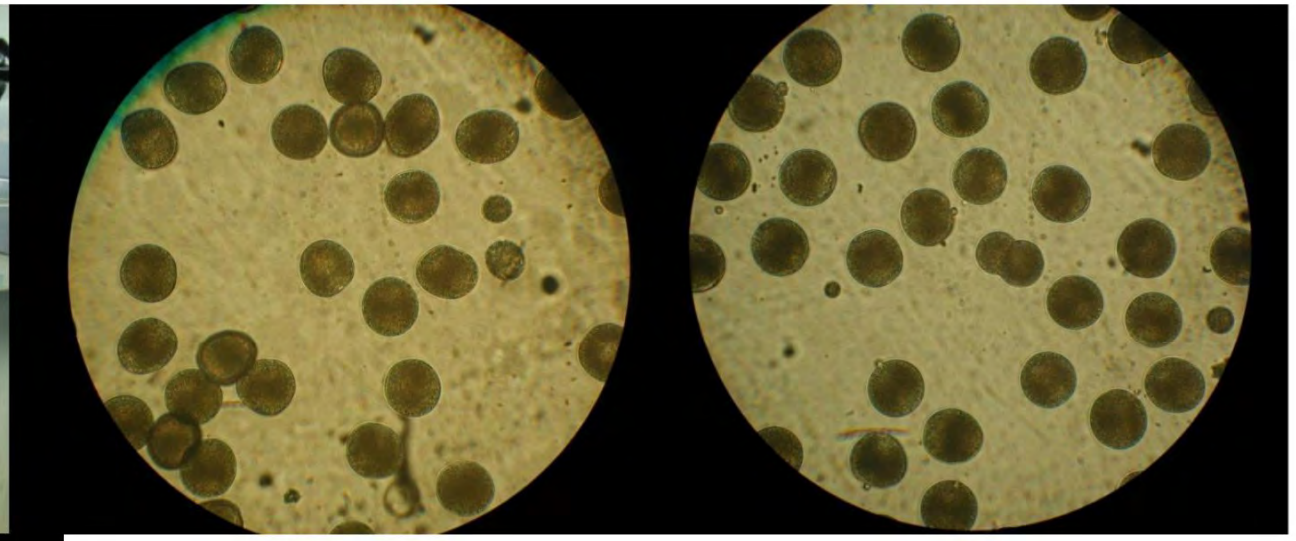


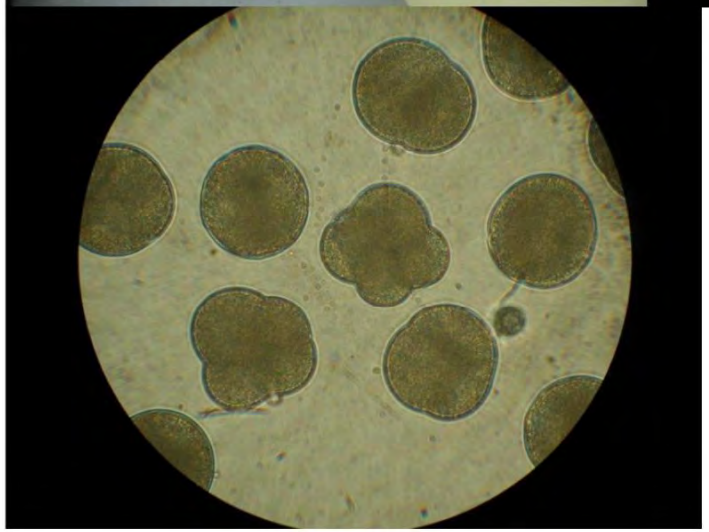
Oesterlarventest



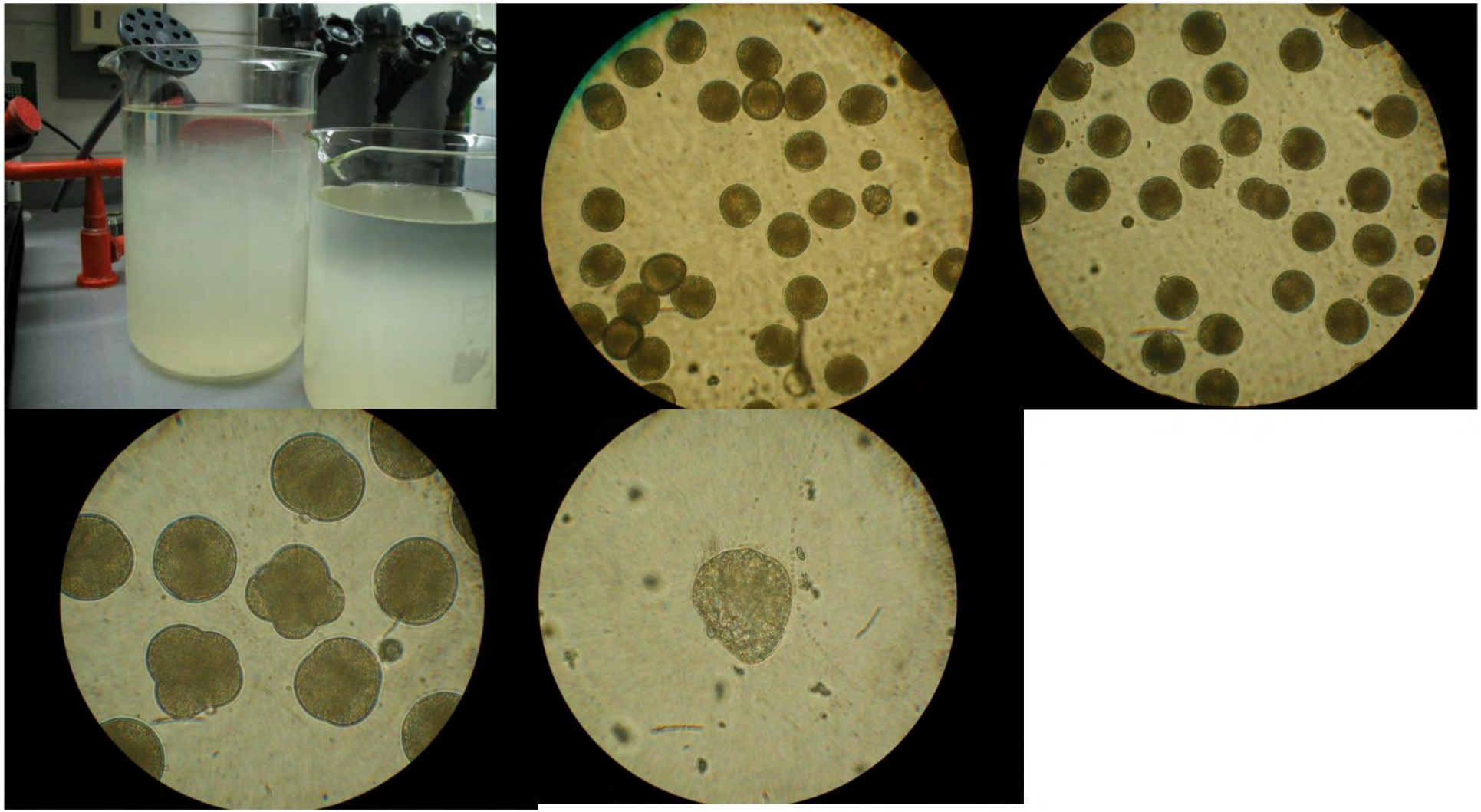
Oesterlarventest



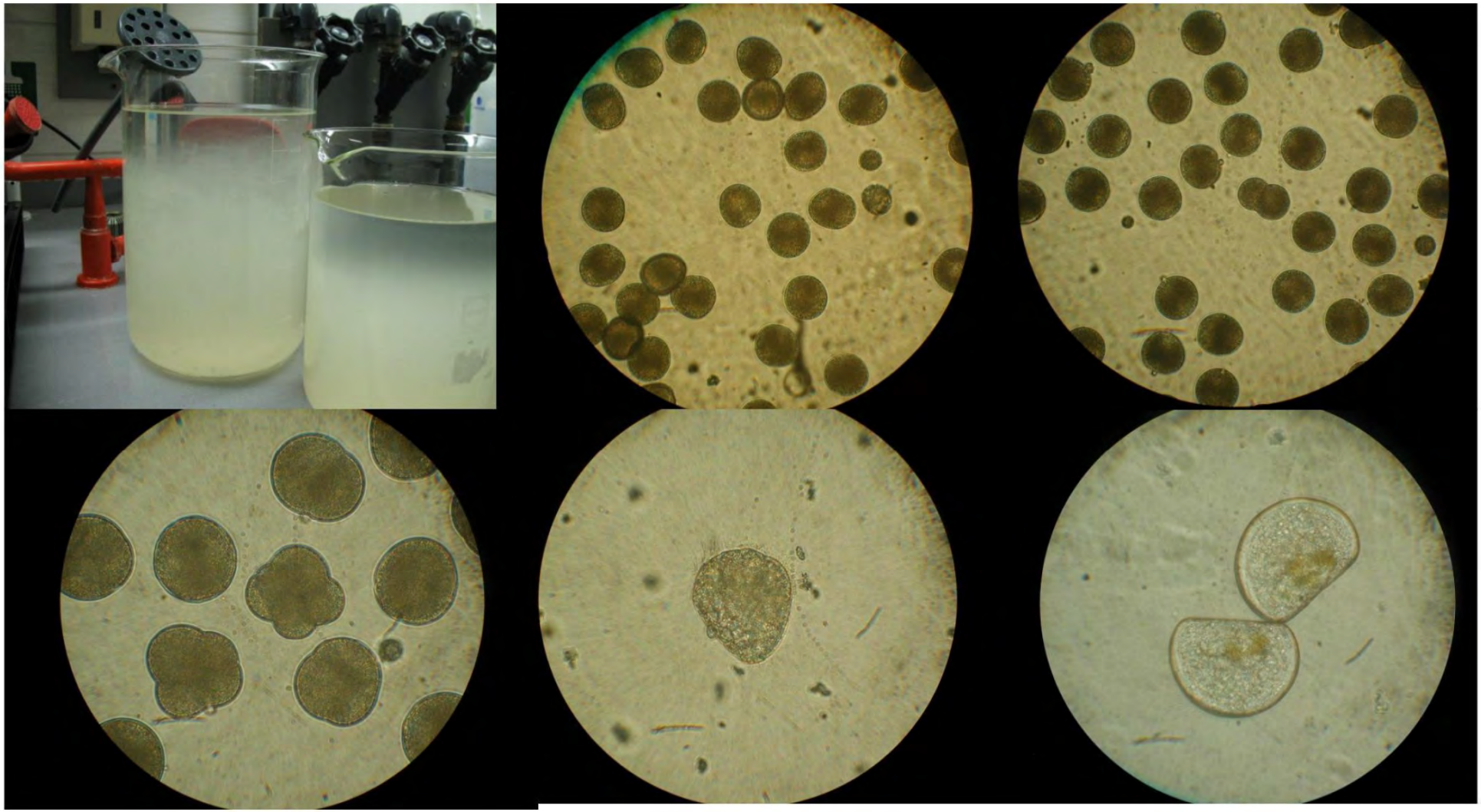




Oesterlarventest



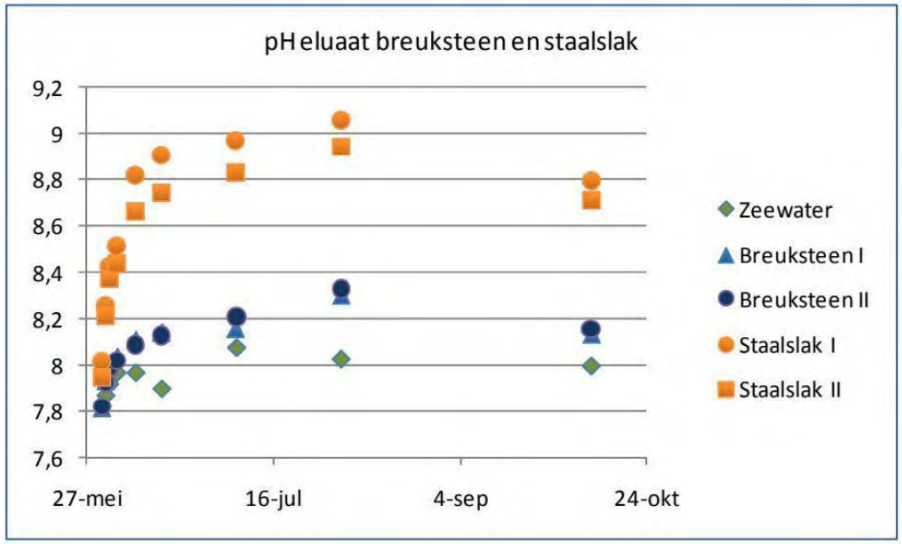
Oesterlarventest

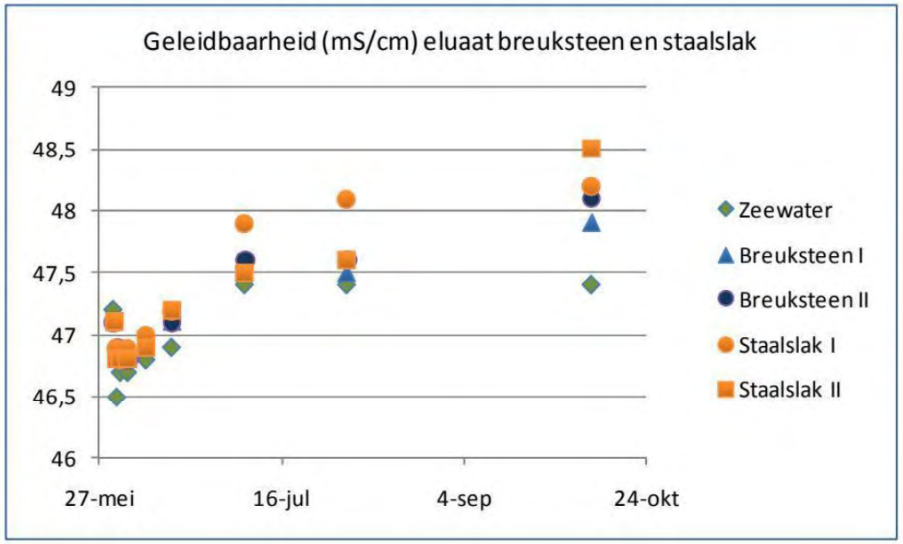


Resultaten fysische analyses



Resultaten fysische analyses





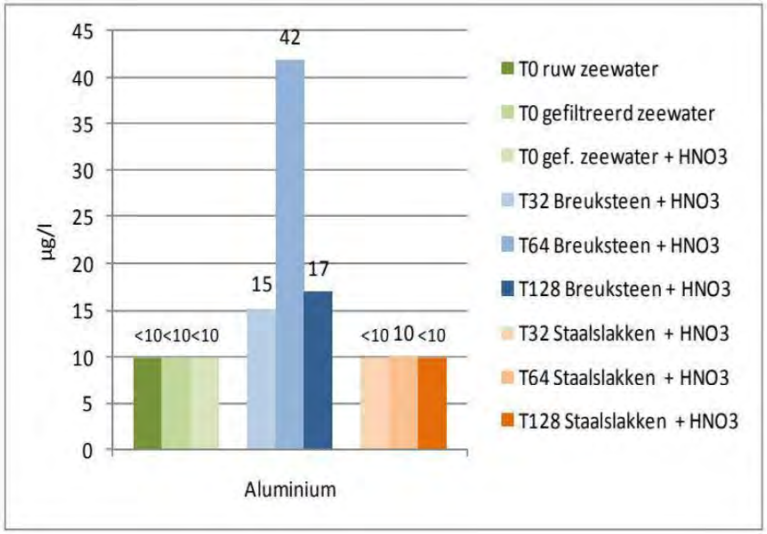


Resultaten chemische analyses

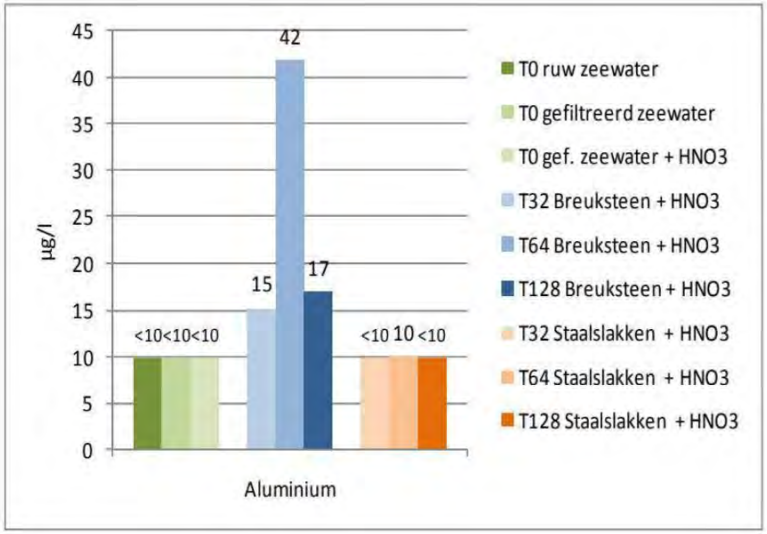
	(µg/l)
Arseen	<3
Cadmium	<0,5
Cobalt	<0,5 0,67 (br)
Chroom	<4 11 (br)
Koper	<10

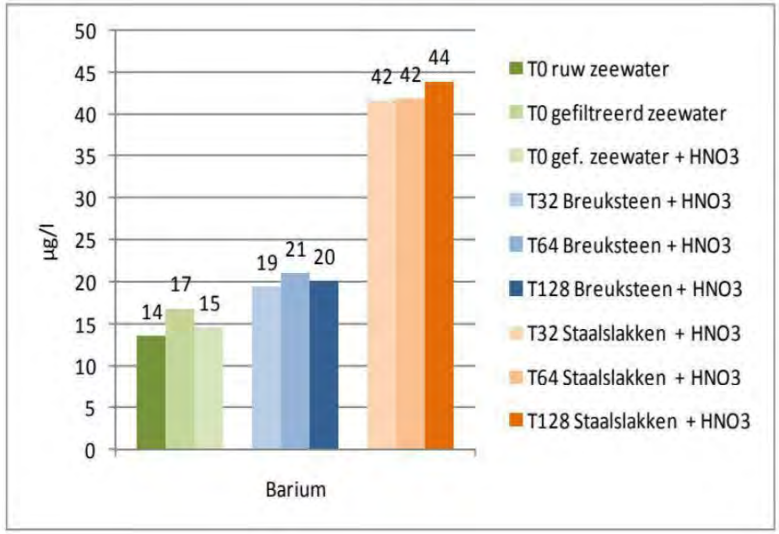
	(µg/l)
Kwik	<0,5
Nikkel	<10, 11 (br)
Lood	<4
Antimoon	<2
Seleen	<3

Resultaten chemische analyses

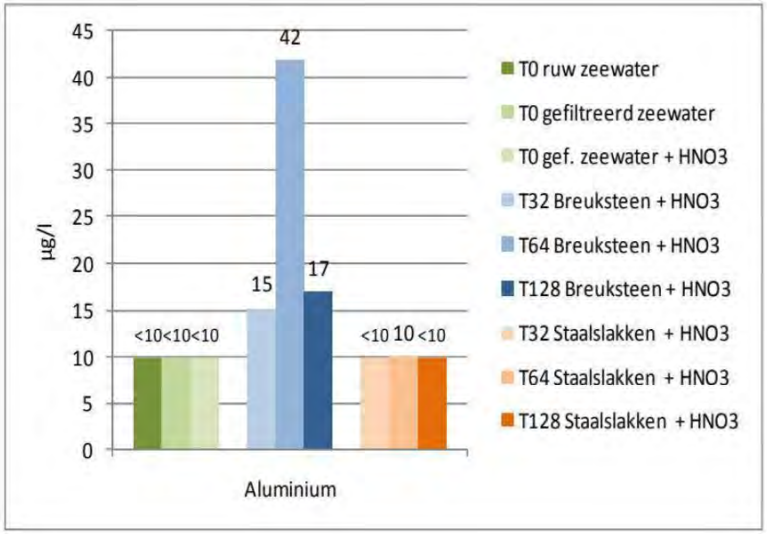


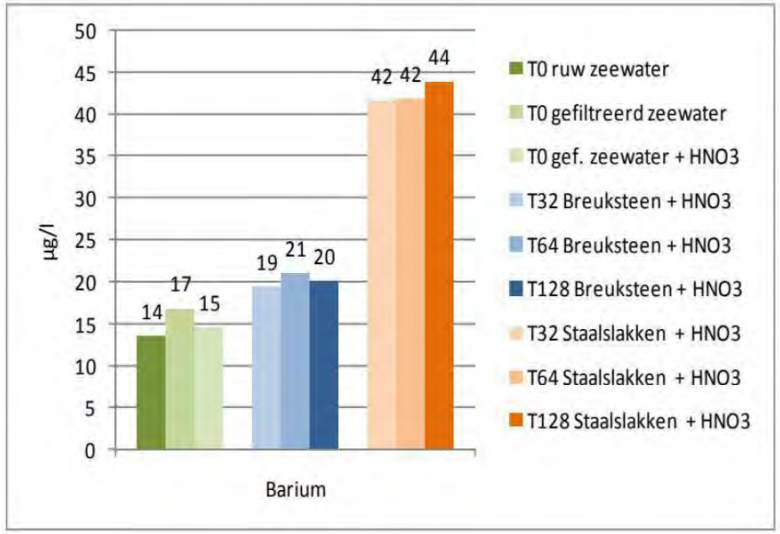
Resultaten chemische analyses

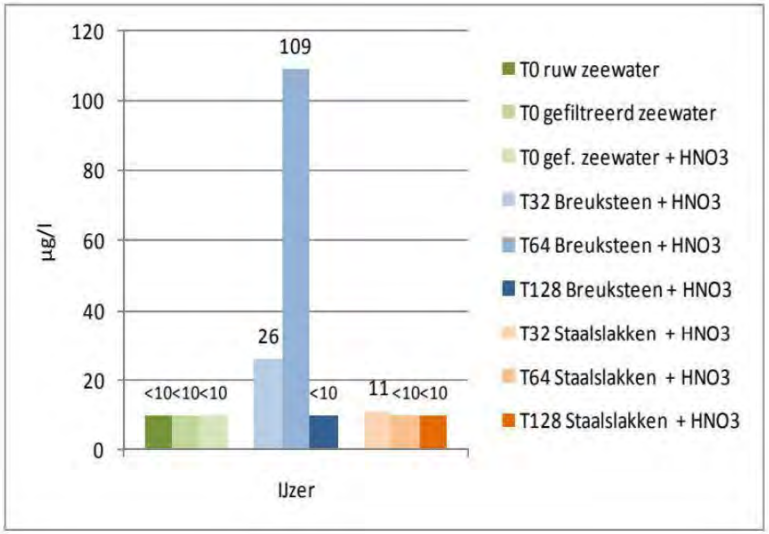




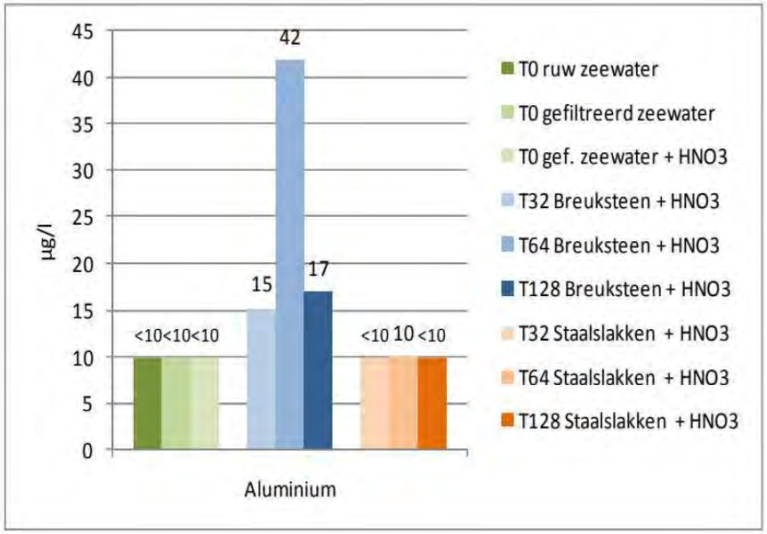
Resultaten chemische analyses

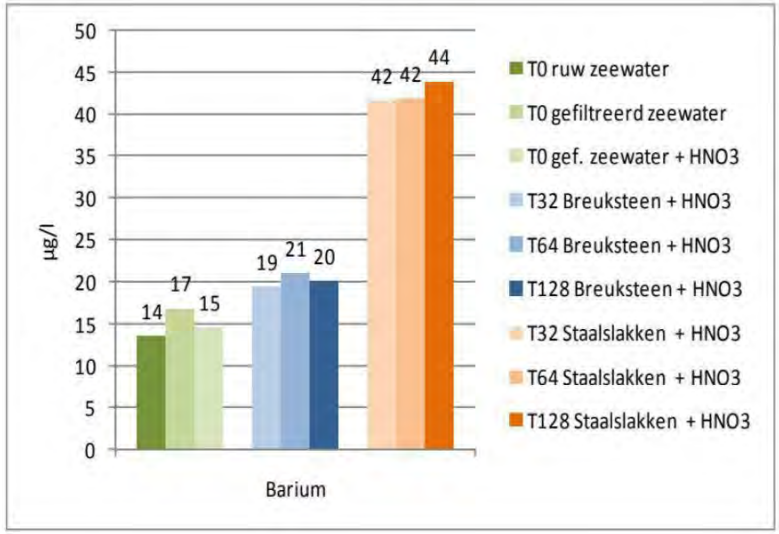


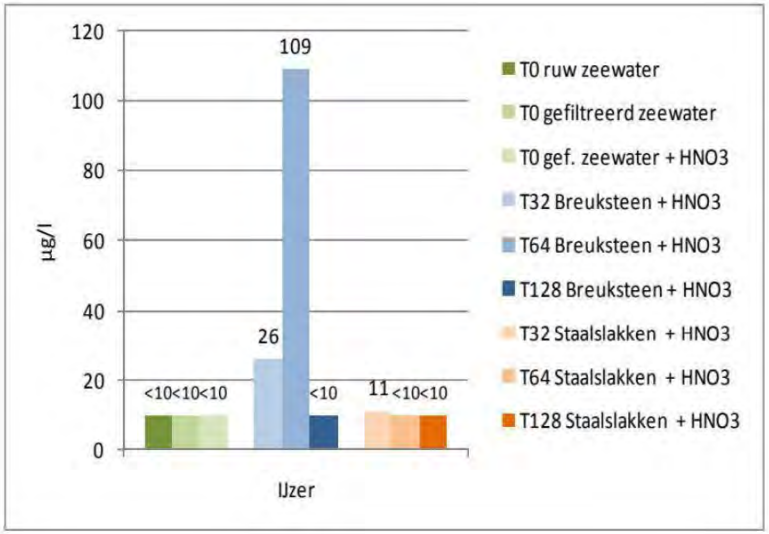


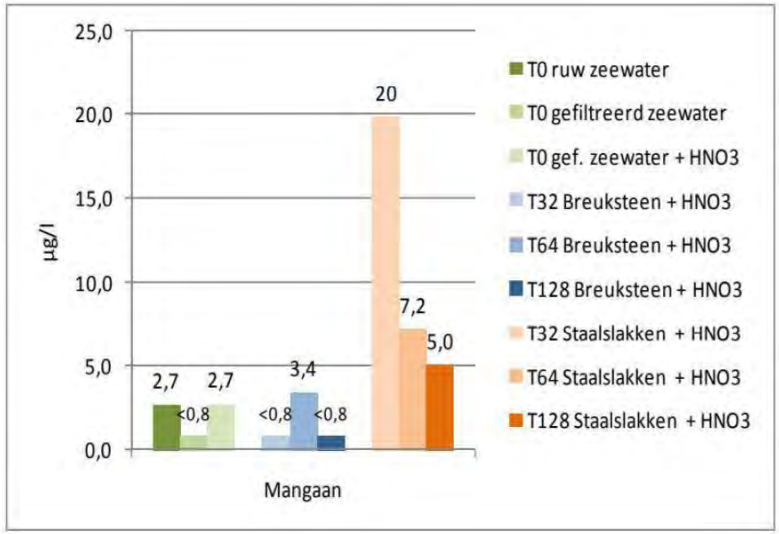


Resultaten chemische analyses

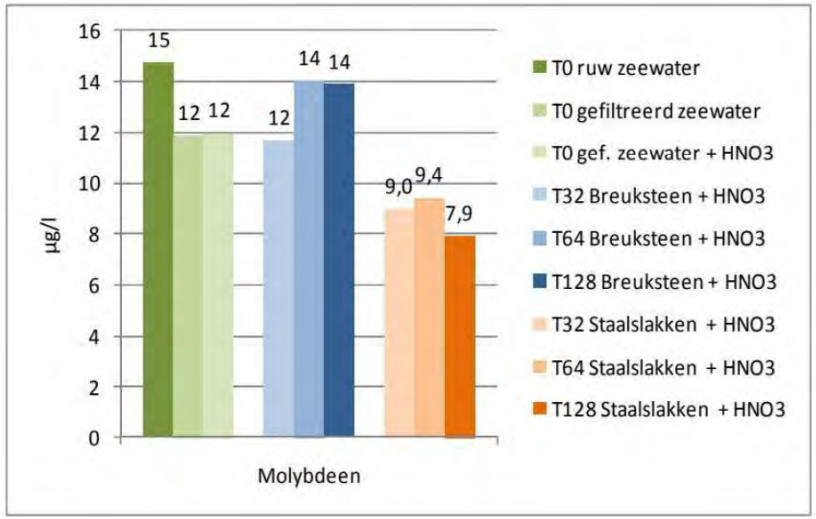




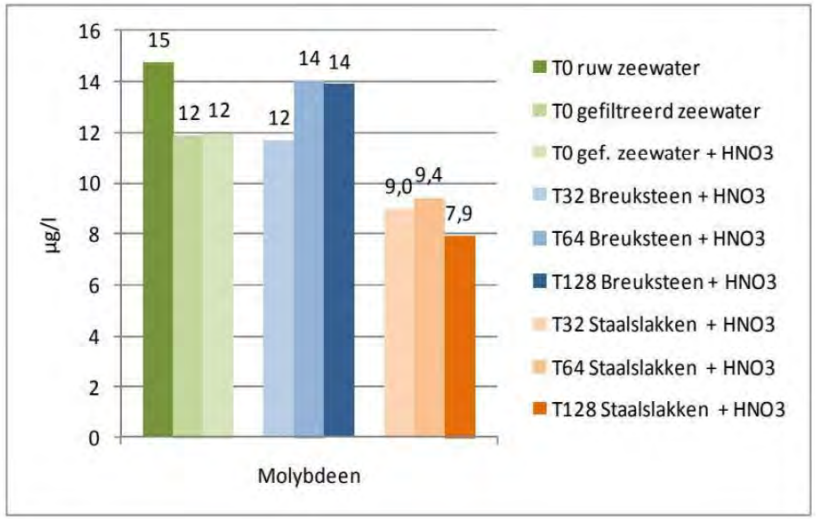


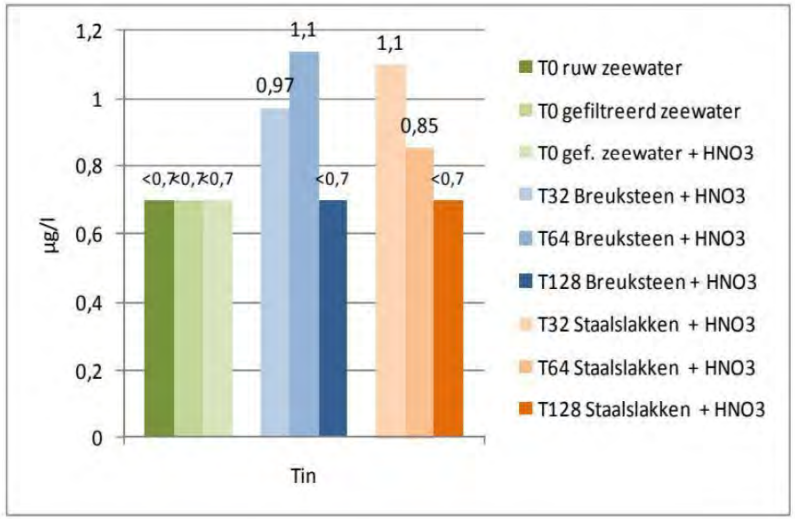


Resultaten chemische analyses

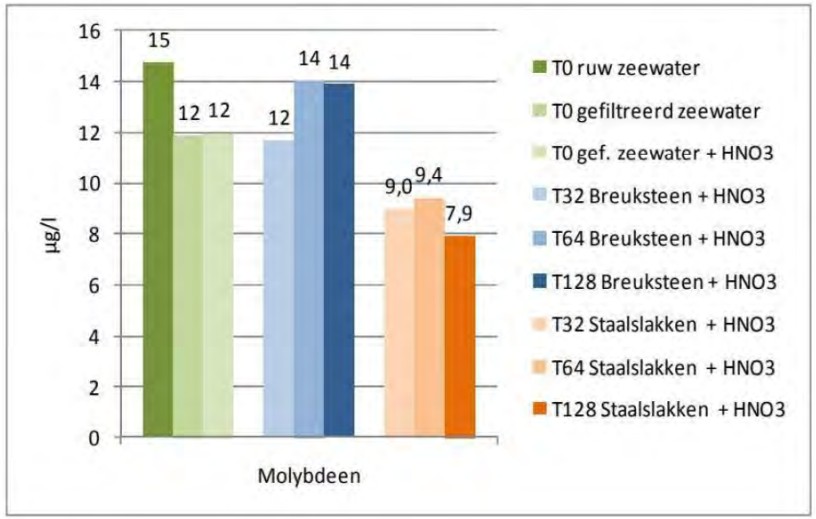


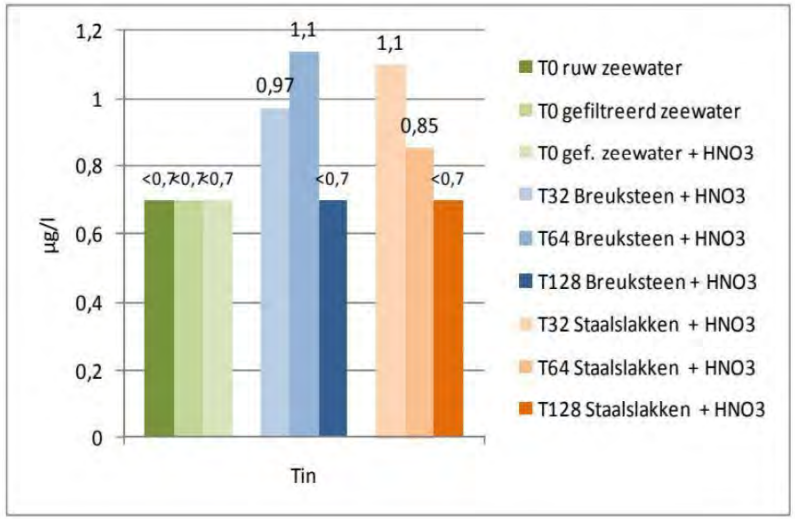
Resultaten chemische analyses

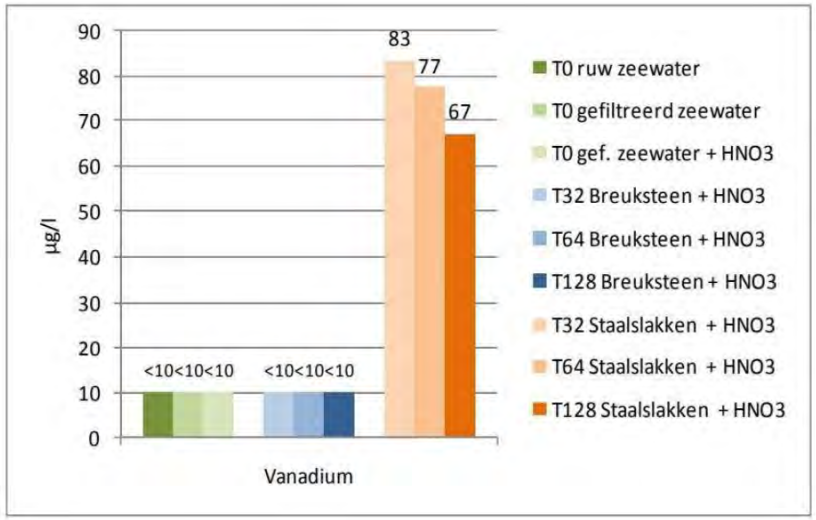




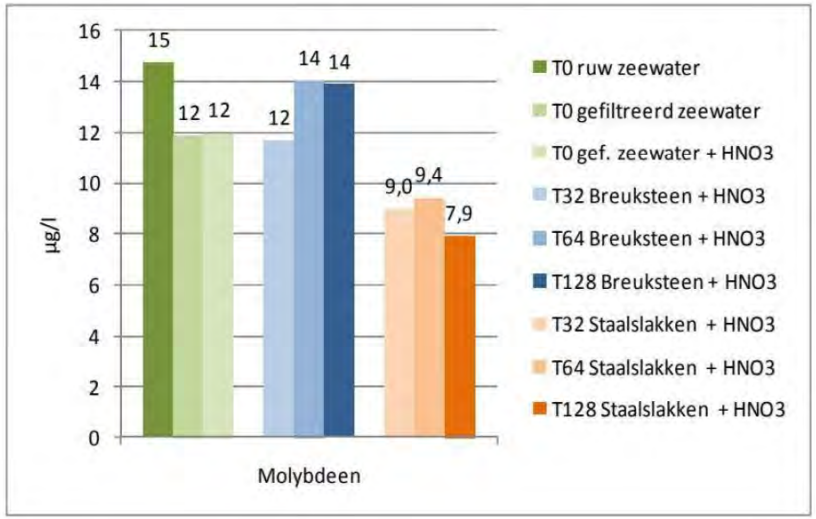
Resultaten chemische analyses

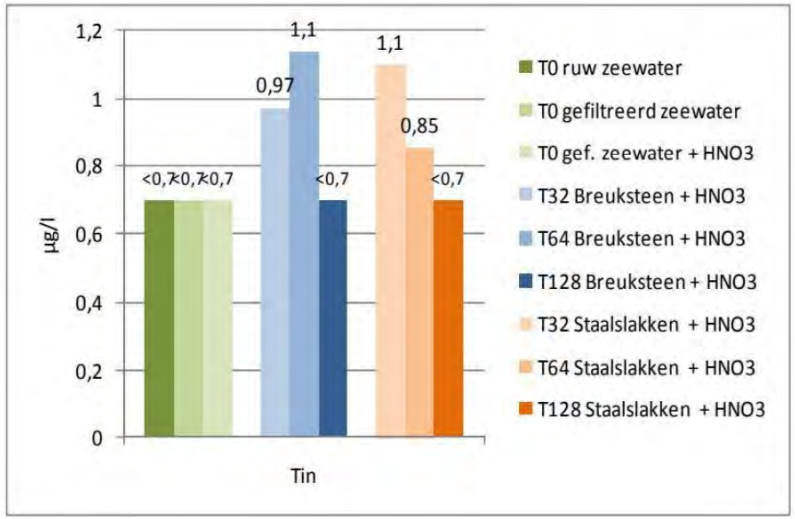


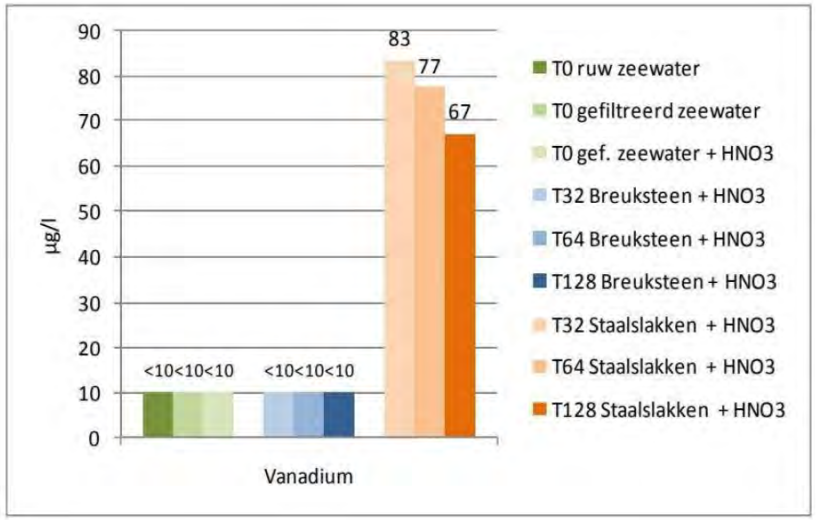


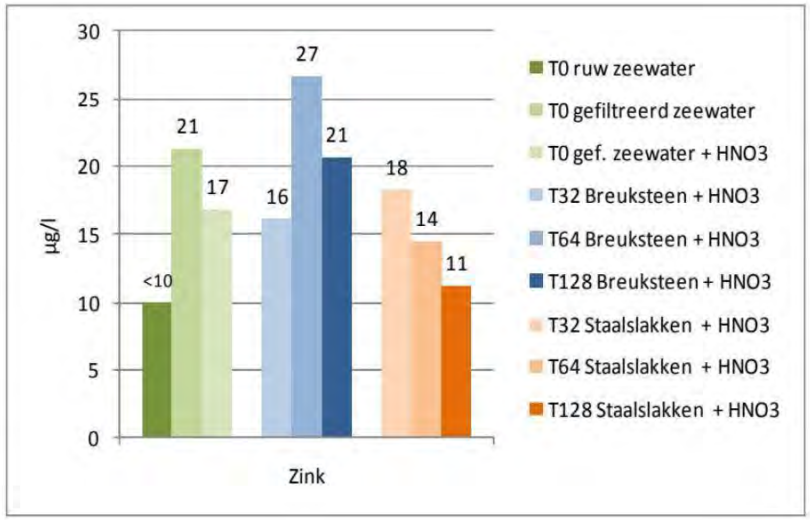


Resultaten chemische analyses



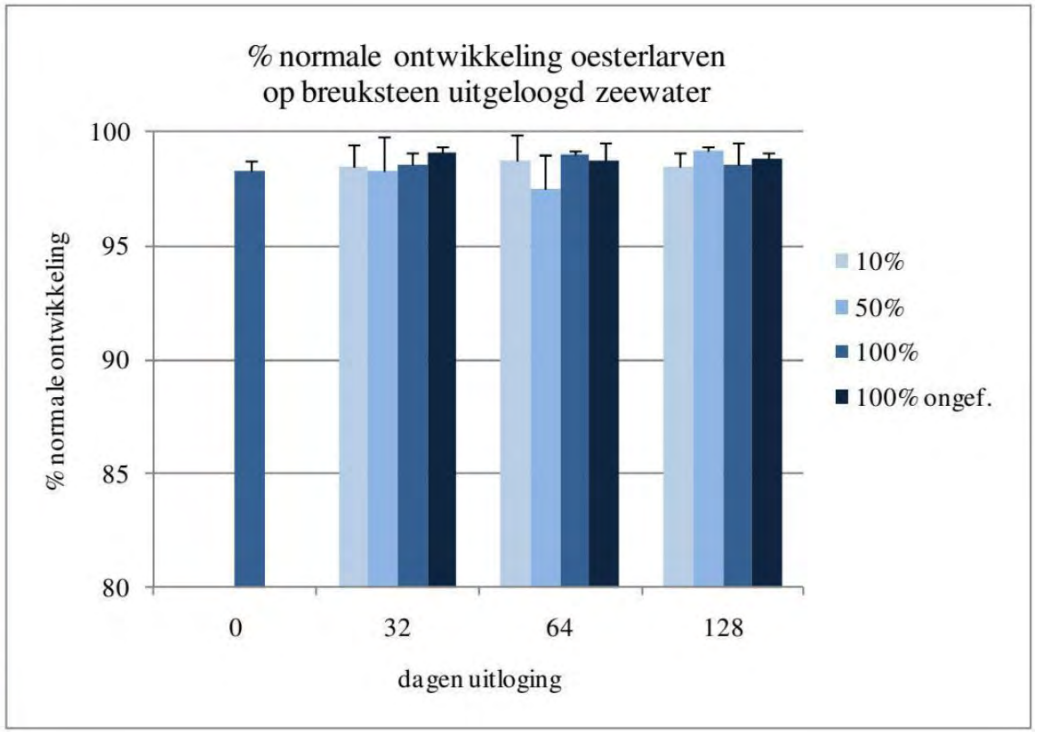






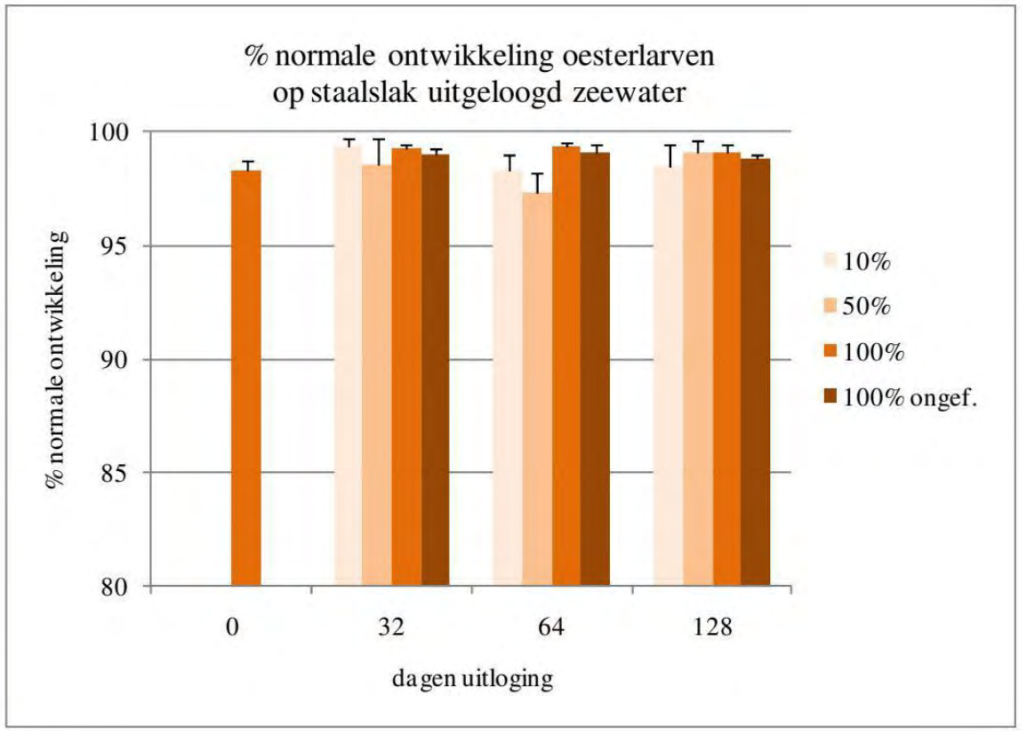
Resultaten biologische analyses





Resultaten biologische analyses





Conclusies

- Diffusieproef laat bij Vaulx breuksteen verhoogde gehalten zien voor ijzer en aluminium
- Diffusieproef laat bij Arcilor Mittal staalslak verhoogde gehalten zien voor barium, mangaan en vanadium
- De verhoogde gehalten aan metalen in zeewater zijn niet toxisch voor oesterlarven

Aanbevelingen

- Bij verder onderzoek ook andere veelgebruikte typen staalslak en breuksteen testen, zoals o.a. Thyssen staalslak
- Voor bredere ecotoxicologische interpretatie naast oesterlarventest ook andere bioassay uitvoeren, zoals zee-egeltest

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

Van: "[redacted]"
Verzonden: maandag 24 maart 2025 15:52
Aan: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: Begeleidingscommissie RUD Zeeland: stukken voor de vergadering van 27 maart 2025 (zie verder de agenda)
Bijlage(n): BC RUD 27 maart 2025 annotatie.docx

Ha [redacted],

[redacted]

Groet, [redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: vrijdag 21 maart 2025 13:27
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: Begeleidingscommissie RUD Zeeland: stukken voor de vergadering van 27 maart 2025 (zie verder de agenda)

Hoi [redacted],

[redacted]

- [redacted]
- [redacted]
- Generieke taken (7,8 milj) er volgt in 2025 nog een onderbouwing ter vaststelling door AB. Belangrijk dat hierbij ook inzet van de RUD voor prioriteiten (aandachtdossiers) en gezamenlijke milieuproblemen (ketentoezicht, toepassing TGG of staalslakken, plastic korrels).
- [redacted]

[redacted]

- [redacted]
- [redacted]

[redacted]

- [redacted]

Met vriendelijke groet,

[redacted] | Unitmanager Milieu
T. +3 1 118 631917 M. 28 90 40 55 E. [redacted]@zeeland.nl

Provincie Zeeland

Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

---

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: vrijdag 21 maart 2025 09:18
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: FW: Begeleidingscommissie RUD Zeeland: stukken voor de vergadering van 27 maart 2025 (zie verder de agenda)

[redacted]

Met vriendelijke groet,

[redacted] | Financieel beleidsadviseur
Afdeling Financiën
M. +31 6 25726560 | E. [redacted]@zeeland.nl

Provincie Zeeland

Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

Van: [redacted] <[redacted]@rud-zeeland.nl>
Verzonden: donderdag 20 maart 2025 16:13
Aan: [redacted] <[redacted]@kapelle.nl>; [redacted] <[redacted]@rud-zeeland.nl [redacted]@schouwen-duiveland.nl>; [redacted] <[redacted]@kapelle.nl>; [redacted]@zeeland.nl' <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@reimerswaal.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] ' <[redacted]@terneuzen.nl>; [redacted] <[redacted]@vlissingen.nl>; [redacted] <[redacted]@rud-zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@rud-zeeland.nl>
Onderwerp: Begeleidingscommissie RUD Zeeland: stukken voor de vergadering van 27 maart 2025 (zie verder de agenda)

Goedemiddag,

[redacted]

Met vriendelijke groet,

[redacted] MSc
Concerncontroller

DE OMGEVINGSDIENST VOOR EEN SCHOON EN VEILIG ZEELAND

Postbus 35
4530 AA Terneuzen
06 – [redacted]
www.rud-zeeland.nl

Op vrijdag afwezig

Dit e-mailbericht (inclusief bijlagen) is uitsluitend bestemd voor de in het bericht aangeduide geadresseerde. Het bericht kan vertrouwelijke informatie bevatten. Als u dit e-mailbericht ten onrechte heeft ontvangen, wordt u verzocht het te vernietigen en de afzender hierover te informeren. Elke verplichting en/of aansprakelijkheid voor enige directe, indirecte en/of gevolgschade samenhangend met of voortvloeiende uit het gebruik van de inhoud van dit e-mailbericht is uitgesloten.

BC RUD 27 maart 2025 – annotatie

1. Agenda

[redacted]

2. Terugkoppeling directeur

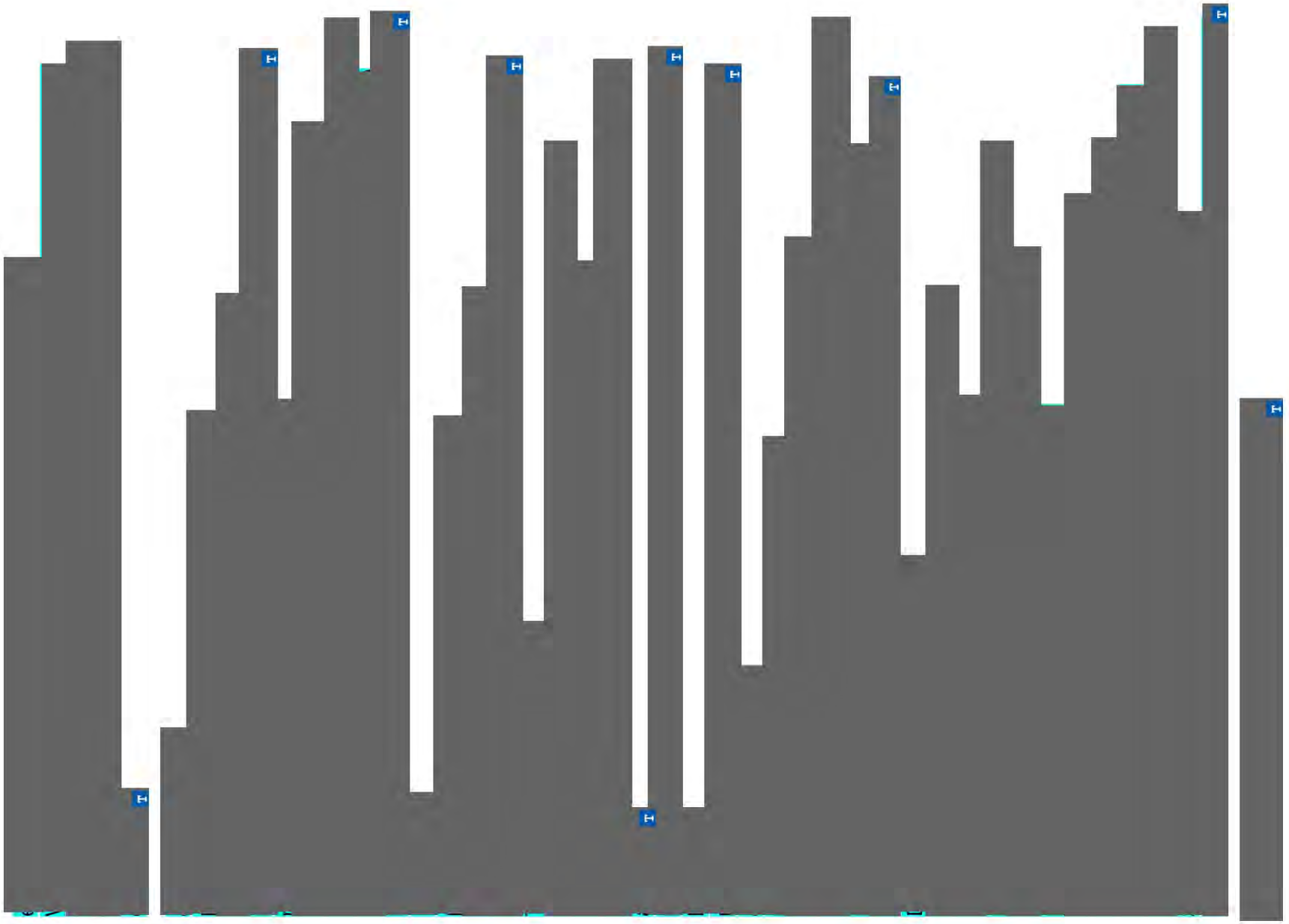
[redacted]

3. Verslag vorige vergadering

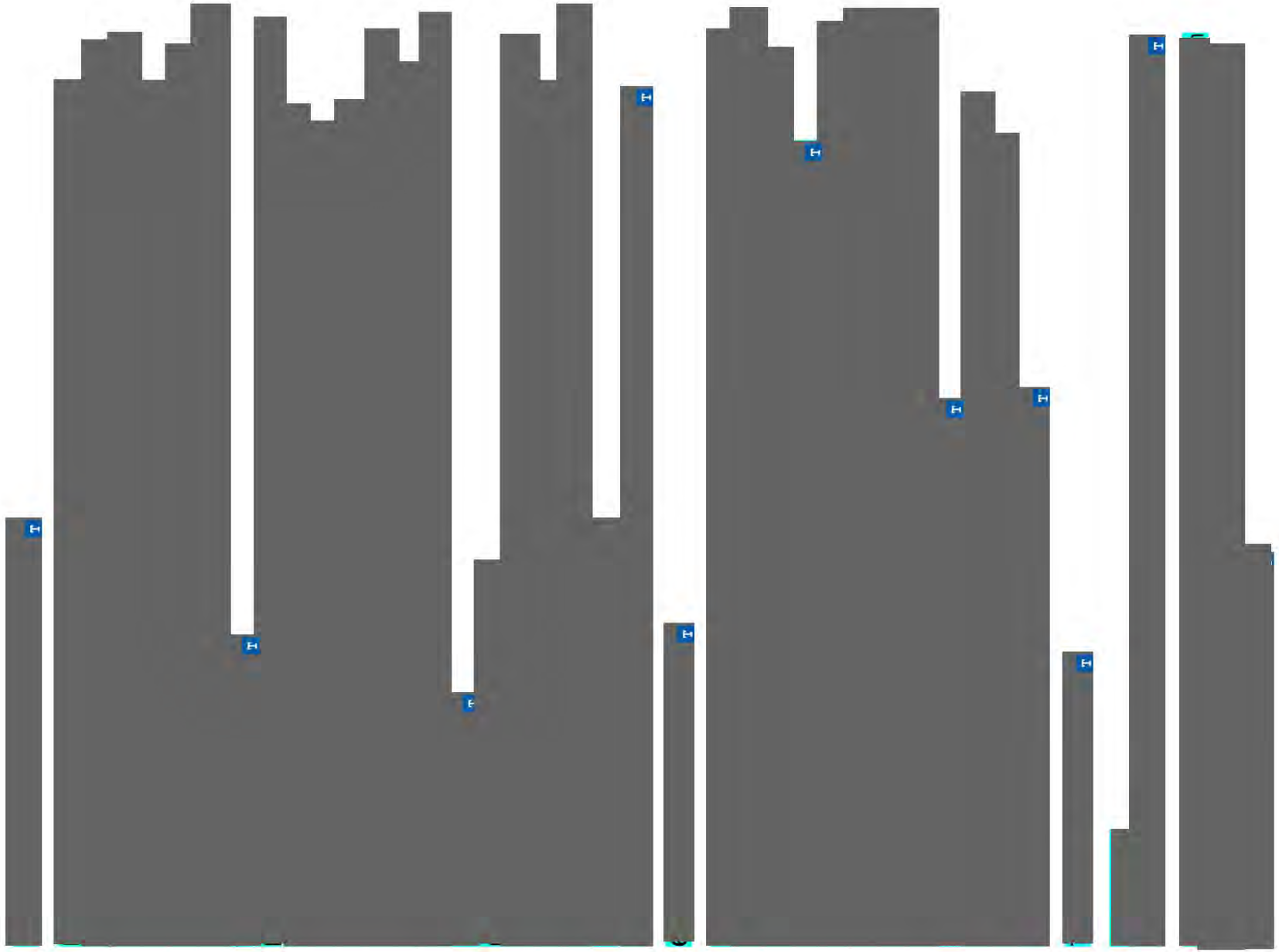
[redacted]

4. Jaarstukken 2024

[redacted]

































Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

T

Valt buiten de reikwijdte van het verzoek

Van: "[redacted]" <[redacted]@ipo.nl>
Verzonden: donderdag 3 april 2025 13:25
Aan: "[redacted]" <[redacted]@noord-holland.nl>
Cc: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@ipo.nl>; "[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: FW: Kwestie Staalslakken meldplicht -NH?

Hallo [redacted],

Nav voorbereidingen van een motie van GL. Meerdere gemeenten in NH hebben blijkbaar een meldplicht voor staalslakken ingeregeld, weet jij of een collega hoe ze dit georganiseerd hebben toevallig?

Onze informatie is wat tegenstrijdig, en deels nog uit de WM tijd-niet OW.

Groeten [redacted]

[redacted]
Interprovinciaal Overleg
Beleidsadviseur
Tel: +316[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: woensdag 2 april 2025 09:21
Aan: [redacted] <[redacted]@ipo.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@ipo.nl>
Onderwerp: RE: Kwestie Staalslakken meldplicht

Hier een aantal links, mixed signaal.

Meldplicht voor gebruik staalslakken Tata Steel in de maak
Staalslakken - Omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied

Als ik zo lees is er nog geen meldplicht, maar zou die wel in de maak zijn. En daarnaast zouden een aantal gemeenten in NH kennelijk zelf een meldplicht hebben vastgelegd, hoe is mij niet bekend, misschien met een verordening o.i.d.

[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@ipo.nl>
Verzonden: woensdag 2 april 2025 08:37
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@ipo.nl>
Onderwerp: Re: Kwestie Staalslakken meldplicht

Beste [redacted] en [redacted],

Van [redacted] kreeg ik gisteravond een reactie. Uit de informatie van [redacted] blijkt dat de meldpicht al is vastgelegd. Bij [redacted] lees ik wat anders. Wat is het antwoord op onderstaande vraag van [redacted]

Beste [redacted]

Bedankt voor onderstaande informatie. Vraagje: in onderstaande mail staat dat er al een informatieplicht en meldplicht ís. Waarom wil de staatssecretaris dan een informatieplicht invoeren en waarom zouden wij dan een meldplicht willen invoeren?
Omgevingsdiensten geven aan graag een meldplicht te willen verplichten zodat ze beter kunnen ingrijpen als het misgaat t.a.v. de staalslakken. Ik ben dus enigszins in verwarring geraakt door jouw mail t.a.v. de informatie- en meldplicht. Is deze er nu wel of niet? Onderstaande een stuk van jouw tekst.

Groeten,

'Als staalslakken voldoen aan bepaalde eisen, kunnen ze als secundaire grondstoffen worden aangemerkt en in bepaalde gevallen een uitzondering krijgen van de strikte afvalregelgeving, maar er blijft een meld- en informatiedocumentatieplicht.'

Interprovinciaal Overleg
Strateeg/Public Affairs
Public Affairs en Communicatie
Herengracht 23
2511EG Den Haag
Tel: +316
Email: @ipo.nl

Interprovinciaal Overleg
van, voor en door provincies

Het nieuws van, voor en door provincies ontvangen? Meld je dan nu aan voor de IPO-Newsroom

Nieuws

De inhoud van dit bericht is vertrouwelijk en uitsluitend bestemd voor geadresseerde(n). Als u niet de bedoelde geadresseerde bent of deze e-mail per vergissing ontvangt, verzoeken wij u de verzender daarvan zo snel mogelijk op de hoogte te stellen en deze e-mail en de bijgevoegde bestanden te vernietigen. Het is niet toegestaan het bericht geheel of gedeeltelijk te verspreiden of aan derden door te sturen.

Van: <@ipo.nl>
Verzonden: maandag 31 maart 2025 19:46
Aan: <@tweedekamer.nl>
Onderwerp: Re: Staalslakken

Beste

Komt ie:

De **informatieplicht** en **meldplicht** voor staalslakken in Nederland zijn vastgelegd in de wetgeving rondom afvalstoffen en milieubescherming. Staalslakken, bijproducten van het staalproductieproces, vallen onder de regelgeving van het **Besluit beheer verpakte stoffen** en de **Afvalstoffenwet**.

Informatieplicht

De informatieplicht houdt in dat bedrijven die staalslakken produceren of verwerken, verplicht zijn om informatie te verstrekken over het gebruik en de eigenschappen van deze stoffen. Dit is bedoeld om te zorgen dat staalslakken op een veilige en verantwoorde manier worden beheerd en verwerkt, en dat er voldoende informatie beschikbaar is over mogelijke risico's voor het milieu en de gezondheid. De informatie kan onder andere betrekking hebben op:

- De samenstelling van de staalslakken.
- De verwerking of het gebruik van staalslakken.
- Eventuele risico's van de stoffen voor het milieu of de volksgezondheid.

Meldplicht

De meldplicht houdt in dat bedrijven die staalslakken verwerken, verplaatsen of gebruiken, bepaalde handelingen moeten melden bij de bevoegde autoriteiten. Dit kan bijvoorbeeld het geval zijn wanneer staalslakken als (milieu)risico worden beschouwd, of wanneer ze worden gebruikt in toepassingen die toezicht vereisen, zoals in de bouw of wegenbouw. De meldplicht heeft tot doel om het beheer van deze stoffen te reguleren en onrechtmatig gebruik of schade aan het milieu te voorkomen.

Specifieke Wet- en Regelgeving

- **Afvalstoffenwet (AW)**: Regelt de verwerking en het beheer van afvalstoffen, en is van toepassing op staalslakken die als afval worden aangemerkt.
- **Regeling Eisen Circulair Bouwen**: Specifieke richtlijnen voor het hergebruik van materialen, waaronder staalslakken, in de bouwsector.
- **Besluit bodemkwaliteit**: Dit regelt de kwaliteitseisen waaraan producten, zoals staalslakken die in de bodem worden toegepast, moeten voldoen.

Als staalslakken voldoen aan bepaalde eisen, kunnen ze als secundaire grondstoffen worden aangemerkt en in bepaalde gevallen een uitzondering krijgen van de strikte afvalregelgeving, maar er blijft een meld- en

informatiedocumentatieplicht.
Het is dus essentieel dat bedrijven zich houden aan deze verplichtingen, zowel voor het naleven van de wet als voor de bescherming van het milieu en de gezondheid.

[redacted]
Interprovinciaal Overleg

Strateeg/Public Affairs
Tel: +316[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: dinsdag 1 april 2025 11:08
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@ipo.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@ipo.nl>
Onderwerp: RE: Kwestie Staalslakken meldplicht

Hoi [redacted] en [redacted],

Onderstaande overwegende zou een motie om een meldplicht verplicht te stellen dus erg welkom zijn. Volle steun voor de actie van GL!

Groet,

[redacted]
Public affairs Den Haag
Zeeuwse overheden
06[redacted]
[redacted]@zeeland.nl

Provincie Zeeland

Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

---

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: dinsdag 1 april 2025 08:09
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; Velde, B.L.L. van der (Dick) <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@ipo.nl>
Onderwerp: RE: Kwestie Staalslakken meldplicht

Hoi [redacted],

Staalslakken, [redacted]
Zo heeft GS het ministerie verzocht om uit voorzorg geen staalslakken toe te passen in de Oosterschelde, in afwachting van nader onderzoek naar de uitloging van metalen en mogelijke effecten op de natuur. Dit naar aanleiding van een onderzoek waaruit bleek dat de toegepaste en wettelijk voorgeschreven meetmethode mogelijk onjuiste gegevens opleverde (te lage waarden). Overigens is uit verschillende wetenschappelijke onderzoeken aangetoond dat er geen effecten van uitloging van metalen door staalslakken op de natuur in de Oosterschelde zijn. Dit heeft vooral te maken met de grote verdunning die optreedt in de Oosterschelde (stroming). Bij toepassing van staalslakken op het land zien we wel veel problemen, meestal gerelateerd aan het verkeerd toepassen, waardoor contact met zoet oppervlaktewater plaatsvindt. Effecten die dan optreden hebben vooral te maken met de zuurgraad van het water en niet direct met uitloging van metalen. Maar dit probleem speelt feitelijk dus niet in de Oosterschelde.

Wij hebben de minister gevraagd om een meldplicht voor het toepassen van staalslakken wettelijk vast te stellen. Nu geldt er noch een informatieplicht en noch een meldplicht. Hierdoor is het volstrekt onbekend waar er wanneer en door wie staalslakken worden toegepast. Een meldplicht moet dat veranderen.

Er is inderdaad verschil tussen informatie- en meldplicht: Bij een meldplicht moet een melding gedaan worden voordat met werkzaamheden wordt gestart en is een activiteit verboden als er geen melding is gedaan. Bij een informatieplicht mag ook achteraf informatie aan de overheid worden verstrekt.

Zie ook Verschil meldingsplicht en informatieplicht - Helpcentrum - Omgevingsloket

Voldoende zo?

Met vriendelijke groet,

[redacted] | Unitmanager Milieu
T. +3 1 118 [redacted] M. [redacted] E. [redacted]@zeeland.nl

Provincie Zeeland
Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

---

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: maandag 31 maart 2025 16:49
Aan: Velde, B.L.L. van der (Dick) <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; \[redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@ipo.nl>
Onderwerp: Fw: Kwestie Staalslakken meldplicht

Dag [redacted], [redacted], collega's,

Een beleidsmedewerker van GroenLinks in de Tweede Kamer heeft lobbyist [redacted] van het IPO een vraag gesteld naar aanleiding van een oproep van [redacted] Hebben wij een mening over de motie die GroenLinks voorbereidt?

Met hartelijke groet,

[redacted]

Verzonden vanaf Outlook voor Android

Van: [redacted] <[redacted]@ipo.nl>
Verstuurd: maandag, maart 31, 2025 4:46:01 p.m.
Aan: [redacted] <[redacted]@ipo.nl>; [redacted] <[redacted]@ipo.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: Kwestie Staalslakken meldplicht

Beste [redacted] [redacted] en [redacted],

Zie de vraag van GroenLinks-PvdA hieronder. Weten jullie het verschil tussen informatieplicht en meldplicht staalslakken? Tweeminutendebat is woensdag.

Ik heb aangegeven dat ik het navraag en het laat weten.

[redacted]
Interprovinciaal Overleg

Strateeg/Public Affairs
Tel: +316 [redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@tweedekamer.nl>
Verzonden: maandag 31 maart 2025 16:40
Aan: [redacted] <[redacted]@ipo.nl>
Onderwerp: Staalslakken meldplicht

Beste [redacted]

Hoe bekend ben jij met de casus staalslakken? Wij zijn van plan een motie in te dienen deze week om een meldplicht verplicht in te voeren voor de toepassing van staalslakken in te voeren. In het recente artikel van de Groene werd ook verwezen naar hoe de provincie Zeeland – en ik neem aan dus Dick van de Velde – deze oproep ook had gedaan.

Indien jij hier meer over weet: zou jij kunnen uitleggen wat precies het verschil is tussen de informatieplicht en de meldplicht? En waarom de meldplicht effectiever is?

Ik hoor het graag!

Met vriendelijke groet,

[redacted]

Beleidsmedewerker Tweede Kamerfractie
Portefeuille: I&W (milieu en circulaire economie) & LNV (dierenwelzijn, gewasbescherming en pacht)
E: [redacted]@tweedekamer.nl

GROENLINKS PvdA

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

R Art. 5.2 lid 1

De informatie uit documenten betreft persoonlijke beleidsopvattingen. Onder persoonlijke beleidsopvattingen worden verstaan ambtelijke adviezen, visies, standpunten en overwegingen ten behoeve van intern beraad, niet zijnde feiten, prognoses, beleidsalternatieven, de gevolgen van een bepaald beleidsalternatief of andere onderdelen met een overwegend objectief karakter

Van: "[redacted]"
Verzonden: woensdag 2 april 2025 10:20
Aan: "[redacted]" <[redacted]@ipo.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@ipo.nl>
Onderwerp: RE: Kwestie Staalslakken meldplicht

Een meldplicht lijkt me dus veel steviger – proactief gebruik melden, ipv verplicht zijn er informatie over te verstrekken achteraf of wanneer gevraagd. Met een meldplicht weet je als handhaver dus ook wáár die dingen zijn gebruikt (nu komen ze nog wel eens per ongeluk tevoorschijn) en kun je dus ook checken of ze op de goede manier zijn gebruikt (want het probleem zit in het verkeerd toepassen). Daarom moeten we dus een meldplicht willen.

[redacted]
Public affairs Den Haag
Zeeuwse overheden
06[redacted]
[redacted]@zeeland.nl

Provincie Zeeland
Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

---

Van: [redacted] <[redacted]@ipo.nl>
Verzonden: woensdag 2 april 2025 09:41
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@ipo.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: Re: Kwestie Staalslakken meldplicht

Beste [redacted] Dank.

[redacted]
Interprovinciaal Overleg

Strateeg/Public Affairs
Tel: +316[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: woensdag 2 april 2025 09:37
Aan: [redacted] <[redacted]@ipo.nl>; [redacted] <[redacted]@ipo.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: Kwestie Staalslakken meldplicht

Informatieplicht onvoldoende - Omgevingsdienst NL

Meldplicht is er nog niet, zie artikel op OD-nl

Van: [redacted] <[redacted]@ipo.nl>
Verzonden: woensdag 2 april 2025 09:23
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: Re: Kwestie Staalslakken meldplicht

Beste [redacted]

Dank. Maar daarmee hebben we de vraag van het Kamerlid niet helemaal beantwoord. Kun jij ons uit de brand helpen [redacted]

[redacted]
Interprovinciaal Overleg

Strateeg/Public Affairs
Tel: +316[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: woensdag 2 april 2025 09:20
Aan: [redacted] <[redacted]@ipo.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@ipo.nl>
Onderwerp: RE: Kwestie Staalslakken meldplicht

Hier een aantal links, mixed signaal.

Meldplicht voor gebruik staalslakken Tata Steel in de maak
Staalslakken - Omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied

Als ik zo lees is er nog geen meldplicht, maar zou die wel in de maak zijn. En daarnaast zouden een aantal gemeenten in NH kennelijk zelf een meldplicht hebben vastgelegd, hoe is mij niet bekend, misschien met een verordening o.i.d.

[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@ipo.nl>
Verzonden: woensdag 2 april 2025 08:37
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@ipo.nl>
Onderwerp: Re: Kwestie Staalslakken meldplicht

Beste [redacted] en [redacted],

Van [redacted] kreeg ik gisteravond een reactie. Uit de informatie van [redacted] blijkt dat de meldpicht al is vastgelegd. Bij [redacted] lees ik wat anders. Wat is het antwoord op onderstaande vraag van [redacted]

Beste [redacted]

Bedankt voor onderstaande informatie. Vraagje: in onderstaande mail staat dat er al een informatieplicht en meldplicht ís. Waarom wil de staatssecretaris dan een informatieplicht invoeren en waarom zouden wij dan een meldplicht willen invoeren?
Omgevingsdiensten geven aan graag een meldplicht te willen verplichten zodat ze beter kunnen ingrijpen als het misgaat t.a.v. de staalslakken. Ik ben dus enigszins in verwarring geraakt door jouw mail t.a.v. de informatie- en meldplicht. Is deze er nu wel of niet? Onderstaande een stuk van jouw tekst.

Groeten,
[redacted]

'Als staalslakken voldoen aan bepaalde eisen, kunnen ze als secundaire grondstoffen worden aangemerkt en in bepaalde gevallen een uitzondering krijgen van de strikte afvalregelgeving, maar er blijft een meld- en informatiedocumentatieplicht.'

[redacted]
Interprovinciaal Overleg
Strateeg/Public Affairs
Public Affairs en Communicatie
Herengracht 23
2511EG Den Haag
Tel: +316[redacted]
Email: [redacted]@ipo.nl

Interprovinciaal Overleg
van, voor en door provincies

Het nieuws van, voor en door provincies ontvangen? Meld je dan nu aan voor de IPO-Newsroom

Nieuws

De inhoud van dit bericht is vertrouwelijk en uitsluitend bestemd voor geadresseerde(n). Als u niet de bedoelde geadresseerde bent of deze e-mail per vergissing ontvangt, verzoeken wij u de verzender daarvan zo snel mogelijk op de hoogte te stellen en deze e-mail en de bijgevoegde bestanden te vernietigen. Het is niet toegestaan het bericht geheel of gedeeltelijk te verspreiden of aan derden door te sturen.

Van: [redacted] <[redacted]@ipo.nl>
Verzonden: maandag 31 maart 2025 19:46

Aan: [redacted] <[redacted]@tweedekamer.nl>
Onderwerp: Re: Staalslakken

Beste [redacted]

Komt ie:

De **informatieplicht** en **meldplicht** voor staalslakken in Nederland zijn vastgelegd in de wetgeving rondom afvalstoffen en milieubescherming. Staalslakken, bijproducten van het staalproductieproces, vallen onder de regelgeving van het **Besluit beheer verpakte stoffen** en de **Afvalstoffenwet**.

Informatieplicht

De informatieplicht houdt in dat bedrijven die staalslakken produceren of verwerken, verplicht zijn om informatie te verstrekken over het gebruik en de eigenschappen van deze stoffen. Dit is bedoeld om te zorgen dat staalslakken op een veilige en verantwoorde manier worden beheerd en verwerkt, en dat er voldoende informatie beschikbaar is over mogelijke risico's voor het milieu en de gezondheid. De informatie kan onder andere betrekking hebben op:

- De samenstelling van de staalslakken.
- De verwerking of het gebruik van staalslakken.
- Eventuele risico's van de stoffen voor het milieu of de volksgezondheid.

Meldplicht

De meldplicht houdt in dat bedrijven die staalslakken verwerken, verplaatsen of gebruiken, bepaalde handelingen moeten melden bij de bevoegde autoriteiten. Dit kan bijvoorbeeld het geval zijn wanneer staalslakken als (milieu)risico worden beschouwd, of wanneer ze worden gebruikt in toepassingen die toezicht vereisen, zoals in de bouw of wegenbouw. De meldplicht heeft tot doel om het beheer van deze stoffen te reguleren en onrechtmatig gebruik of schade aan het milieu te voorkomen.

Specifieke Wet- en Regelgeving

- **Afvalstoffenwet (AW)**: Regelt de verwerking en het beheer van afvalstoffen, en is van toepassing op staalslakken die als afval worden aangemerkt.
- **Regeling Eisen Circulair Bouwen**: Specifieke richtlijnen voor het hergebruik van materialen, waaronder staalslakken, in de bouwsector.
- **Besluit bodemkwaliteit**: Dit regelt de kwaliteitseisen waaraan producten, zoals staalslakken die in de bodem worden toegepast, moeten voldoen.

Als staalslakken voldoen aan bepaalde eisen, kunnen ze als secundaire grondstoffen worden aangemerkt en in bepaalde gevallen een uitzondering krijgen van de strikte afvalregelgeving, maar er blijft een meld- en informatiedocumentatieplicht.
Het is dus essentieel dat bedrijven zich houden aan deze verplichtingen, zowel voor het naleven van de wet als voor de bescherming van het milieu en de gezondheid.

[redacted]
Interprovinciaal Overleg

Strateeg/Public Affairs
Tel: +316[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: dinsdag 1 april 2025 11:08
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@ipo.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@ipo.nl>
Onderwerp: RE: Kwestie Staalslakken meldplicht

Hoi [redacted] en [redacted],

Onderstaande overwegende zou een motie om een meldplicht verplicht te stellen dus erg welkom zijn. Volle steun voor de actie van GL!

Groet,

[redacted]

Public affairs Den Haag
Zeeuwse overheden
06 [redacted]
[redacted]@zeeland.nl

Provincie Zeeland

Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

---

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: dinsdag 1 april 2025 08:09
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; Velde, B.L.L. van der (Dick) <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@ipo.nl>
Onderwerp: RE: Kwestie Staalslakken meldplicht

Hoi [redacted],

Staalslakken, [redacted] Zo heeft GS het ministerie verzocht om uit voorzorg geen staalslakken toe te passen in de Oosterschelde, in afwachting van nader onderzoek naar de uitloging van metalen en mogelijke effecten op de natuur. Dit naar aanleiding van een onderzoek waaruit bleek dat de toegepaste en wettelijk voorgeschreven meetmethode mogelijk onjuiste gegevens opleverde (te lage waarden). Overigens is uit verschillende wetenschappelijke onderzoeken aangetoond dat er geen effecten van uitloging van metalen door staalslakken op de natuur in de Oosterschelde zijn. Dit heeft vooral te maken met de grote verdunning die optreedt in de Oosterschelde (stroming). Bij toepassing van staalslakken op het land zien we wel veel problemen, meestal gerelateerd aan het verkeerd toepassen, waardoor contact met zoet oppervlaktewater plaatsvindt. Effecten die dan optreden hebben vooral te maken met de zuurgraad van het water en niet direct met uitloging van metalen. Maar dit probleem speelt feitelijk dus niet in de Oosterschelde.

Wij hebben de minister gevraagd om een meldplicht voor het toepassen van staalslakken wettelijk vast te stellen. Nu geldt er noch een informatieplicht en noch een meldplicht. Hierdoor is het volstrekt onbekend waar er wanneer en door wie staalslakken worden toegepast. Een meldplicht moet dat veranderen.

Er is inderdaad verschil tussen informatie- en meldplicht: Bij een meldplicht moet een melding gedaan worden voordat met werkzaamheden wordt gestart en is een activiteit verboden als er geen melding is gedaan. Bij een informatieplicht mag ook achteraf informatie aan de overheid worden verstrekt.

Zie ook Verschil meldingsplicht en informatieplicht - Helpcentrum - Omgevingsloket

Voldoende zo?

Met vriendelijke groet,

[redacted] | Unitmanager Milieu
T. +3 1 118 [redacted] M. [redacted] [redacted]@zeeland.nl

Provincie Zeeland

Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

---

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: maandag 31 maart 2025 16:49
Aan: Velde, B.L.L. van der (Dick) <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@ipo.nl>
Onderwerp: Fw: Kwestie Staalslakken meldplicht

Dag [redacted], [redacted], collega's,

Een beleidsmedewerker van GroenLinks in de Tweede Kamer heeft lobbyist [redacted] van het IPO een vraag gesteld naar aanleiding van een oproep van [redacted] Hebben wij een mening over de motie die GroenLinks voorbereidt?

Met hartelijke groet,

[redacted]

Verzonden vanaf Outlook voor Android

Van: [redacted] <[redacted]@ipo.nl>
Verstuurd: maandag, maart 31, 2025 4:46:01 p.m.
Aan: [redacted] <[redacted]@ipo.nl>; [redacted] <[redacted]@ipo.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: Kwestie Staalslakken meldplicht

Beste [redacted] en [redacted],

Zie de vraag van GroenLinks-PvdA hieronder. Weten jullie het verschil tussen informatieplicht en meldplicht staalslakken? Tweeminutendebat is woensdag.

Ik heb aangegeven dat ik het navraag en het laat weten.

[redacted]
Interprovinciaal Overleg

Strateeg/Public Affairs
Tel: +316[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@tweedekamer.nl>
Verzonden: maandag 31 maart 2025 16:40
Aan: [redacted] <[redacted]@ipo.nl>
Onderwerp: Staalslakken meldplicht

Beste [redacted]

Hoe bekend ben jij met de casus staalslakken? Wij zijn van plan een motie in te dienen deze week om een meldplicht verplicht in te voeren voor de toepassing van staalslakken in te voeren. In het recente artikel van de Groene werd ook verwezen naar hoe de provincie Zeeland – en ik neem aan dus Dick van de Velde – deze oproep ook had gedaan.

Indien jij hier meer over weet: zou jij kunnen uitleggen wat precies het verschil is tussen de informatieplicht en de meldplicht? En waarom de meldplicht effectiever is?

Ik hoor het graag!

Met vriendelijke groet,

[redacted]

Beleidsmedewerker Tweede Kamerfractie
Portefeuille: I&W (milieu en circulaire economie) & LNV (dierenwelzijn, gewasbescherming en pacht)
E: [redacted]@tweedekamer.nl

GROENLINKS PvdA

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

R Art. 5.2 lid 1

De informatie uit documenten betreft persoonlijke beleidsopvattingen. Onder persoonlijke beleidsopvattingen worden verstaan ambtelijke adviezen, visies, standpunten en overwegingen ten behoeve van intern beraad, niet zijnde feiten, prognoses, beleidsalternatieven, de gevolgen van een bepaald beleidsalternatief of andere onderdelen met een overwegend objectief karakter

Van: "[redacted]" <[redacted]@ipo.nl>
Verzonden: maandag 7 april 2025 09:12
Aan: "[redacted]" <[redacted]@odnzkg.nl>; "[redacted]" <[redacted]@odnzkg.nl>; "[redacted]" <[redacted]@noord-holland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@ipo.nl>
Cc: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@noord-holland.nl>
Onderwerp: Re: Kwestie Staalslakken meldplicht -NH?

Beste [redacted],

Hartelijk dank. Het Tweede Kamerlid vroeg de informatie voor een Tweeminutendebat van vorige week. Dat ging niet door vanwege het lintjesdebat. Het Tweeminutendebat staat nu voor woensdag op de agenda. Hierdoor kan ik dit nog meegeven.

[redacted]
Interprovinciaal Overleg

Strateeg/Public Affairs
Tel: +316[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@odnzkg.nl>
Verzonden: maandag 7 april 2025 09:04
Aan: [redacted] <[redacted]@odnzkg.nl>; [redacted] <[redacted]@noord-holland.nl>; [redacted] <[redacted]@ipo.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@ipo.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@noord-holland.nl>
Onderwerp: RE: Kwestie Staalslakken meldplicht -NH?

U ontvangt niet vaak e-mail van [redacted]@odnzkg.nl. Ontdek waarom dit belangrijk is

Beste mensen,
Bij gebrek aan een landelijke meldplicht (of informatieplicht) voor staalslakken hebben de 8 gemeenten binnen ons werkgebied in hun omgevingsplan een meldplicht voor staalslakken opgenomen.
Eerst met voorbeschermingsregels, zodat de meldplicht per datum inwerkingtreding Omgevingswet van kracht is geworden.
Zie bijvoorbeeld het TAM-voorbereidingsbesluit staalslakken en grondstabilisatie Amsterdam via Regels op de kaart (Omgevingsloket)

of via Besluit van de raad van de gemeente Amsterdam houdende een voorbereidingsbesluit inzake het verbod op het toepassen van staalslakken en grondstabilisatie zonder voorafgaande melding (TAM-Voorbereidingsbesluit staalslakken en grondstabilisatie Amsterdam) | Lokale wet- en regelgeving

Deze voorbeschermingsregels worden nu omgezet naar definitieve regels in het omgevingsplan van de gemeenten. De voorbeschermingsregels vervallen namelijk na anderhalf jaar.

Met vriendelijke groet,

[redacted]

Jurist omgevingsrecht, specialisatie bodem
Team Juridische Expertise A
06-[redacted]

Werkdagen: maandag, dinsdag, woensdag en donderdag

Bezoekadres: Ebbehout 31, Zaandam (naast het NS-station)
Website: www.odnzkg.nl

Omgevingsdienst
noordzeekanaalgebied

De OD NZKG staat voor een duurzame, veilige en gezonde leefomgeving

Van: [redacted] <[redacted]@odnzkg.nl>
Verzonden: donderdag 3 april 2025 14:31
Aan: [redacted] <[redacted]@noord-holland.nl>; [redacted] <[redacted]@ipo.nl>; [redacted] <[redacted]@odnzkg.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@ipo.nl [redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@noord-holland.nl>
Onderwerp: RE: Kwestie Staalslakken meldplicht -NH?

Beste [redacted],

Wil hiervoor graag doorverwijzen naar [redacted] De jurist dit traject heeft uitgevoerd.

MVG
[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@noord-holland.nl>
Verzonden: donderdag 3 april 2025 14:18
Aan: [redacted] <[redacted]@ipo.nl>; [redacted] <[redacted]@odnzkg.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@ipo.nl [redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@noord-holland.nl>
Onderwerp: Re: Kwestie Staalslakken meldplicht -NH?

U ontvangt niet vaak e-mail van [redacted]@noord-holland.nl. Ontdek waarom dit belangrijk is

Hallo [redacted],

De OD NZKG heeft per 1 januari 2024 voor haar werkgebied een meldplicht voor het gebruik van staalslakken ingevoerd. Deze meldplicht gaat verder dan de nog in te voeren landelijke informatieplicht. Acht gemeenten in het werkingsgebied van de OD NZKG hebben - op verzoek van de OD NZKG - de meldplicht in hun 'Beleidskader bodem onder de Omgevingswet' vastgelegd. De OD IJmond heeft naar de gemeenten in hun werkgebied een voorstel gedaan om een meldplicht in te voeren zoals ook is opgenomen in de vastgestelde Nota bodembeheer. Op dit moment heeft Zandvoort dit ingevoerd. In de andere gemeentes is nog geen besluit genomen.

[redacted] kunnen ze met jouw contact opnemen voor hoe de invoering van de meldplicht voor staalslakken is georganiseerd?

Groet,

[redacted]

T (023) [redacted]
M (06) [redacted]
[redacted]@noord-holland.nl

Van: [redacted]
Verzonden: Donderdag, 3 April, 2025 13.25
Aan: [redacted]
CC: [redacted]
Onderwerp: FW: Kwestie Staalslakken meldplicht -NH?

Hallo [redacted],

Nav voorbereidingen van een motie van GL. Meerdere gemeenten in NH hebben blijkbaar een meldplicht voor staalslakken ingeregeld, weet jij of een collega hoe ze dit georganiseerd hebben toevallig?

Onze informatie is wat tegenstrijdig, en deels nog uit de WM tijd-niet OW.

Groeten [redacted]

[redacted]
Interprovinciaal Overleg
Beleidsadviseur
Tel: +316[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: woensdag 2 april 2025 09:21
Aan: [redacted] <[redacted]@ipo.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@ipo.nl>
Onderwerp: RE: Kwestie Staalslakken meldplicht

Hier een aantal links, mixed signaal.

Meldplicht voor gebruik staalslakken Tata Steel in de maak
Staalslakken - Omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied

Als ik zo lees is er nog geen meldplicht, maar zou die wel in de maak zijn. En daarnaast zouden een aantal gemeenten in NH kennelijk zelf een meldplicht hebben vastgelegd, hoe is mij niet bekend, misschien met een verordening o.i.d.

[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@ipo.nl>
Verzonden: woensdag 2 april 2025 08:37
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted]

[redacted]@ipo.nl>
Onderwerp: Re: Kwestie Staalslakken meldplicht

Beste [redacted] en [redacted],

Van [redacted] kreeg ik gisteravond een reactie. Uit de informatie van [redacted] blijkt dat de meldpicht al is vastgelegd. Bij [redacted] lees ik wat anders. Wat is het antwoord op onderstaande vraag van [redacted]

Beste [redacted]

Bedankt voor onderstaande informatie. Vraagje: in onderstaande mail staat dat er al een informatieplicht en meldplicht ís. Waarom wil de staatssecretaris dan een informatieplicht invoeren en waarom zouden wij dan een meldplicht willen invoeren?

Omgevingsdiensten geven aan graag een meldplicht te willen verplichten zodat ze beter kunnen ingrijpen als het misgaat t.a.v. de staalslakken. Ik ben dus enigszins in verwarring geraakt door jouw mail t.a.v. de informatie- en meldplicht. Is deze er nu wel of niet? Onderstaande een stuk van jouw tekst.

Groeten,

[redacted]

'Als staalslakken voldoen aan bepaalde eisen, kunnen ze als secundaire grondstoffen worden aangemerkt en in bepaalde gevallen een uitzondering krijgen van de strikte afvalregelgeving, maar er blijft een meld- en informatiedocumentatieplicht.'

[redacted]
Interprovinciaal Overleg
Strateeg/Public Affairs
Public Affairs en Communicatie
Herengracht 23
2511EG Den Haag
Tel: +316[redacted]
Email: [redacted]@ipo.nl

Interprovinciaal Overleg
van, voor en door provincies

Het nieuws van, voor en door provincies ontvangen? Meld je dan nu aan voor de IPO-Newsroom

Nieuws

De inhoud van dit bericht is vertrouwelijk en uitsluitend bestemd voor geadresseerde(n). Als u niet de bedoelde geadresseerde bent of deze e-mail per vergissing ontvangt, verzoeken wij u de verzender daarvan zo snel mogelijk op de hoogte te stellen en deze e-mail en de bijgevoegde bestanden te vernietigen. Het is niet toegestaan het bericht geheel of gedeeltelijk te verspreiden of aan derden door te sturen.

Van: [redacted] <[redacted]@ipo.nl>
Verzonden: maandag 31 maart 2025 19:46
Aan: [redacted], Elisabeth <[redacted]@tweedekamer.nl>
Onderwerp: Re: Staalslakken

Beste [redacted]

Komt ie:

De **informatieplicht** en **meldplicht** voor staalslakken in Nederland zijn vastgelegd in de wetgeving rondom afvalstoffen en milieubescherming. Staalslakken, bijproducten van het staalproductieproces, vallen onder de regelgeving van het **Besluit beheer verpakte stoffen** en de **Afvalstoffenwet**.

Informatieplicht

De informatieplicht houdt in dat bedrijven die staalslakken produceren of verwerken, verplicht zijn om informatie te verstrekken over het gebruik en de eigenschappen van deze stoffen. Dit is bedoeld om te zorgen dat staalslakken op een veilige en verantwoorde manier worden beheerd en verwerkt, en dat er voldoende informatie beschikbaar is over mogelijke risico's voor het milieu en de gezondheid. De informatie kan onder andere betrekking hebben op:

- De samenstelling van de staalslakken.
- De verwerking of het gebruik van staalslakken.
- Eventuele risico's van de stoffen voor het milieu of de volksgezondheid.

Meldplicht

De meldplicht houdt in dat bedrijven die staalslakken verwerken, verplaatsen of gebruiken, bepaalde handelingen moeten melden bij de bevoegde autoriteiten. Dit kan bijvoorbeeld het geval zijn wanneer staalslakken als (milieu)risico worden beschouwd, of wanneer ze worden gebruikt in toepassingen die toezicht vereisen, zoals in de bouw of wegenbouw. De meldplicht heeft tot doel om het beheer van deze stoffen te reguleren en onrechtmatig gebruik of schade aan het milieu te voorkomen.

Specifieke Wet- en Regelgeving

- **Afvalstoffenwet (AW)**: Regelt de verwerking en het beheer van afvalstoffen, en is van toepassing op staalslakken die als afval worden aangemerkt.
- **Regeling Eisen Circulair Bouwen**: Specifieke richtlijnen voor het hergebruik van materialen, waaronder staalslakken, in de bouwsector.
- **Besluit bodemkwaliteit**: Dit regelt de kwaliteitseisen waaraan producten, zoals staalslakken die in de bodem worden toegepast, moeten voldoen.

Als staalslakken voldoen aan bepaalde eisen, kunnen ze als secundaire grondstoffen worden aangemerkt en in bepaalde gevallen een uitzondering krijgen van de strikte afvalregelgeving, maar er blijft een meld- en informatiedocumentatieplicht.

Het is dus essentieel dat bedrijven zich houden aan deze verplichtingen, zowel voor het naleven van de wet als voor de bescherming van het milieu en de gezondheid.

[redacted]
Interprovinciaal Overleg

Strateeg/Public Affairs
Tel: +316[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: dinsdag 1 april 2025 11:08
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@ipo.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@ipo.nl>
Onderwerp: RE: Kwestie Staalslakken meldplicht

Hoi [redacted] en [redacted],

Onderstaande overwegende zou een motie om een meldplicht verplicht te stellen dus erg welkom zijn. Volle steun voor de actie van GL!

Groet,

[redacted]

[redacted]

Public affairs Den Haag

Zeeuwse overheden

06[redacted]

[redacted]@zeeland.nl

Provincie Zeeland

Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: dinsdag 1 april 2025 08:09
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; Velde, B.L.L. van der (Dick) <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@ipo.nl>
Onderwerp: RE: Kwestie Staalslakken meldplicht

Hoi [redacted],

Staalslakken, [redacted]. Zo heeft GS het ministerie verzocht om uit voorzorg geen staalslakken toe te passen in de Oosterschelde, in afwachting van nader onderzoek naar de uitloging van metalen en mogelijke effecten op de natuur. Dit naar aanleiding van een onderzoek waaruit bleek dat de toegepaste en wettelijk voorgeschreven meetmethode mogelijk onjuiste gegevens opleverde (te lage waarden). Overigens is uit verschillende wetenschappelijke onderzoeken aangetoond dat er geen effecten van uitloging van metalen door staalslakken op de natuur in de Oosterschelde zijn. Dit heeft vooral te maken met de grote verdunning die optreedt in de Oosterschelde (stroming). Bij toepassing van staalslakken op het land zien we wel veel problemen, meestal gerelateerd aan het verkeerd toepassen, waardoor contact met zoet oppervlaktewater plaatsvindt. Effecten die dan optreden hebben vooral te maken met de zuurgraad van het water en niet direct met uitloging van metalen. Maar dit probleem speelt feitelijk dus niet in de Oosterschelde.

Wij hebben de minister gevraagd om een meldplicht voor het toepassen van staalslakken wettelijk vast te stellen. Nu geldt er noch een informatieplicht en noch een meldplicht. Hierdoor is het volstrekt onbekend waar er wanneer en door wie staalslakken worden toegepast. Een meldplicht moet dat veranderen.

Er is inderdaad verschil tussen informatie- en meldplicht: Bij een meldplicht moet een melding gedaan worden voordat met werkzaamheden wordt gestart en is een activiteit verboden als er geen melding is gedaan. Bij een informatieplicht mag ook achteraf informatie aan de overheid worden verstrekt.

Zie ook Verschil meldingsplicht en informatieplicht - Helpcentrum - Omgevingsloket

Voldoende zo?

Met vriendelijke groet,

[redacted] | Unitmanager Milieu

T. +3 1 118 [redacted] M. [redacted] E. [redacted]@zeeland.nl

Provincie Zeeland

Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

---

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: maandag 31 maart 2025 16:49
Aan: Velde, B.L.L. van der (Dick) <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@ipo.nl>
Onderwerp: Fw: Kwestie Staalslakken meldplicht

Dag [redacted], [redacted], collega's,

Een beleidsmedewerker van GroenLinks in de Tweede Kamer heeft lobbyist [redacted] van het IPO een vraag gesteld naar aanleiding van een oproep van [redacted] Hebben wij een mening over de motie die GroenLinks voorbereidt?

Met hartelijke groet,

[redacted]

Verzonden vanaf Outlook voor Android

Van: [redacted] <[redacted]@ipo.nl>
Verstuurd: maandag, maart 31, 2025 4:46:01 p.m.
Aan: [redacted] <[redacted]@ipo.nl>; [redacted] <[redacted]@ipo.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: Kwestie Staalslakken meldplicht

Beste [redacted], [redacted] en [redacted],

Zie de vraag van GroenLinks-PvdA hieronder. Weten jullie het verschil tussen informatieplicht en meldplicht staalslakken? Tweeminutendebat is woensdag.

Ik heb aangegeven dat ik het navraag en het laat weten.

[redacted]
Interprovinciaal Overleg

Strateeg/Public Affairs
Tel: +316[redacted]

Van: [redacted], [redacted] <[redacted]@tweedekamer.nl>
Verzonden: maandag 31 maart 2025 16:40
Aan: [redacted] <[redacted]@ipo.nl>
Onderwerp: Staalslakken meldplicht

Beste [redacted]

Hoe bekend ben jij met de casus staalslakken? Wij zijn van plan een motie in te dienen deze week om een meldplicht verplicht in te voeren voor de toepassing van staalslakken in te voeren. In het recente artikel van de Groene werd ook verwezen naar hoe de provincie Zeeland – en ik neem aan dus Dick van de Velde – deze oproep ook had gedaan.

Indien jij hier meer over weet: zou jij kunnen uitleggen wat precies het verschil is tussen de informatieplicht en de meldplicht? En waarom de meldplicht effectiever is?

Ik hoor het graag!

Met vriendelijke groet,

[redacted]

Beleidsmedewerker Tweede Kamerfractie

Portefeuille: I&W (milieu en circulaire economie) & LNV (dierenwelzijn, gewasbescherming en pacht)

E: [redacted]@tweedekamer.nl

GROENLINKS PvdA

Denk aan het milieu voor u besluit deze mail te printen!

Aanvragen, meldingen, zienswijzen, klachten, verzoeken Wet open overheid en verzoeken om informatie, kunnen uitsluitend via de daarvoor bestemde formulieren op digitale wijze worden ingediend en niet via dit e-mailadres. Als een digitaal formulier is ingediend wordt er een zaak aangemaakt in ons systeem. Verdere digitale communicatie vindt uitsluitend via de zaak plaats. Stukken of reacties die naar dit e-mailadres worden verzonden worden als niet ontvangen beschouwd, en er gaan geen wettelijke termijnen lopen. Informatie over de digitale werkwijze en de digitale bereikbaarheid van de Omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied is beschikbaar op de website van de OD NZKG. Aan deze e-mail kunnen geen rechten worden ontleend. De Omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied sluit iedere aansprakelijkheid uit die voortvloeit uit de elektronische verzending van dit bericht en de bijlage(n). De inhoud van dit e-mailbericht (en de bijlagen) is uitsluitend bestemd voor de geadresseerde(n). Ontvangt u dit bericht ten onrechte? Dan verzoeken wij u de afzender hierover te informeren en het bericht te verwijderen. De Omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied staat er niet voor in dat de integriteit van dit bericht behouden is gebleven. Ook garanderen wij niet dat dit bericht en de bijlage(n) vrij is van virussen, niet is onderschept of vatbaar is geweest voor tussenkomst (door derden).

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

R Art. 5.2 lid 1

De informatie uit documenten betreft persoonlijke beleidsopvattingen. Onder persoonlijke beleidsopvattingen worden verstaan ambtelijke adviezen, visies, standpunten en overwegingen ten behoeve van intern beraad, niet zijnde feiten, prognoses, beleidsalternatieven, de gevolgen van een bepaald beleidsalternatief of andere onderdelen met een overwegend objectief karakter

Van: "[redacted]" <[redacted]@ipo.nl>
Verzonden: woensdag 9 april 2025 15:45
Aan: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@odnzkg.nl>; "[redacted]" <[redacted]@odnzkg.nl>; "[redacted]" <[redacted]@noord-holland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@ipo.nl>
Cc: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@noord-holland.nl>
Onderwerp: Re: Kwestie Staalslakken meldplicht -NH?

Heeft niet meegetekend.

[redacted]
Interprovinciaal Overleg

Strateeg/Public Affairs
Tel: +316[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: woensdag 9 april 2025 15:43
Aan: [redacted] <[redacted]@ipo.nl>; [redacted] <[redacted]@odnzkg.nl>; [redacted] <[redacted]@odnzkg.nl>; [redacted] <[redacted]@noord-holland.nl>; [redacted] <[redacted]@ipo.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@noord-holland.nl>
Onderwerp: Re: Kwestie Staalslakken meldplicht -NH?

Is de VVD al mee?

Verzonden vanaf Outlook voor Android

From: [redacted] <[redacted]@ipo.nl>
Sent: Wednesday, April 9, 2025 3:42:07 PM
To: [redacted] <[redacted]@odnzkg.nl>; [redacted] <[redacted]@odnzkg.nl>; [redacted] <[redacted]@noord-holland.nl>; [redacted] <[redacted]@ipo.nl>
Cc: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@noord-holland.nl>
Subject: Re: Kwestie Staalslakken meldplicht -NH?

Beste mensen,

In de bijlage woordelijk verslag over het indienen vandaag van de motie en het antwoord van de staatssecretaris. Onder de motie staat al de steun van 70 Kamerleden. Mocht Boutkan van de PVV aansluiten dan is dat voldoende.

[redacted]
Interprovinciaal Overleg

Strateeg/Public Affairs
Tel: +316[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@odnzkg.nl>
Verzonden: maandag 7 april 2025 09:04
Aan: [redacted] <[redacted]@odnzkg.nl>; [redacted] <[redacted]@noord-holland.nl>; [redacted] <[redacted]@ipo.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@ipo.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@noord-holland.nl>
Onderwerp: RE: Kwestie Staalslakken meldplicht -NH?

U ontvangt niet vaak e-mail van [redacted]@odnzkg.nl. Ontdek waarom dit belangrijk is

Beste mensen,
Bij gebrek aan een landelijke meldplicht (of informatieplicht) voor staalslakken hebben de 8 gemeenten binnen ons werkgebied in hun omgevingsplan een meldplicht voor staalslakken opgenomen.
Eerst met voorbeschermingsregels, zodat de meldplicht per datum inwerkingtreding Omgevingswet van kracht is geworden.
Zie bijvoorbeeld het TAM-voorbereidingsbesluit staalslakken en grondstabilisatie Amsterdam via Regels op de kaart (Omgevingsloket)

of via Besluit van de raad van de gemeente Amsterdam houdende een voorbereidingsbesluit inzake het verbod op het toepassen van staalslakken en grondstabilisatie zonder voorafgaande melding (TAM-Voorbereidingsbesluit staalslakken en grondstabilisatie Amsterdam) | Lokale wet- en regelgeving

Deze voorbeschermingsregels worden nu omgezet naar definitieve regels in het omgevingsplan van de gemeenten. De voorbeschermingsregels vervallen namelijk na anderhalf jaar.

Met vriendelijke groet,
[redacted]

Jurist omgevingsrecht, specialisatie bodem
Team Juridische Expertise A
06-[redacted]

Werkdagen: maandag, dinsdag, woensdag en donderdag

Bezoekadres: Ebbehout 31, Zaandam (naast het NS-station)
Website: www.odnzkg.nl

Omgevingsdienst
noordzeekanaalgebied

De OD NZKG staat voor een duurzame, veilige en gezonde leefomgeving

---

Van: [redacted] <[redacted]@odnzkg.nl>
Verzonden: donderdag 3 april 2025 14:31
Aan: [redacted] <[redacted]@noord-holland.nl>; [redacted] <[redacted]@ipo.nl>; [redacted] <[redacted]@odnzkg.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@ipo.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@noord-holland.nl>
Onderwerp: RE: Kwestie Staalslakken meldplicht -NH?

Beste [redacted],

Wil hiervoor graag doorverwijzen naar [redacted] De jurist dit traject heeft uitgevoerd.

MVG
[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@noord-holland.nl>
Verzonden: donderdag 3 april 2025 14:18
Aan: [redacted] <[redacted]@ipo.nl>; [redacted] <[redacted]@odnzkg.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@ipo.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@noord-holland.nl>
Onderwerp: Re: Kwestie Staalslakken meldplicht -NH?

U ontvangt niet vaak e-mail van [redacted]@noord-holland.nl. Ontdek waarom dit belangrijk is

Hallo [redacted],

De OD NZKG heeft per 1 januari 2024 voor haar werkgebied een meldplicht voor het gebruik van staalslakken ingevoerd. Deze meldplicht gaat verder dan de nog in te voeren landelijke informatieplicht. Acht gemeenten in het werkingsgebied van de OD NZKG hebben - op verzoek van de OD NZKG - de meldplicht in hun 'Beleidskader bodem onder de Omgevingswet' vastgelegd. De OD IJmond heeft naar de gemeenten in hun werkgebied een voorstel gedaan om een meldplicht in te voeren zoals ook is opgenomen in de vastgestelde Nota bodembeheer. Op dit moment heeft Zandvoort dit ingevoerd. In de andere gemeentes is nog geen besluit genomen.

@[redacted] kunnen ze met jouw contact opnemen voor hoe de invoering van de meldplicht voor staalslakken is georganiseerd?

Groet,

[redacted]

T (023) [redacted]
M (06) [redacted]
[redacted]@noord-holland.nl

Van: [redacted]
Verzonden: Donderdag, 3 April, 2025 13.25
Aan: [redacted]
CC: [redacted]
Onderwerp: FW: Kwestie Staalslakken meldplicht -NH?

Hallo [redacted],

Nav voorbereidingen van een motie van GL. Meerdere gemeenten in NH hebben blijkbaar een meldplicht voor staalslakken ingeregeld, weet jij of een collega hoe ze dit georganiseerd hebben toevallig?

Onze informatie is wat tegenstrijdig, en deels nog uit de WM tijd-niet OW.

Groeten [redacted]

[redacted]
Interprovinciaal Overleg
Beleidsadviseur
Tel: +316 [redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: woensdag 2 april 2025 09:21
Aan: [redacted] <[redacted]@ipo.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@ipo.nl>
Onderwerp: RE: Kwestie Staalslakken meldplicht

Hier een aantal links, mixed signaal.

Meldplicht voor gebruik staalslakken Tata Steel in de maak
Staalslakken - Omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied

Als ik zo lees is er nog geen meldplicht, maar zou die wel in de maak zijn. En daarnaast zouden een aantal gemeenten in NH kennelijk zelf een meldplicht hebben vastgelegd, hoe is mij niet bekend, misschien met een verordening o.i.d.

[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@ipo.nl>
Verzonden: woensdag 2 april 2025 08:37
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@ipo.nl>
Onderwerp: Re: Kwestie Staalslakken meldplicht

Beste [redacted] en [redacted],

Van [redacted] kreeg ik gisteravond een reactie. Uit de informatie van [redacted] blijkt dat de meldpicht al is vastgelegd. Bij [redacted] lees ik wat anders. Wat is het antwoord op onderstaande vraag van [redacted]

Beste [redacted],

Bedankt voor onderstaande informatie. Vraagje: in onderstaande mail staat dat er al een informatieplicht en meldplicht ís. Waarom wil de staatssecretaris dan een informatieplicht invoeren en waarom zouden wij dan een meldplicht willen invoeren?

Omgevingsdiensten geven aan graag een meldplicht te willen verplichten zodat ze beter kunnen ingrijpen als het misgaat t.a.v. de staalslakken. Ik ben dus enigszins in verwarring geraakt door jouw mail t.a.v. de informatie- en meldplicht. Is deze er nu wel of niet? Onderstaande een stuk van jouw tekst.

Groeten,

'Als staalslakken voldoen aan bepaalde eisen, kunnen ze als secundaire grondstoffen worden aangemerkt en in bepaalde gevallen een uitzondering krijgen van de strikte afvalregelgeving, maar er blijft een meld- en informatiedocumentatieplicht.'

Interprovinciaal Overleg
Strateeg/Public Affairs
Public Affairs en Communicatie
Herengracht 23
2511EG Den Haag
Tel: +316
Email: @ipo.nl

Interprovinciaal Overleg
van, voor en door provincies

Het nieuws van, voor en door provincies ontvangen? Meld je dan nu aan voor de IPO-Newsroom

Nieuws

De inhoud van dit bericht is vertrouwelijk en uitsluitend bestemd voor geadresseerde(n). Als u niet de bedoelde geadresseerde bent of deze e-mail per vergissing ontvangt, verzoeken wij u de verzender daarvan zo snel mogelijk op de hoogte te stellen en deze e-mail en de bijgevoegde bestanden te vernietigen. Het is niet toegestaan het bericht geheel of gedeeltelijk te verspreiden of aan derden door te sturen.

Van: <@ipo.nl>
Verzonden: maandag 31 maart 2025 19:46
Aan: , <@tweedekamer.nl>
Onderwerp: Re: Staalslakken

Beste

Komt ie:

De **informatieplicht** en **meldplicht** voor staalslakken in Nederland zijn vastgelegd in de wetgeving rondom afvalstoffen en milieubescherming. Staalslakken, bijproducten van het staalproductieproces, vallen onder de regelgeving van het **Besluit beheer verpakte stoffen** en de **Afvalstoffenwet**.

Informatieplicht

De informatieplicht houdt in dat bedrijven die staalslakken produceren of verwerken, verplicht zijn om informatie te verstrekken over het gebruik en de eigenschappen van deze stoffen. Dit is bedoeld om te zorgen dat staalslakken op een

veilige en verantwoorde manier worden beheerd en verwerkt, en dat er voldoende informatie beschikbaar is over mogelijke risico's voor het milieu en de gezondheid. De informatie kan onder andere betrekking hebben op:

- De samenstelling van de staalslakken.
- De verwerking of het gebruik van staalslakken.
- Eventuele risico's van de stoffen voor het milieu of de volksgezondheid.

Meldplicht

De meldplicht houdt in dat bedrijven die staalslakken verwerken, verplaatsen of gebruiken, bepaalde handelingen moeten melden bij de bevoegde autoriteiten. Dit kan bijvoorbeeld het geval zijn wanneer staalslakken als (milieu)risico worden beschouwd, of wanneer ze worden gebruikt in toepassingen die toezicht vereisen, zoals in de bouw of wegenbouw. De meldplicht heeft tot doel om het beheer van deze stoffen te reguleren en onrechtmatig gebruik of schade aan het milieu te voorkomen.

Specifieke Wet- en Regelgeving

- **Afvalstoffenwet (AW)**: Regelt de verwerking en het beheer van afvalstoffen, en is van toepassing op staalslakken die als afval worden aangemerkt.
- **Regeling Eisen Circulair Bouwen**: Specifieke richtlijnen voor het hergebruik van materialen, waaronder staalslakken, in de bouwsector.
- **Besluit bodemkwaliteit**: Dit regelt de kwaliteitseisen waaraan producten, zoals staalslakken die in de bodem worden toegepast, moeten voldoen.

Als staalslakken voldoen aan bepaalde eisen, kunnen ze als secundaire grondstoffen worden aangemerkt en in bepaalde gevallen een uitzondering krijgen van de strikte afvalregelgeving, maar er blijft een meld- en informatiedocumentatieplicht.

Het is dus essentieel dat bedrijven zich houden aan deze verplichtingen, zowel voor het naleven van de wet als voor de bescherming van het milieu en de gezondheid.

[redacted]
Interprovinciaal Overleg

Strateeg/Public Affairs
Tel: +316[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: dinsdag 1 april 2025 11:08
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@ipo.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@ipo.nl>
Onderwerp: RE: Kwestie Staalslakken meldplicht

Hoi [redacted] en [redacted],

Onderstaande overwegende zou een motie om een meldplicht verplicht te stellen dus erg welkom zijn. Volle steun voor de actie van GL!

Groet,

[redacted]

[redacted]

Public affairs Den Haag

Zeeuwse overheden

06[redacted]

[redacted]@zeeland.nl

Provincie Zeeland

Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

---

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: dinsdag 1 april 2025 08:09
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; Velde, B.L.L. van der (Dick) <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@ipo.nl>
Onderwerp: RE: Kwestie Staalslakken meldplicht

Hoi [redacted],

Staalslakken[redacted]Zo heeft GS het ministerie verzocht om uit voorzorg geen staalslakken toe te passen in de Oosterschelde, in afwachting van nader onderzoek naar de uitloging van metalen en mogelijke effecten op de natuur. Dit naar aanleiding van een onderzoek waaruit bleek dat de toegepaste en wettelijk voorgeschreven meetmethode mogelijk onjuiste gegevens opleverde (te lage waarden). Overigens is uit verschillende wetenschappelijke onderzoeken aangetoond dat er geen effecten van uitloging van metalen door staalslakken op de natuur in de Oosterschelde zijn. Dit heeft vooral te maken met de grote verdunning die optreedt in de Oosterschelde (stroming). Bij toepassing van staalslakken op het land zien we wel veel problemen, meestal gerelateerd aan het verkeerd toepassen, waardoor contact met zoet oppervlaktewater plaatsvindt. Effecten die dan optreden hebben vooral te maken met de zuurgraad van het water en niet direct met uitloging van metalen. Maar dit probleem speelt feitelijk dus niet in de Oosterschelde.

Wij hebben de minister gevraagd om een meldplicht voor het toepassen van staalslakken wettelijk vast te stellen. Nu geldt er noch een informatieplicht en noch een meldplicht. Hierdoor is het volstrekt onbekend waar er wanneer en door wie staalslakken worden toegepast. Een meldplicht moet dat veranderen.

Er is inderdaad verschil tussen informatie- en meldplicht: Bij een meldplicht moet een melding gedaan worden voordat met werkzaamheden wordt gestart en is een activiteit verboden als er geen melding is gedaan. Bij een informatieplicht mag ook achteraf informatie aan de overheid worden verstrekt.

Zie ook Verschil meldingsplicht en informatieplicht - Helpcentrum - Omgevingsloket

Voldoende zo?

Met vriendelijke groet,

[redacted] | Unitmanager Milieu

T. +3 1 118 [redacted] M. [redacted] E. [redacted]@zeeland.nl

Provincie Zeeland

Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

---

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: maandag 31 maart 2025 16:49
Aan: Velde, B.L.L. van der (Dick) <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@ipo.nl>
Onderwerp: Fw: Kwestie Staalslakken meldplicht

Dag [redacted], [redacted], collega's,

Een beleidsmedewerker van GroenLinks in de Tweede Kamer heeft lobbyist [redacted] van het IPO een vraag gesteld naar aanleiding van een oproep van [redacted] Hebben wij een mening over de motie die GroenLinks voorbereidt?

Met hartelijke groet,

[redacted]

Verzonden vanaf Outlook voor Android

Van: [redacted] <[redacted]@ipo.nl>
Verstuurd: maandag, maart 31, 2025 4:46:01 p.m.
Aan: [redacted] <[redacted]@ipo.nl>; [redacted] <[redacted]@ipo.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: Kwestie Staalslakken meldplicht

Beste [redacted] en [redacted],

Zie de vraag van GroenLinks-PvdA hieronder. Weten jullie het verschil tussen informatieplicht en meldplicht staalslakken? Tweeminutendebat is woensdag.

Ik heb aangegeven dat ik het navraag en het laat weten.

[redacted]
Interprovinciaal Overleg

Strateeg/Public Affairs
Tel: +316[redacted]

Van: [redacted], [redacted] <[redacted]@tweedekamer.nl>
Verzonden: maandag 31 maart 2025 16:40
Aan: [redacted] <[redacted]@ipo.nl>
Onderwerp: Staalslakken meldplicht

Beste [redacted]

Hoe bekend ben jij met de casus staalslakken? Wij zijn van plan een motie in te dienen deze week om een meldplicht verplicht in te voeren voor de toepassing van staalslakken in te voeren. In het recente artikel van de Groene werd ook verwezen naar hoe de provincie Zeeland – en ik neem aan dus Dick van de Velde – deze oproep ook had gedaan.

Indien jij hier meer over weet: zou jij kunnen uitleggen wat precies het verschil is tussen de informatieplicht en de meldplicht? En waarom de meldplicht effectiever is?

Ik hoor het graag!

Met vriendelijke groet,

[redacted]

Beleidsmedewerker Tweede Kamerfractie

Portefeuille: I&W (milieu en circulaire economie) & LNV (dierenwelzijn, gewasbescherming en pacht)

E: [redacted]@tweedekamer.nl

GROENLINKS PvdA

Denk aan het milieu voor u besluit deze mail te printen!

Aanvragen, meldingen, zienswijzen, klachten, verzoeken Wet open overheid en verzoeken om informatie, kunnen uitsluitend via de daarvoor bestemde formulieren op digitale wijze worden ingediend en niet via dit e-mailadres. Als een digitaal formulier is ingediend wordt er een zaak aangemaakt in ons systeem. Verdere digitale communicatie vindt uitsluitend via de zaak plaats. Stukken of reacties die naar dit e-mailadres worden verzonden worden als niet ontvangen beschouwd, en er gaan geen wettelijke termijnen lopen. Informatie over de digitale werkwijze en de digitale bereikbaarheid van de Omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied is beschikbaar op de website van de OD NZKG. Aan deze e-mail kunnen geen rechten worden ontleend. De Omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied sluit iedere aansprakelijkheid uit die voortvloeit uit de elektronische verzending van dit bericht en de bijlage(n). De inhoud van dit e-mailbericht (en de bijlagen) is uitsluitend bestemd voor de geadresseerde(n). Ontvangt u dit bericht ten onrechte? Dan verzoeken wij u de afzender hierover te informeren en het bericht te verwijderen. De Omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied staat er niet voor in dat de integriteit van dit bericht behouden is gebleven. Ook garanderen wij niet dat dit bericht en de bijlage(n) vrij is van virussen, niet is onderschept of vatbaar is geweest voor tussenkomst (door derden).

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

R Art. 5.2 lid 1

De informatie uit documenten betreft persoonlijke beleidsopvattingen. Onder persoonlijke beleidsopvattingen worden verstaan ambtelijke adviezen, visies, standpunten en overwegingen ten behoeve van intern beraad, niet zijnde feiten, prognoses, beleidsalternatieven, de gevolgen van een bepaald beleidsalternatief of andere onderdelen met een overwegend objectief karakter

Van: "[redacted]"
Verzonden: woensdag 16 april 2025 07:49
Aan: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: Kwestie Staalslakken meldplicht -NH?

Wat ik me wel afvraag is over welk gebied gemeenten iets hebben te zeggen. Gaat het hier vooral om bijvoorbeeld het toepassen van staalslakken in funderingen van wegen en gebouwen? Want daar hebben gemeenten iets van te vinden. In Zeeland is het vooral de toepassing van staalslakken in oeverbeschoeiingen die ons zorgen baart volgens mij, en daar hebben de gemeenten niet veel zeggenschap. Daar hebben we vooral te maken met Rijkswaterstaat en het waterschap. Als we dat duidelijk kunnen krijgen is het wellicht een optie om bij de gemeenten eens te polsen in het Ambtelijk bijpraatmoment PFAS? Dan hebben we een mooie club bij elkaar die bijna allemaal zijn gelegen aan de Westerschelde of de Oosterschelde.

Mvg, [redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: dinsdag 15 april 2025 18:23
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: Re: Kwestie Staalslakken meldplicht -NH?

Ha dames,

Idd kennelijk kunnen gemeenten zelf een meldplicht opleggen. Interessante optie als dat niet landelijk gebeurd.

[redacted]

Verzonden vanuit Outlook voor iOS

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: Tuesday, April 15, 2025 4:28:11 PM
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: Kwestie Staalslakken meldplicht -NH?

Ik neem het aanhouden van de motie nog even mee in jouw stuk voor [redacted]
@[redacted] Begrijp ik uit de onderliggende mails dat gemeenten zelf een meldplicht kunnen opleggen?

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: dinsdag 15 april 2025 16:22
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: Kwestie Staalslakken meldplicht -NH?

[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: dinsdag 15 april 2025 16:17
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: FW: Kwestie Staalslakken meldplicht -NH?

Van: [redacted] <[redacted]@ipo.nl>
Verzonden: dinsdag 15 april 2025 15:46
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@odnzkg.nl>; [redacted] <[redacted]@odnzkg.nl>; [redacted] <[redacted]@noord-holland.nl>; [redacted] <[redacted]@ipo.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@noord-holland.nl>
Onderwerp: Re: Kwestie Staalslakken meldplicht -NH?

Beste collega's,

De motie over de meldplicht voor het gebruik van staalslakken is vanmiddag aangehouden door [redacted] Hij heeft zo te zien nog niet voldoende steun maar geeft de moed nog niet op.

[redacted]
Interprovinciaal Overleg

Strateeg/Public Affairs
Tel: +316

Van: <@zeeland.nl>
Verzonden: woensdag 9 april 2025 15:43
Aan: <@ipo.nl>; <@odnzkg.nl>; <@odnzkg.nl>; <@noord-holland.nl>; <@ipo.nl>
CC: <@zeeland.nl>; <@noord-holland.nl>
Onderwerp: Re: Kwestie Staalslakken meldplicht -NH?

Is de VVD al mee?

Verzonden vanaf Outlook voor Android

From: <@ipo.nl>
Sent: Wednesday, April 9, 2025 3:42:07 PM
To: <@odnzkg.nl>; <@odnzkg.nl>; <@noord-holland.nl>; <@ipo.nl>
Cc: <@zeeland.nl>; <@zeeland.nl>; <@noord-holland.nl>
Subject: Re: Kwestie Staalslakken meldplicht -NH?

Beste mensen,

In de bijlage woordelijk verslag over het indienen vandaag van de motie en het antwoord van de staatssecretaris. Onder de motie staat al de steun van 70 Kamerleden. Mocht Boutkan van de PVV aansluiten dan is dat voldoende.

Interprovinciaal Overleg

Strateeg/Public Affairs
Tel: +316

Van: <@odnzkg.nl>
Verzonden: maandag 7 april 2025 09:04
Aan: <@odnzkg.nl>; <@noord-holland.nl>; <@ipo.nl>
CC: <@zeeland.nl>; <@ipo.nl>; <@zeeland.nl>; <@noord-holland.nl>
Onderwerp: RE: Kwestie Staalslakken meldplicht -NH?

U ontvangt niet vaak e-mail van @odnzkg.nl. Ontdek waarom dit belangrijk is

Beste mensen,
Bij gebrek aan een landelijke meldplicht (of informatieplicht) voor staalslakken hebben de 8 gemeenten binnen ons werkgebied in hun omgevingsplan een meldplicht voor staalslakken opgenomen.
Eerst met voorbeschermingsregels, zodat de meldplicht per datum inwerkingtreding Omgevingswet van kracht is geworden.
Zie bijvoorbeeld het TAM-voorbereidingsbesluit staalslakken en grondstabilisatie Amsterdam via Regels op de kaart (Omgevingsloket)

of via Besluit van de raad van de gemeente Amsterdam houdende een voorbereidingsbesluit inzake het verbod op het toepassen van staalslakken en grondstabilisatie zonder voorafgaande melding (TAM-Voorbereidingsbesluit staalslakken en grondstabilisatie Amsterdam) | Lokale wet- en regelgeving

Deze voorbeschermingsregels worden nu omgezet naar definitieve regels in het omgevingsplan van de gemeenten. De voorbeschermingsregels vervallen namelijk na anderhalf jaar.

Met vriendelijke groet,
[redacted]

Jurist omgevingsrecht, specialisatie bodem
Team Juridische Expertise A
06-[redacted]

Werkdagen: maandag, dinsdag, woensdag en donderdag

Bezoekadres: Ebbehout 31, Zaandam (naast het NS-station)
Website: www.odnzkg.nl

Omgevingsdienst
noordzeekanaalgebied

De OD NZKG staat voor een duurzame, veilige en gezonde leefomgeving

---

Van: [redacted] <[redacted]@odnzkg.nl>
Verzonden: donderdag 3 april 2025 14:31
Aan: [redacted] <[redacted]@noord-holland.nl>; [redacted] <[redacted]@ipo.nl>; [redacted] <[redacted]@odnzkg.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@ipo.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@noord-holland.nl>
Onderwerp: RE: Kwestie Staalslakken meldplicht -NH?

Beste [redacted]

Wil hiervoor graag doorverwijzen naar [redacted] De jurist dit traject heeft uitgevoerd.

MVG
[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@noord-holland.nl>
Verzonden: donderdag 3 april 2025 14:18
Aan: [redacted] <[redacted]@ipo.nl>; [redacted] <[redacted]@odnzkg.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@ipo.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@noord-holland.nl>
Onderwerp: Re: Kwestie Staalslakken meldplicht -NH?

U ontvangt niet vaak e-mail van [redacted]@noord-holland.nl. Ontdek waarom dit belangrijk is

Hallo [redacted],

De OD NZKG heeft per 1 januari 2024 voor haar werkgebied een meldplicht voor het gebruik van staalslakken ingevoerd. Deze meldplicht gaat verder dan de nog in te voeren landelijke informatieplicht. Acht gemeenten in het werkingsgebied van de OD NZKG hebben - op verzoek van de OD NZKG - de meldplicht in hun 'Beleidskader bodem onder de Omgevingswet' vastgelegd. De OD IJmond heeft naar de gemeenten in hun werkgebied een voorstel gedaan om een meldplicht in te voeren zoals ook is opgenomen in de vastgestelde Nota bodembeheer. Op dit moment heeft Zandvoort dit ingevoerd. In de andere gemeentes is nog geen besluit genomen.

@[redacted] kunnen ze met jouw contact opnemen voor hoe de invoering van de meldplicht voor staalslakken is georganiseerd?

Groet,

[redacted]

[redacted] (023) [redacted]
M (06) [redacted]
[redacted]@noord-holland.nl

Van: [redacted]
Verzonden: Donderdag, 3 April, 2025 13.25
Aan: [redacted]
CC: [redacted]
Onderwerp: FW: Kwestie Staalslakken meldplicht -NH?

Hallo [redacted],

Nav voorbereidingen van een motie van GL. Meerdere gemeenten in NH hebben blijkbaar een meldplicht voor staalslakken ingeregeld, weet jij of een collega hoe ze dit georganiseerd hebben toevallig?

Onze informatie is wat tegenstrijdig, en deels nog uit de WM tijd-niet OW.

Groeten [redacted]

[redacted]
Interprovinciaal Overleg
Beleidsadviseur
Tel: +316[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: woensdag 2 april 2025 09:21
Aan: [redacted] <[redacted]@ipo.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@ipo.nl>
Onderwerp: RE: Kwestie Staalslakken meldplicht

Hier een aantal links, mixed signaal.

Meldplicht voor gebruik staalslakken Tata Steel in de maak
Staalslakken - Omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied

Als ik zo lees is er nog geen meldplicht, maar zou die wel in de maak zijn. En daarnaast zouden een aantal gemeenten in NH kennelijk zelf een meldplicht hebben vastgelegd, hoe is mij niet bekend, misschien met een verordening o.i.d.

[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@ipo.nl>
Verzonden: woensdag 2 april 2025 08:37
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@ipo.nl>
Onderwerp: Re: Kwestie Staalslakken meldplicht

Beste [redacted] en [redacted],

Van [redacted] kreeg ik gisteravond een reactie. Uit de informatie van [redacted] blijkt dat de meldpicht al is vastgelegd. Bij [redacted] lees ik wat anders. Wat is het antwoord op onderstaande vraag van [redacted]?

Beste [redacted]

Bedankt voor onderstaande informatie. Vraagje: in onderstaande mail staat dat er al een informatieplicht en meldplicht ís. Waarom wil de staatssecretaris dan een informatieplicht invoeren en waarom zouden wij dan een meldplicht willen invoeren?

Omgevingsdiensten geven aan graag een meldplicht te willen verplichten zodat ze beter kunnen ingrijpen als het misgaat t.a.v. de staalslakken. Ik ben dus enigszins in verwarring geraakt door jouw mail t.a.v. de informatie- en meldplicht. Is deze er nu wel of niet? Onderstaande een stuk van jouw tekst.

Groeten,

[redacted]

'Als staalslakken voldoen aan bepaalde eisen, kunnen ze als secundaire grondstoffen worden aangemerkt en in bepaalde gevallen een uitzondering krijgen van de strikte afvalregelgeving, maar er blijft een meld- en informatiedocumentatieplicht.'

[redacted]
Interprovinciaal Overleg
Strateeg/Public Affairs
Public Affairs en Communicatie
Herengracht 23
2511EG Den Haag
Tel: +316[redacted]
Email: [redacted]@ipo.nl

Interprovinciaal Overleg
van, voor en door provincies

Het nieuws van, voor en door provincies ontvangen? Meld je dan nu aan voor de IPO-Newsroom

Nieuws

De inhoud van dit bericht is vertrouwelijk en uitsluitend bestemd voor geadresseerde(n). Als u niet de bedoelde geadresseerde bent of deze e-mail per vergissing ontvangt, verzoeken wij u de verzender daarvan zo snel mogelijk op de hoogte te stellen en deze e-mail en de bijgevoegde bestanden te vernietigen. Het is niet toegestaan het bericht geheel of gedeeltelijk te verspreiden of aan derden door te sturen.

Van: [redacted] <[redacted]@ipo.nl>
Verzonden: maandag 31 maart 2025 19:46
Aan: [redacted], [redacted] <[redacted]@tweedekamer.nl>
Onderwerp: Re: Staalslakken

Beste [redacted]

Komt ie:

De **informatieplicht** en **meldplicht** voor staalslakken in Nederland zijn vastgelegd in de wetgeving rondom afvalstoffen en milieubescherming. Staalslakken, bijproducten van het staalproductieproces, vallen onder de regelgeving van het **Besluit beheer verpakte stoffen** en de **Afvalstoffenwet**.

Informatieplicht

De informatieplicht houdt in dat bedrijven die staalslakken produceren of verwerken, verplicht zijn om informatie te verstrekken over het gebruik en de eigenschappen van deze stoffen. Dit is bedoeld om te zorgen dat staalslakken op een veilige en verantwoorde manier worden beheerd en verwerkt, en dat er voldoende informatie beschikbaar is over mogelijke risico's voor het milieu en de gezondheid. De informatie kan onder andere betrekking hebben op:

- De samenstelling van de staalslakken.
- De verwerking of het gebruik van staalslakken.
- Eventuele risico's van de stoffen voor het milieu of de volksgezondheid.

Meldplicht

De meldplicht houdt in dat bedrijven die staalslakken verwerken, verplaatsen of gebruiken, bepaalde handelingen moeten melden bij de bevoegde autoriteiten. Dit kan bijvoorbeeld het geval zijn wanneer staalslakken als (milieu)risico worden beschouwd, of wanneer ze worden gebruikt in toepassingen die toezicht vereisen, zoals in de bouw of wegenbouw. De meldplicht heeft tot doel om het beheer van deze stoffen te reguleren en onrechtmatig gebruik of schade aan het milieu te voorkomen.

Specifieke Wet- en Regelgeving

- **Afvalstoffenwet (AW)**: Regelt de verwerking en het beheer van afvalstoffen, en is van toepassing op staalslakken die als afval worden aangemerkt.
- **Regeling Eisen Circulair Bouwen**: Specifieke richtlijnen voor het hergebruik van materialen, waaronder staalslakken, in de bouwsector.
- **Besluit bodemkwaliteit**: Dit regelt de kwaliteitseisen waaraan producten, zoals staalslakken die in de bodem worden toegepast, moeten voldoen.

Als staalslakken voldoen aan bepaalde eisen, kunnen ze als secundaire grondstoffen worden aangemerkt en in bepaalde gevallen een uitzondering krijgen van de strikte afvalregelgeving, maar er blijft een meld- en informatiedocumentatieplicht.

Het is dus essentieel dat bedrijven zich houden aan deze verplichtingen, zowel voor het naleven van de wet als voor de bescherming van het milieu en de gezondheid.

[redacted]
Interprovinciaal Overleg

Strateeg/Public Affairs
Tel: +316[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: dinsdag 1 april 2025 11:08
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@ipo.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@ipo.nl>
Onderwerp: RE: Kwestie Staalslakken meldplicht

Hoi [redacted] en [redacted],

Onderstaande overwegende zou een motie om een meldplicht verplicht te stellen dus erg welkom zijn. Volle steun voor de actie van GL!

Groet,

[redacted]

[redacted]

Public affairs Den Haag

Zeeuwse overheden

06[redacted]

[redacted]@zeeland.nl

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: dinsdag 1 april 2025 08:09
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; Velde, B.L.L. van der (Dick) <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@ipo.nl>
Onderwerp: RE: Kwestie Staalslakken meldplicht

Hoi [redacted],

Staalslakken,[redacted]Zo heeft GS het ministerie verzocht om uit voorzorg geen staalslakken toe te passen in de Oosterschelde, in afwachting van nader onderzoek naar de uitloging van metalen en mogelijke effecten op de natuur. Dit naar aanleiding van een onderzoek waaruit bleek dat de toegepaste en wettelijk voorgeschreven meetmethode mogelijk onjuiste gegevens opleverde (te lage waarden). Overigens is uit verschillende wetenschappelijke onderzoeken aangetoond dat er geen effecten van uitloging van metalen door staalslakken op de natuur in de Oosterschelde zijn. Dit heeft vooral te maken met de grote verdunning die optreedt in de Oosterschelde (stroming). Bij toepassing van staalslakken op het land zien we wel veel problemen, meestal gerelateerd aan het verkeerd toepassen, waardoor contact met zoet oppervlaktewater plaatsvindt. Effecten die dan optreden hebben vooral te maken met de zuurgraad van het water en niet direct met uitloging van metalen. Maar dit probleem speelt feitelijk dus niet in de Oosterschelde.

Wij hebben de minister gevraagd om een meldplicht voor het toepassen van staalslakken wettelijk vast te stellen. Nu geldt er noch een informatieplicht en noch een meldplicht. Hierdoor is het volstrekt onbekend waar er wanneer en door wie staalslakken worden toegepast. Een meldplicht moet dat veranderen.

Er is inderdaad verschil tussen informatie- en meldplicht: Bij een meldplicht moet een melding gedaan worden voordat met werkzaamheden wordt gestart en is een activiteit verboden als er geen melding is gedaan. Bij een informatieplicht mag ook achteraf informatie aan de overheid worden verstrekt.

Zie ook Verschil meldingsplicht en informatieplicht - Helpcentrum - Omgevingsloket

Voldoende zo?

Met vriendelijke groet,

[redacted] | Unitmanager Milieu

T. +3 1 118 [redacted] M. [redacted] E. [redacted]@zeeland.nl

Provincie Zeeland

Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: maandag 31 maart 2025 16:49
Aan: Velde, B.L.L. van der (Dick) <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@ipo.nl>
Onderwerp: Fw: Kwestie Staalslakken meldplicht

Dag [redacted], [redacted], collega's,

Een beleidsmedewerker van GroenLinks in de Tweede Kamer heeft lobbyist [redacted] van het IPO een vraag gesteld naar aanleiding van een oproep van [redacted] Hebben wij een mening over de motie die GroenLinks voorbereidt?

Met hartelijke groet,

[redacted]

Verzonden vanaf Outlook voor Android

Van: [redacted] <[redacted]@ipo.nl>
Verstuurd: maandag, maart 31, 2025 4:46:01 p.m.
Aan: [redacted] <[redacted]@ipo.nl>; [redacted] <[redacted]@ipo.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: Kwestie Staalslakken meldplicht

Beste [redacted] [redacted] en [redacted],

Zie de vraag van GroenLinks-PvdA hieronder. Weten jullie het verschil tussen informatieplicht en meldplicht staalslakken? Tweeminutendebat is woensdag.

Ik heb aangegeven dat ik het navraag en het laat weten.

[redacted]
Interprovinciaal Overleg

Strateeg/Public Affairs
Tel: +316[redacted]

Van: [redacted], [redacted] <[redacted]@tweedekamer.nl>
Verzonden: maandag 31 maart 2025 16:40
Aan: [redacted] <[redacted]@ipo.nl>
Onderwerp: Staalslakken meldplicht

Beste [redacted]

Hoe bekend ben jij met de casus staalslakken? Wij zijn van plan een motie in te dienen deze week om een meldplicht verplicht in te voeren voor de toepassing van staalslakken in te voeren. In het recente artikel van de Groene werd ook verwezen naar hoe de provincie Zeeland – en ik neem aan dus Dick van de Velde – deze oproep ook had gedaan.

Indien jij hier meer over weet: zou jij kunnen uitleggen wat precies het verschil is tussen de informatieplicht en de meldplicht? En waarom de meldplicht effectiever is?

Ik hoor het graag!

Met vriendelijke groet,

[redacted]

Beleidsmedewerker Tweede Kamerfractie

Portefeuille: I&W (milieu en circulaire economie) & LNV (dierenwelzijn, gewasbescherming en pacht)

E: [redacted]@tweedekamer.nl

GROENLINKS PvdA

Denk aan het milieu voor u besluit deze mail te printen!

Aanvragen, meldingen, zienswijzen, klachten, verzoeken Wet open overheid en verzoeken om informatie, kunnen uitsluitend via de daarvoor bestemde formulieren op digitale wijze worden ingediend en niet via dit e-mailadres. Als een digitaal formulier is ingediend wordt er een zaak aangemaakt in ons systeem. Verdere digitale communicatie vindt uitsluitend via de zaak plaats. Stukken of reacties die naar dit e-mailadres worden verzonden worden als niet ontvangen

beschouwd, en er gaan geen wettelijke termijnen lopen. Informatie over de digitale werkwijze en de digitale bereikbaarheid van de Omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied is beschikbaar op de website van de OD NZKG. Aan deze e-mail kunnen geen rechten worden ontleend. De Omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied sluit iedere aansprakelijkheid uit die voortvloeit uit de elektronische verzending van dit bericht en de bijlage(n). De inhoud van dit e-mailbericht (en de bijlagen) is uitsluitend bestemd voor de geadresseerde(n). Ontvangt u dit bericht ten onrechte? Dan verzoeken wij u de afzender hierover te informeren en het bericht te verwijderen. De Omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied staat er niet voor in dat de integriteit van dit bericht behouden is gebleven. Ook garanderen wij niet dat dit bericht en de bijlage(n) vrij is van virussen, niet is onderschept of vatbaar is geweest voor tussenkomst (door derden).

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

R Art. 5.2 lid 1

De informatie uit documenten betreft persoonlijke beleidsopvattingen. Onder persoonlijke beleidsopvattingen worden verstaan ambtelijke adviezen, visies, standpunten en overwegingen ten behoeve van intern beraad, niet zijnde feiten, prognoses, beleidsalternatieven, de gevolgen van een bepaald beleidsalternatief of andere onderdelen met een overwegend objectief karakter

Van: "[redacted]"
Verzonden: woensdag 7 mei 2025 15:51
Aan: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Cc: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: oververdediging O'Schelde; klantwensen
Bijlage(n): Presentatie KES1_Provincie Zeeland.pdf

Collega's,
Zie bijgaand de presentatie van RWS over de geplande werken in de Westerschelde en Oosterschelde.
Voor vrijdag a.s. kunnen we onze 'klanteisen' overbrengen aan rijkswaterstaat. (leuk woord, klanteis…).
Op basis van onderstaande mailwisseling en het gesprek dat ik had vanmiddag, kom ik tot de onderstaande.
Graag reactie hierop voor vrijdag a.s. 10 uur, dan mail ik het daarna door naar RWS.

@[redacted], ik heb jou ook even ingekopieerd omdat jij vanuit milieu eerder betrokken bent geweest voor dossier staalslakken. Vraag hierover: is dat onderzoek inmiddels niet afgerond, en onderstaande dus achterhaald?

Ik zal Wilfried en Dick ook nog even informeren.
[redacted]

Beste [redacted],

Met dank voor de toelichtingen op de werken hierbij zoals afgesproken onze reactie, die zowel geldt voor de werken in de Oosterschelde als de Westerschelde.
Als het gaat om onze wensen voor de werkzaamheden brengen we graag de volgende over:

- Geen staalslakken toe te passen bij deze werken, totdat onderzoek heeft uitgewezen dat staalslakken geen nadelige effecten heeft op de natuurwaarden van de Deltawateren. Zie hiervoor ook onze brieven van 12-09-2023 en 21-05-2024.
- Pas een ecotoplaag toe die gunstig is voor biodiversiteit, zodanig dat invang van sediment kan plaatsvinden en holtes worden gecreëerd voor o.a. kreeften.
- Gebruik waar mogelijk elektrisch materieel.

We horen graag terug hoe jullie hiermee om gaan.

Met vriendelijke groet,
[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: woensdag 7 mei 2025 11:08
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: oververdediging O'Schelde; klantwensen

Geloof dat ik niet meer toe te voegen heb naast wat er al gezegd is.
Groetjes [redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: dinsdag 6 mei 2025 16:59
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: FW: oververdediging O'Schelde; klantwensen

Collega's,
Morgen spreek ik [redacted] van RWS over geulwandverdedigingen en vooroeververdedigingen in de Westerschelde. Tussen 14 en 15 uur, digitaal (teams).
Met [redacted] is vorige week al over de Oosterschelde gesproken. Dat kon helaas niet in 1 keer agendatechnisch.
Ik had [redacted] gevraagd, maar hij gaf aan druk te zijn en qua vergunningen ligt e.e.a. bij RWS / ministerie omdat dit hun bevoegdheid is gezien de locaties. Hij schuift dus niet aan.

Mochten jullie nog aandachtspunten hebben, of zelfs kunnen en willen aanschuiven hoor ik dat graag!

[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: dinsdag 6 mei 2025 15:08
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: oververdediging O'Schelde; klantwensen

Klanteisen O'Schelde (gelden ook voor W'schelde lijkt me:
Te denken is aan:

- Eisen/wensen aan gebruik materiaal (provinciaal standpunt in discussie staalslakken)
- toepassen ecotoplaag waar door invang van sediment plaatsvindt en er holtes worden gecreëerd voor bv kreeften
- gebruik elektrisch materieel

ik weet niet in hoeverre er rekening met recreatie/toerisme een wens zou kunnen zijn. en wat dat concreet zou betekenen. NB men heeft ook klantgesprekken met gemeenten. Die zullen daar een beter zicht op hebben lijkt me.

Specifiek reacties van [redacted] en [redacted]

[redacted]:
Vanuit de provincie zijn wij nooit voorstander geweest van het gebruik van staalslakken. Wettelijk is het echter gewoon toegestaan en wij hebben het dus nooit tegen kunnen houden. We hebben wel bedongen dat het goed in de gaten gehouden wordt en onderzoek van WMR heeft aangetoond dat er lokaal geen problemen door ontstaan. De verdunning in de Westerschelde en Oosterschelde is namelijk zo groot dat het heel snel verdunt en verdwijnt. Maar zoals wel vaker gezegd wordt: Dilution is not a solution for pollution. Uiteindelijk komen de stoffen die er uit logen wel allemaal in de Noordzee terecht. Maar uit natuurlijk materialen zoals breuksteen logen ook stoffen uit. Die zijn zoals je zelf al aangeeft wel beter voor de kreeften en andere biodiversiteit.

[redacted]
Dank voor de info. Ik heb [redacted] ook even in cc gezet. Enige wat ik kan bedenken is de afwerking van de verdediging: idd geen staalslakken of andersoortige slakken en gebruik van materiaal dat gunstig is voor biodiversiteit en kreeften.

Met vriendelijke groet,

[redacted] | Senior beleidsmedewerker water
T. +31 118 [redacted] | M. +31 6 [redacted] | E. [redacted]@zeeland.nl

Werkdagen: maandag t/m donderdag

Provincie Zeeland
Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

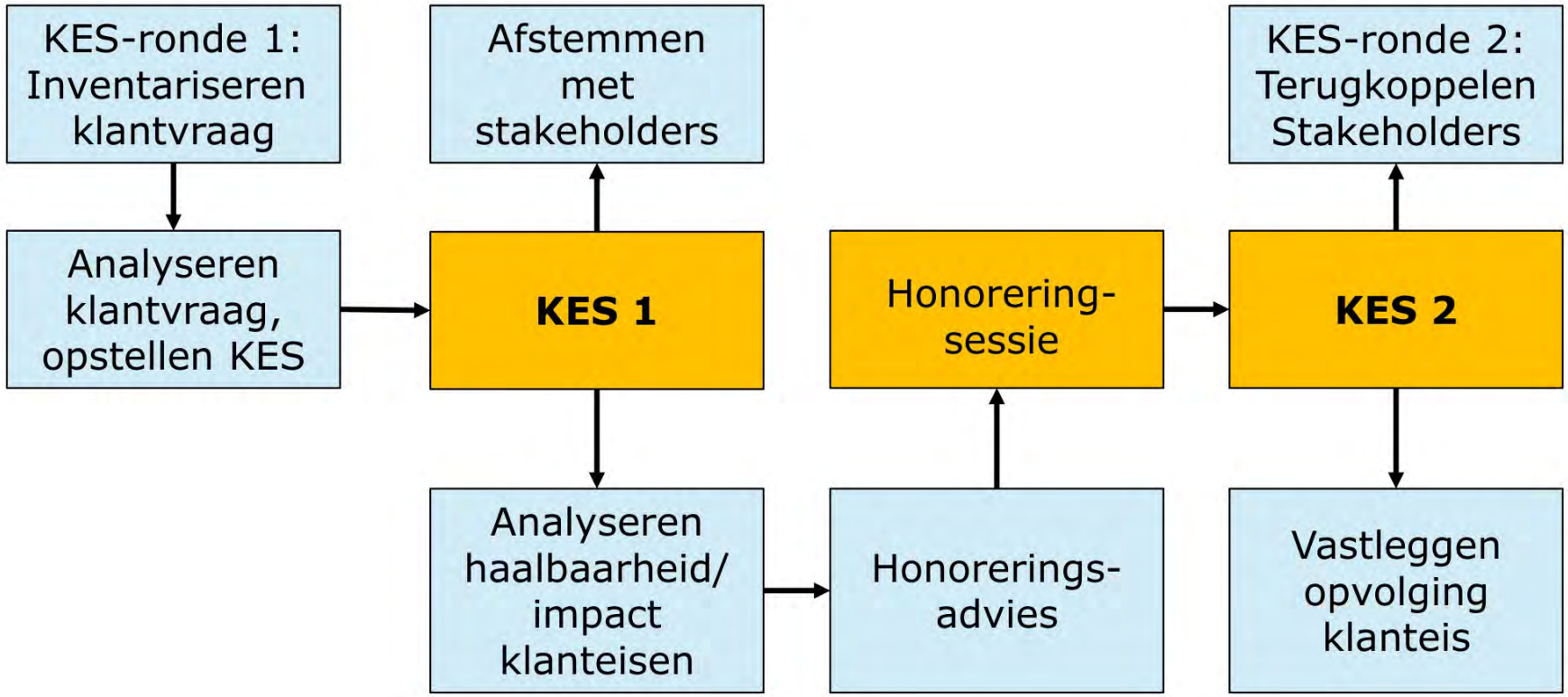
Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

Herstel Geulwanden Westerschelde & Vooroeververdedigingen cluster 4

KES 1 Provincie Zeeland

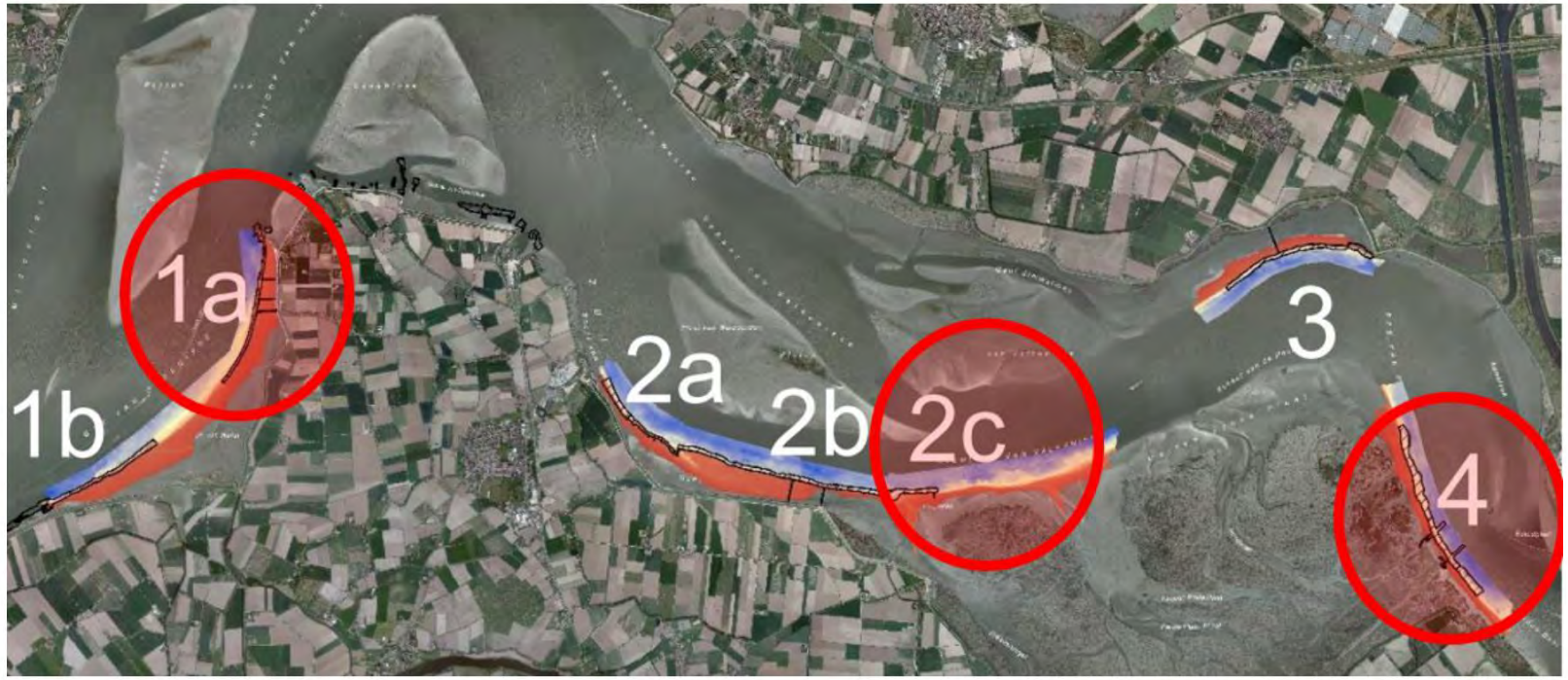
23-april-2025

Klanteisspecificatie



Scope geulwandverdedigingen

1a. Ossenisse I
2c. Overloop van Valkenisse
4. Noord-Oost Saeftinghe

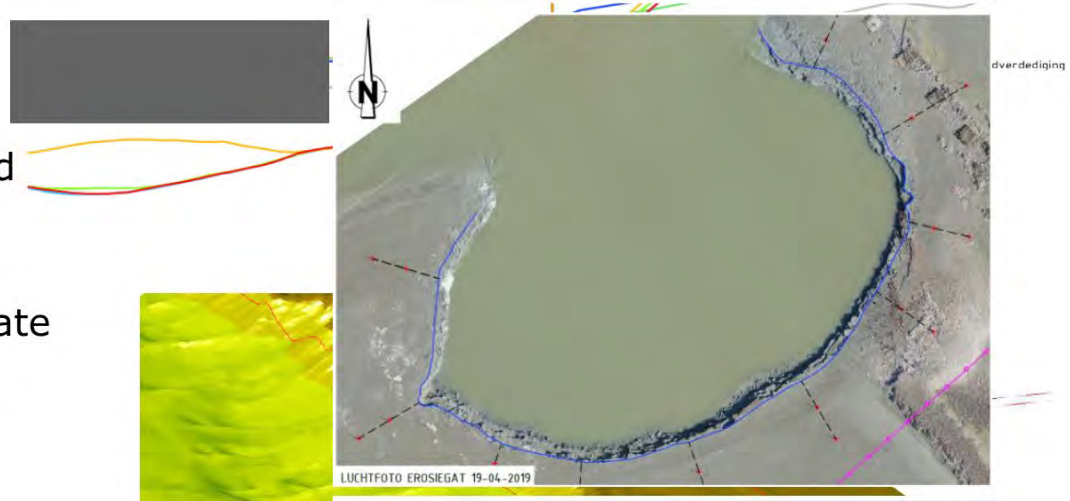


Geulwandverdediging Ossenisse I

- Geulbodem verplaatst zich horizontaal richting vooroever
- Onderste taluddeel niet voorzien van een steenbestorting
- Zandtalud met zeer steile hellingen
- Stabiliteit toekomst onzeker, zodra een harde laag doorbroken word treedt verdere erosie van onderliggende zachte laag op
  - Dit gaat dan zeer snel
  - Door de grote diepte direct voor het talud, vindt dit in grote mate plaats
- Oplossing: zorgen voor hellingen van minimaal 1:2,5 en het talud vastleggen met een steenconstructie (ontwerp HGO-II)



BOVENAANZICHT STORTVAK KLEINE HUISSENSPOLDER
SCHAAL 1:10000

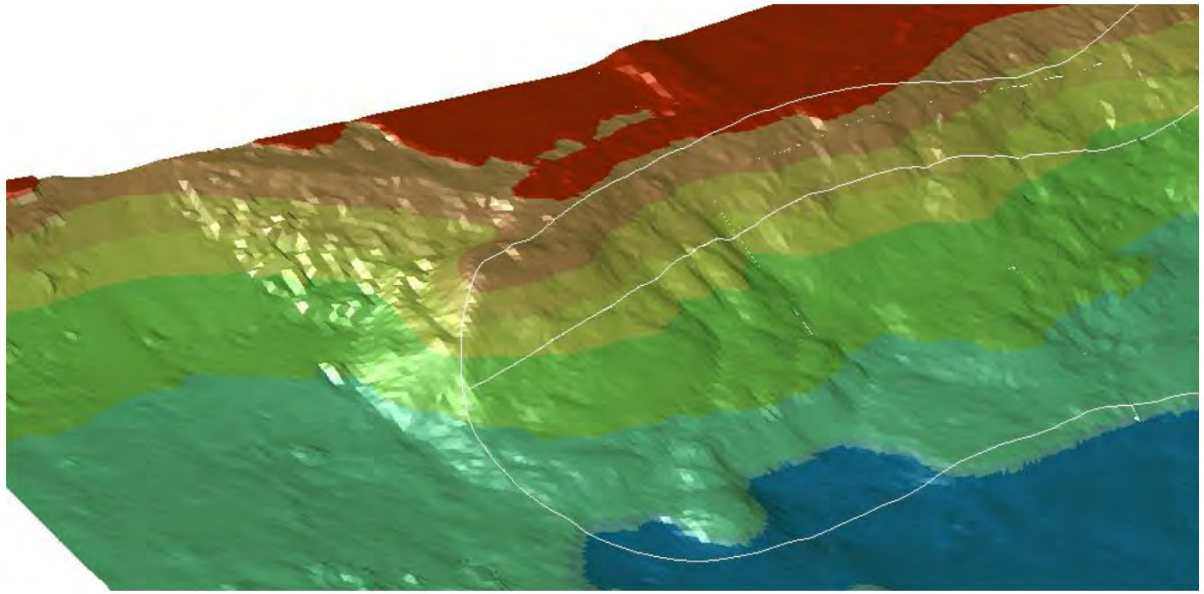


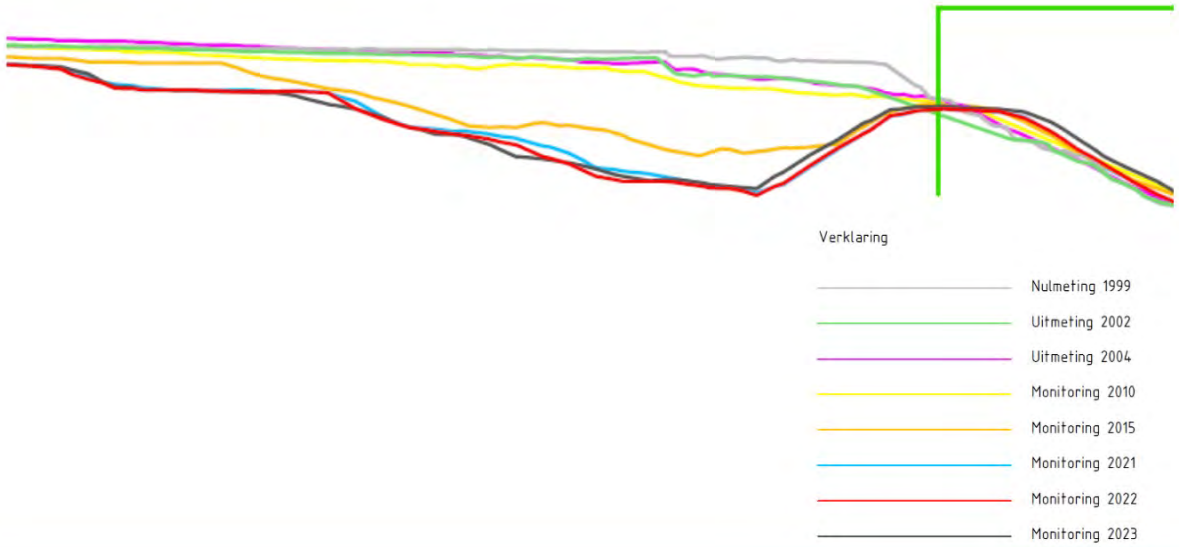


Situatie maart 2019

Geulwandverdediging Overloop van Valkenisse

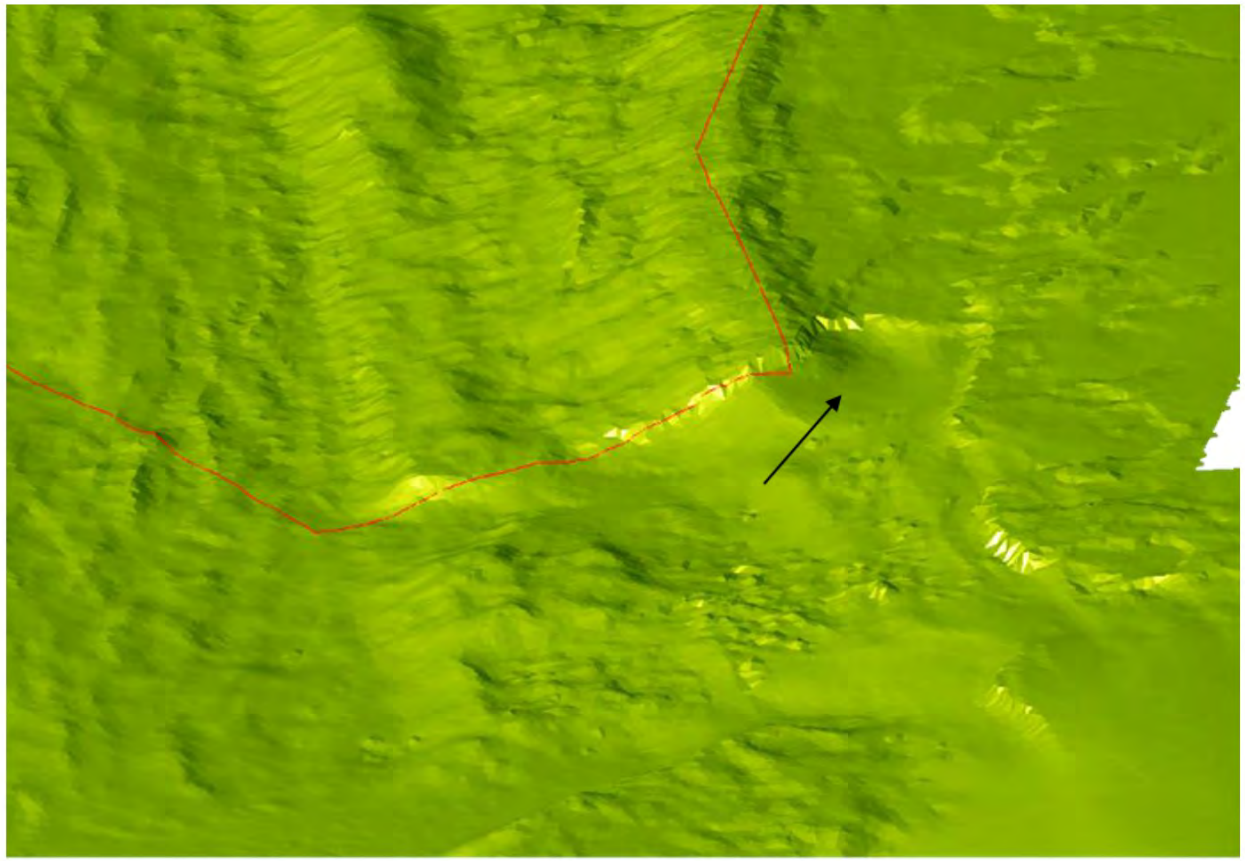
- Bestorten oostelijke beëindiging en afwijking tussen profiel 0 en 1, gekoppeld aan groter bestortingswerk.





Geulwandverdediging Noordoost Saeftinghe

- Herstel noordelijke beëdiging

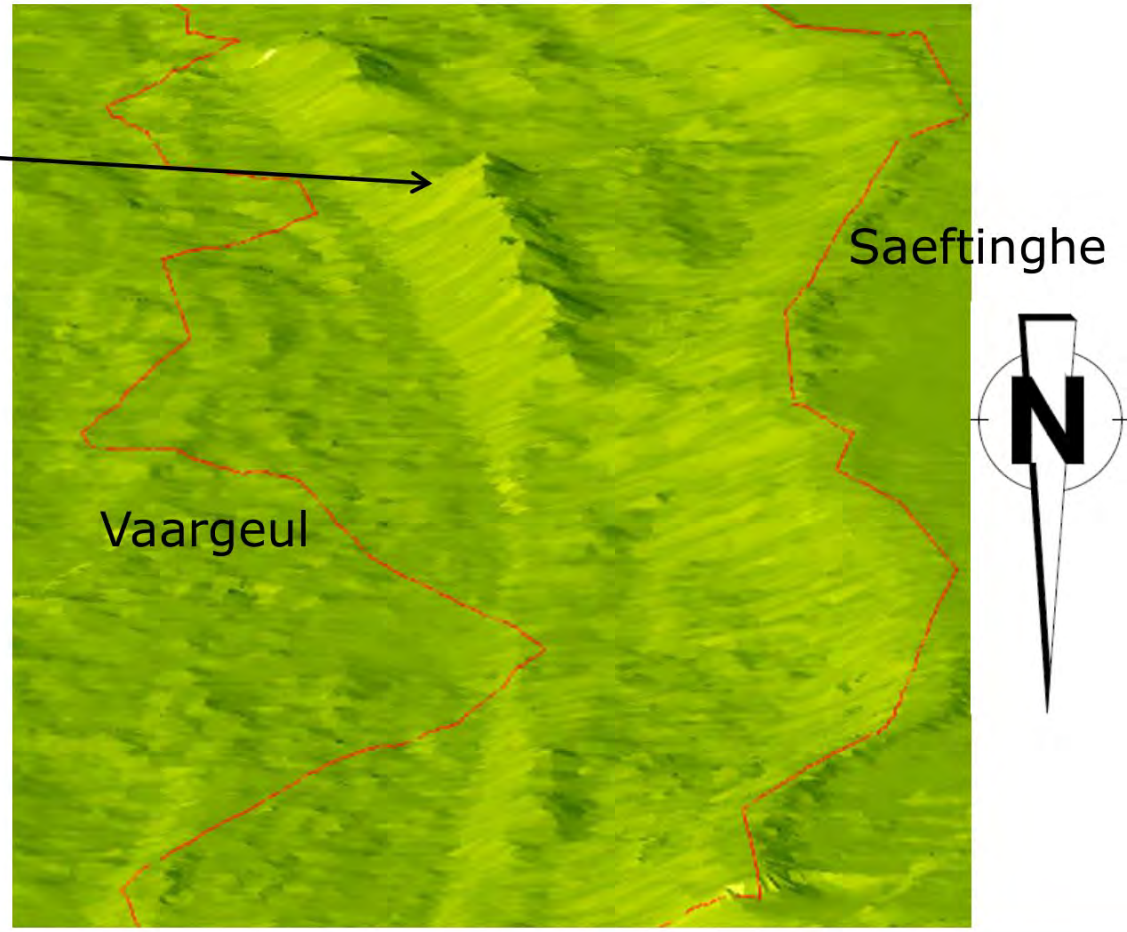


Geulwandverdediging Noordoost Saeftinghe

Onderzoek naar:

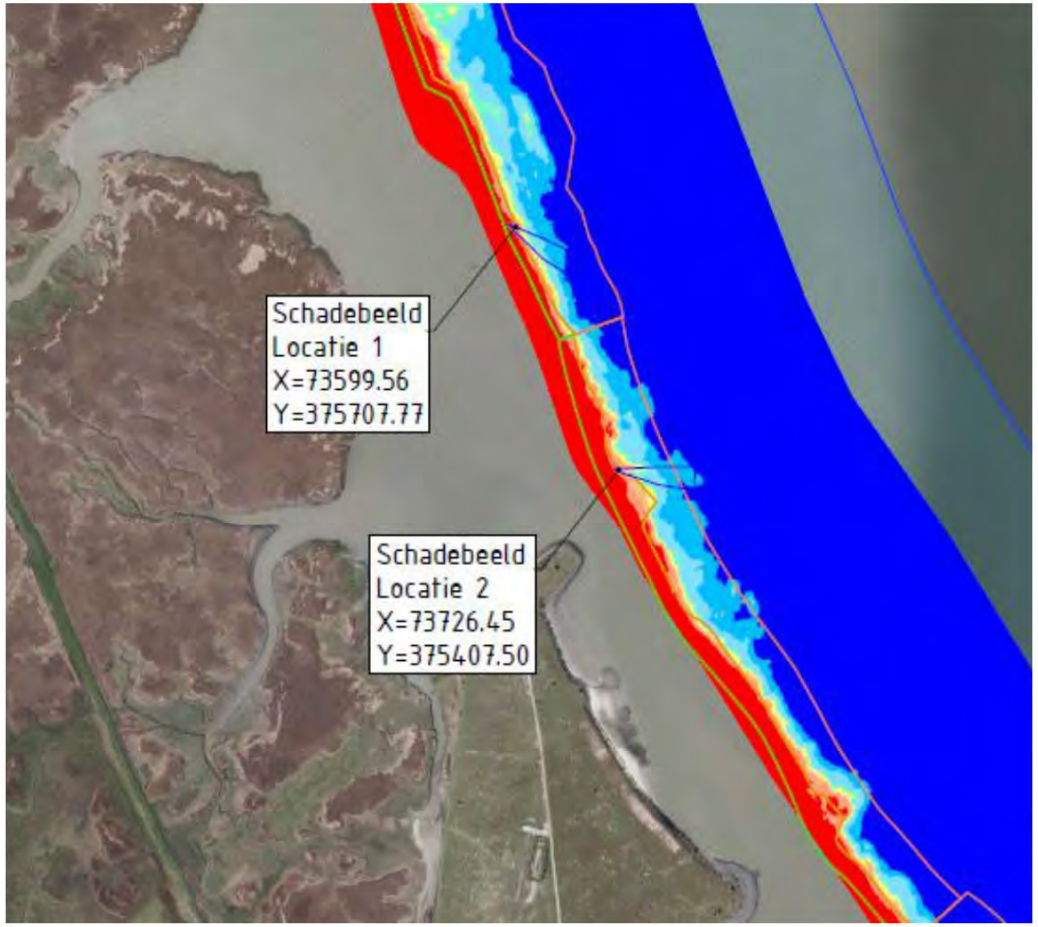
- Wat te doen qua stabiliteit met de 'rug' steenachtig materiaal 1.200 kg/m2 (vermoedelijk slakken).
- Daar waar geen bestorting aanwezig is nagaan of over 10 meter in de vaargeul een geulwandverdediging dient te worden gerealiseerd om erosie te voorkomen.

Beide 'onderzoeken' dienen uitgewerkt te worden en op nut/noodzaak te worden beoordeeld.



Geulwandverdediging Noordoost Saeftinghe

- Eventueel uit voorzorg mogelijke schadeplekken tussen profiel 34 en 35 (golfzone) en tussen profiel 44 en 45 (golfzone) bestorten.



Scope vooroeververdedigingen

Oosterschelde

- Haven de val

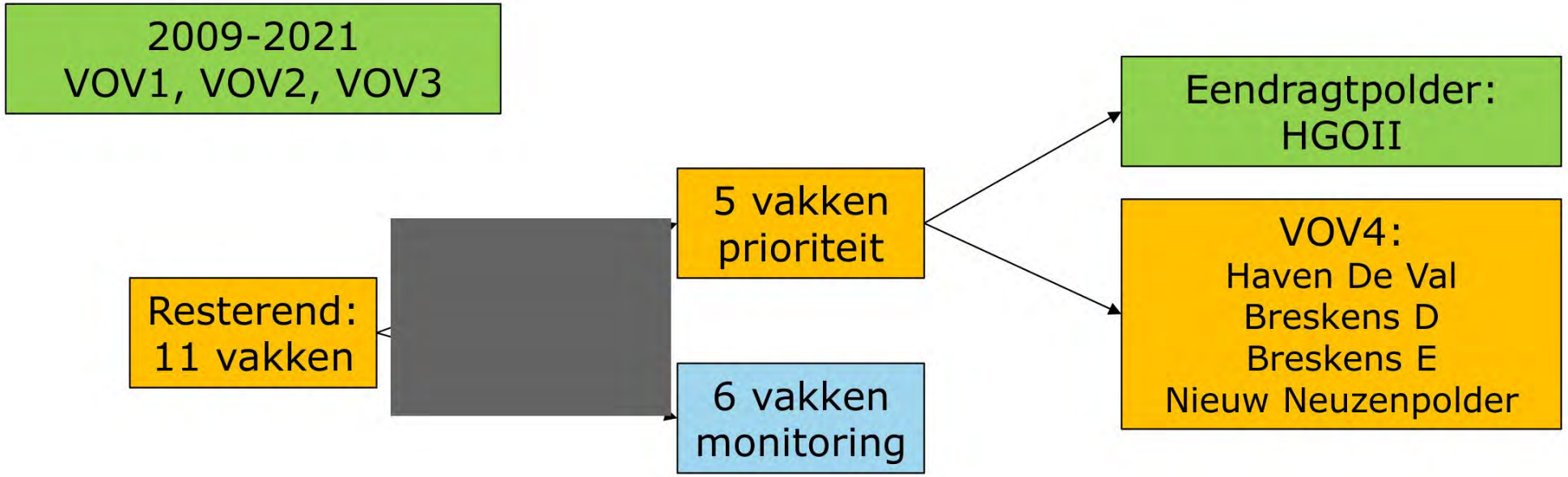
Westerschelde

- Breskens D
- Breskens E
- Nieuw-Neuzenpolder





Achtergrond Vooroeververdedigingen



Locaties Vooroeververdedigingen

- Haven de Val (OS)
- Breskens D (WS)
  Port Scaldis
- Breskens E (WS)
  Elisabethpolder
- Nieuw Neuzenpolder (WS)

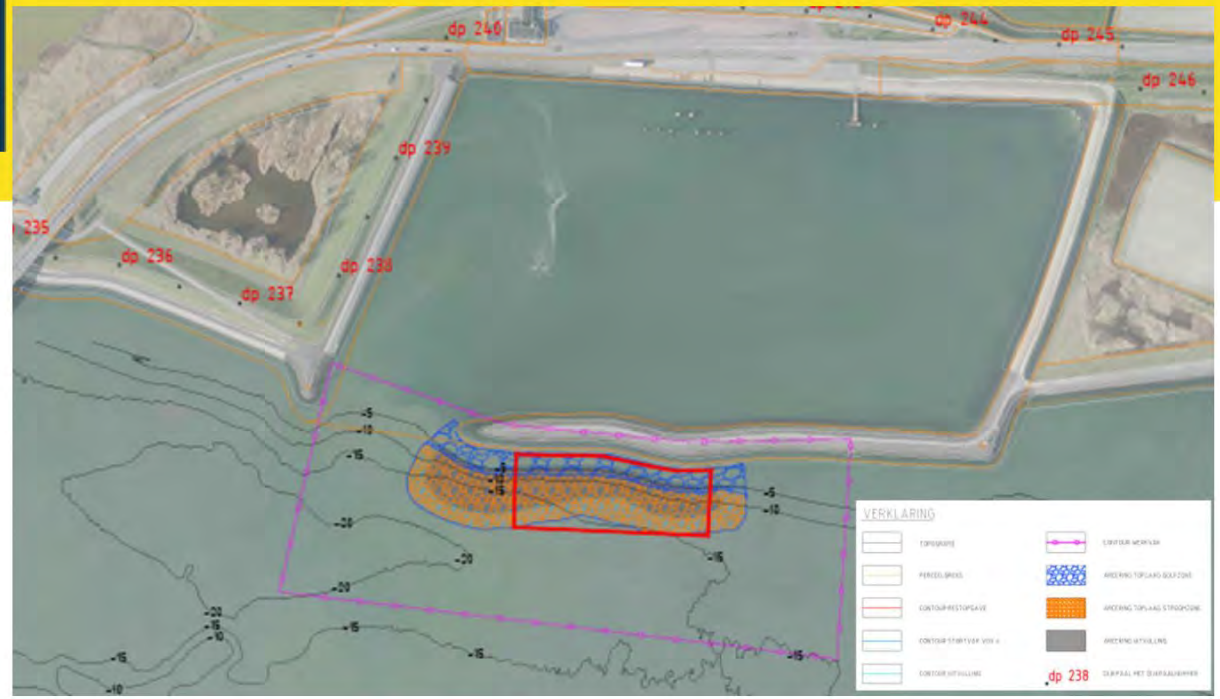


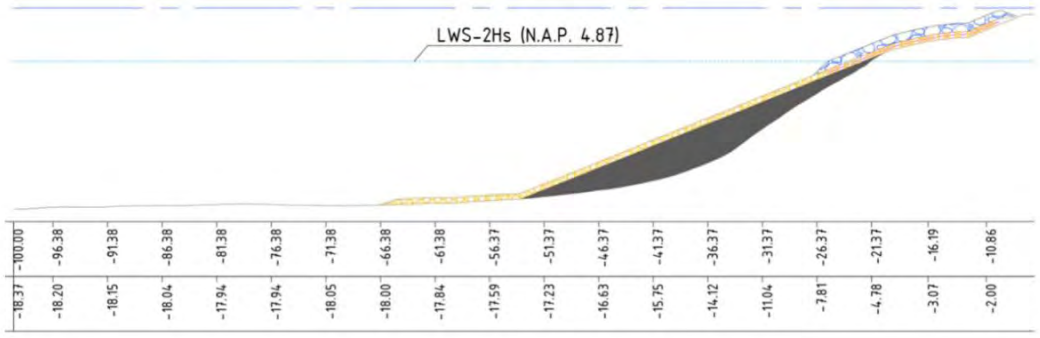
Hoeveelheden VOV4

	Locatie	Aanbrengen bestorting	Bestaande bestorting (overlap)	Extra ruimte beslag
VOV4	Haven de Val	14092 m2	0 m2	14092 m2
	Breskens D	6130 m2	2603 m2	3527 m2
	Breskens E	00393 m2	362 m2	00031 m2
	Nieuw Neuzenpolder	23090 m2	5239 m2	17851 m2

Haven de Val (OS)

- Oosterschelde
- Golfzone en Stroomzone
- Ecotoplaag?
- Geen aansluiting op andere bestortingen
- Grondeigendom niet enkel de Staat, ook Gemeente Schouwen-Duiveland
- Aanwezigheid OO





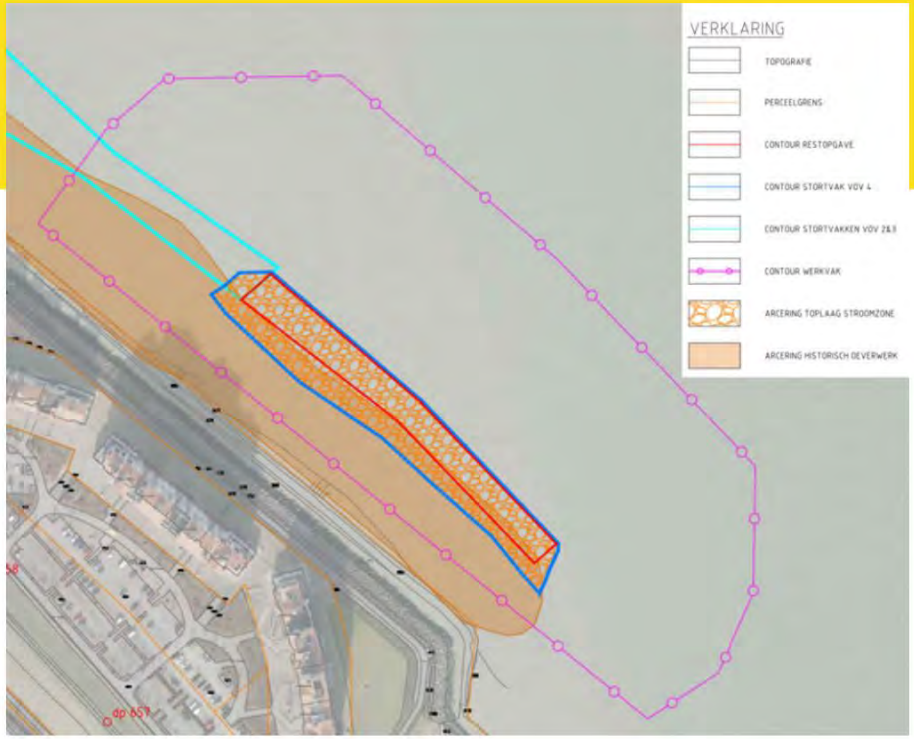




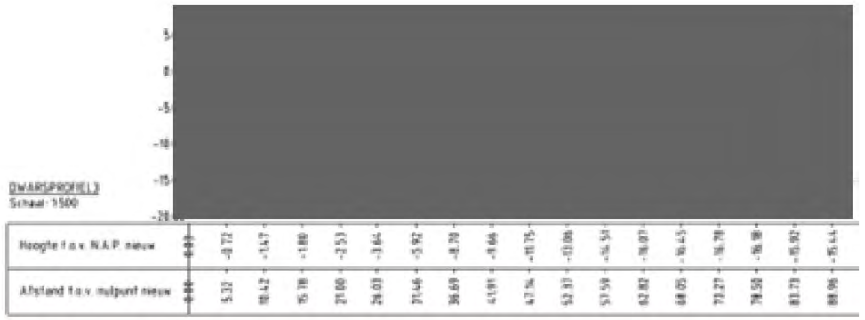
12

Breskens D (WS)

- Westerschelde
- Stroomzone
- Aansluiting op VOV 3 Breskens C
- “Port Scaldis”
- Vaargeul direct voor het vak
- Aanwezigheid OO





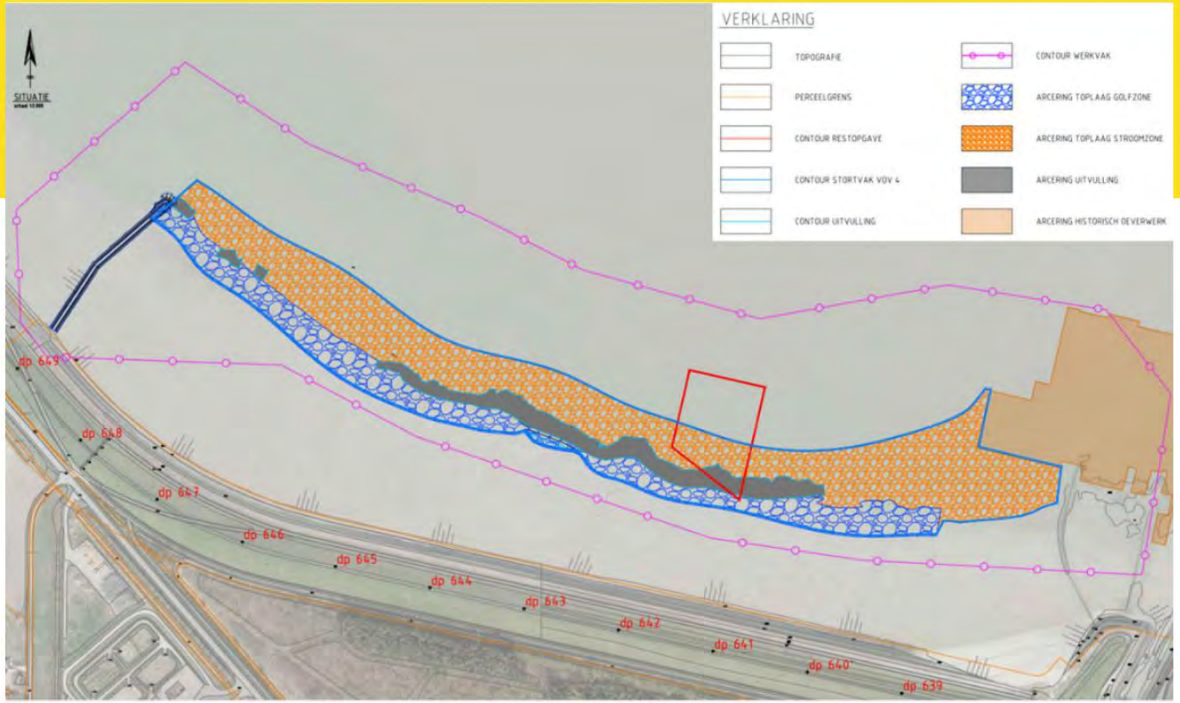


Breskens E (WS)

- Westerschelde
- Golfzone en Stroomzone
- Aansluiting west op aan te passen bestaande strekdam
- Aansluiting oost op de dam van Gemaal Nummer Een
- Strandje aanwezig in het vak
- Aanwezigheid OO



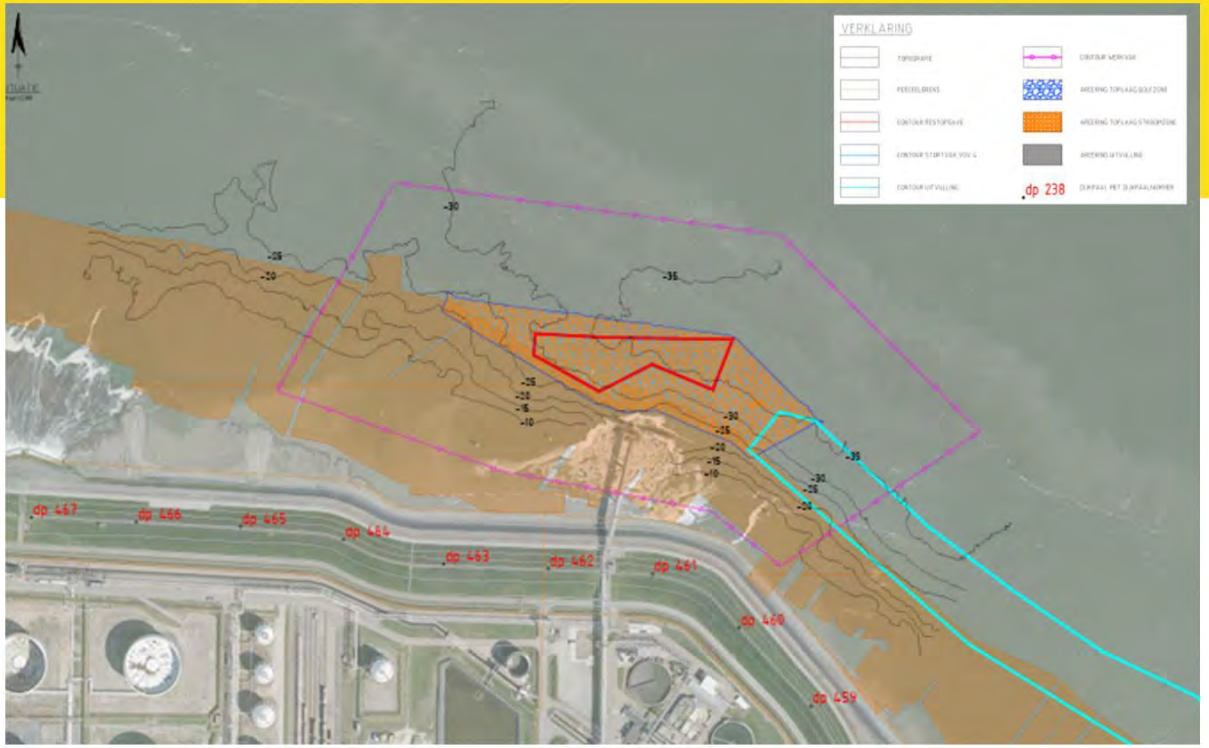




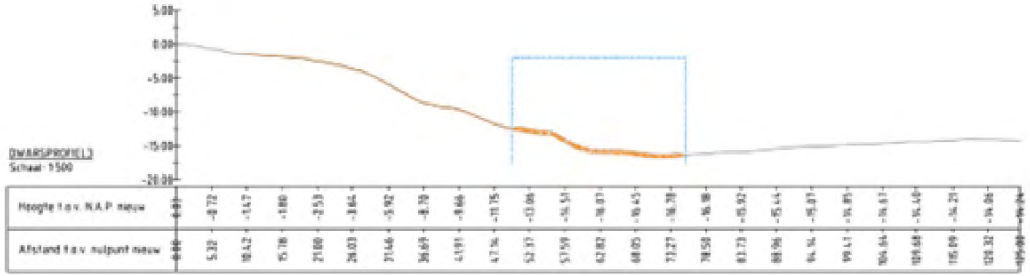


Nieuw Neuzen (WS)

- Westerschelde
- Stroomzone
- Aansluiting op VOV3 Nieuw Neuzen
- Gelegen direct voor DOW Chemical
- Aanwezigheid koelwaterinlaat
- Aanwezigheid OO







Materiaalgebruik

Waterbouwkundig granulair materiaal:

- Toplaag Stroomzone, fijnere sorteringen (staalslak of breuksteen)
- Toplaag Golfzone, grovere sorteringen (breuksteen)



Conditionering

Vergunningenscan – geeft inzicht in benodigde vergunningen

Onderzoeken:

- Ontplofbare Oorlogsresten
- Kabels & leidingen
- Natuur
- Archeologie

Planning

- Realisatie vanaf 1-7-2027

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

Van: "[redacted]"
Verzonden: maandag 10 februari 2025 12:36
Aan: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Cc: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: Persvraag Investico: onderzoek locaties staalslakken

Vergelijkbare vragen zijn ook al vaker gesteld de afgelopen jaren. Toepassingen in het water, zoals in Zeeland veelal is gedaan, is wel vergunning plichtig. Onze collega's van natuur geven daar de vergunningen voor af. RWS heeft een totaal overzicht van de gebruikte hoeveelheden gepresenteerd bij de informatiesessie over staalslakken begin 2024.

Met vriendelijke groet,
[redacted]

Provincie Zeeland
Bezoekadres:
Abdij 6
4331 BK Middelburg
06-[redacted]
Postadres:
Postbus 6001
4330 LA Middelburg

Provincie Zeeland
Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

---

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: vrijdag 7 februari 2025 08:46
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: FW: Persvraag Investico: onderzoek locaties staalslakken

Ook even voor jullie ter info

Van: [redacted] <[redacted]@rud-zeeland.nl>
Verzonden: donderdag 6 februari 2025 10:10
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: Persvraag Investico: onderzoek locaties staalslakken

Hoi [redacted],

Het volgende ter informatie.

Eerder hebben wij onderstaande persvraag ontvangen:

Voor Investico zijn we bezig met het in kaart brengen van de locaties in Nederland waar staalslakken zijn toegepast. Investico is een onafhankelijk onderzoeksjournalistiek platform, wij publiceren in samenwerking met reguliere media zoals nu.nl en De Groene Amsterdammer.

We zullen bij het in kaart brengen van deze locaties onderscheid maken tussen locaties waar staalslakken volgens de zorgplicht zijn toegepast, waar ze een mogelijk risico vormen voor mens en/of milieu en waar ze (in het verleden) zijn gaan lekken/in aanraking met water zijn gekomen.

Onze vraag hierbij is: zijn er in de periode van 1995 tot nu, meldingen binnengekomen van locaties waar staalslakken zijn toegepast, en willen jullie deze locaties met ons delen? Het gaat ons om zowel grote als kleine toepassingen.

Vandaag hebben wij onderstaand antwoord hierop verzonden:

Sinds 2014 zijn er geen meldingen binnengekomen voor het toepassen van staalslakken. Voor bouwstoffen op de landbodem geldt namelijk geen meldplicht en er is nog geen meld-/informatieplicht voor staalslakken (en er zijn nog geen gemeenten die deze meldplicht hebben opgenomen in hun omgevingsplan).

RUD Zeeland is in 2014 opgericht. Over de periode 1995 tot 2014 beschikt RUD Zeeland niet over de informatie.

De vraag was aan alle omgevingsdiensten gesteld. Ik verwacht dat over dit onderwerp in de toekomst nog meer vragen gesteld worden. Vandaar dat ik dit alvast met je wil delen.

Met vriendelijke groet,

[redacted] [redacted]
Communicatieadviseur

DE OMGEVINGSDIENST VOOR EEN SCHOON EN VEILIG ZEELAND

Postbus 35
4530 AA Terneuzen
+316 [redacted]
www.rud-zeeland.nl

Mijn werkdagen zijn maandag, woensdag en donderdag

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

Van: "[redacted]"
Verzonden: dinsdag 15 april 2025 12:17
Aan: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: Acties vanuit Zeeland ten aanzien van Staalslakken
Bijlage(n): Bijlage 1_GS brief aan Ministerie van IenW nav motie Staalslakken (ondertekend).pdf, GS brief aan Stas over Staalslakken (ondertekend).pdf, Staalslakken, 2024-06-27_101716-Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat - toepassing staalslakken in Deltawateren (2).pdf (toegankelijk).pdf, Acties vanuit Zeeland ten aanzien van Staalslakken.docx

Hoi [redacted] en [redacted],

Ter voorbereiding van het interview met Investico heb ik zoals eerder aangegeven, een A4-tje opgesteld met daarin de acties benoemd die vanuit Zeeland zijn ondernomen ten aanzien van staalslakken. Daarin heb ik ook 2 linkjes naar kamerbrieven opgenomen. Verder een aantal bijlagen (brieven en mails).

Mochten er nog vragen zijn dan hoor ik die graag.

Met vriendelijke groet,

[redacted] | Senior Adviseur Milieu
([redacted])

+31 6 [redacted] | E. [redacted]@zeeland.nl
(reguliere werkdagen van maandag tot en met donderdag)

Provincie Zeeland

Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

Gedeputeerde Staten

Provincie Zeeland

Abdij 6 4331BK Middelburg
Postbus 6001 4330 LA Middelburg
+31 118631011
IBAN NL08 BNGH 0285010557

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat
T.a.v. de heer Harbers
Postbus 20901
2500 EX Den Haag

Onderwerp	Zaaknummer	Behandeld door	Verzonden
Gebruik staalslakken in de Deltawateren	448835	[redacted] +31 6 [redacted]	

Middelburg, 21 mei 2024

Geachte heer Harbers,

Op 12-09-2023 heeft de staatssecretaris een eerder schrijven van ons ontvangen (kenmerk/zaaknummer 360197) waarin we hebben verzocht om het gebruik van staalslakken op te schorten totdat (lopende) onderzoeken uitwijzen dat het toepassen van staalslakken in de Deltawateren geen nadelige effecten hebben.

In Zeeland zijn er nog steeds grote zorgen over de toepassing van staalslakken in de Deltawateren. We roepen u langs deze weg nogmaals op om:

- Onmiddellijk te stoppen met het toepassen van staalslakken in alle Deltawateren;
- Pas nieuwe toepassingen uit te voeren of toe te staan nadat de onderzoeken zijn afgerond en daaruit blijkt dat uitlogen van schadelijke stoffen vanuit de staalslakken onomstotelijk niet tot milieu-effecten leidt;
- Een overzicht van alle lopende en uitgevoerde onderzoeken naar de impact van staalslakken op de zoute onderwaternatuur te verstrekken aan zowel de Tweede Kamer als aan ons;
- Verder al het nodige te doen om zorg te dragen voor een duurzame en schone Delta.

Wij zien uw reactie graag tegemoet.

Met vriendelijke groet,

Gedeputeerde Staten van Zeeland,

[redacted]

drs. J.M.M. Polman
Voorzitter

[redacted]

drs. M.C.J. Franken
Secretaris-algemeen directeur

Noem in uw contact met ons steeds het zaaknummer. Dit staat bovenaan deze brief.

Gedeputeerde Staten

Provincie Zeeland

Abdij 6 4331BK Middelburg
Postbus 6001 4330 LA Middelburg
+31 118631011
IBAN NL08 BNGH 0285010557

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat
T.a.v. mevrouw V.L.W.A. Heijnen
Postbus 20901
2500 EX Den Haag

Onderwerp	Zaaknummer	Behandeld door	Verzonden
Toepassing van staalslakken	360197	[redacted] +31 6 [redacted]	

Middelburg, 12 september 2023

Geachte mevrouw Heijnen,

Met deze brief dringen wij erop aan het toepassen van staalslakken in de Oosterschelde voorlopig te staken, in afwachting van nadere beoordeling van nieuwe inzichten over uitloging van dit materiaal.

Het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) publiceerde in april 2023 een rapport waaruit blijkt dat het gebruik van staalslakken - een restproduct bij het maken van staal – mogelijk meer effecten heeft dan aanvankelijk werd gedacht. Als staalslakken in contact komen met regen- of grondwater komen er zware metalen via ‘uitspoelwater’ in de bodem of het oppervlaktewater terecht. Het rapport laat onder meer zien dat deze uitloging in de praktijk mogelijk groter is dan dat op laboratoriumschaal aangetoond wordt en dat de uitloging ook langer doorgaat dan eerder werd verondersteld.

Rijkswaterstaat heeft in het verleden diverse onderzoeken uitgevoerd naar de effecten van uitloging van staalslakken op organismen in de Oosterschelde. Het RIVM-rapport geeft echter aanleiding tot nieuwe vragen over de mogelijke gevolgen van de toepassing van staalslakken in de Zeeuwse deltawateren. De Vereniging van Beroepsvissers OWV (Oosterschelde, Westerschelde, Voordelta) en de Producentenorganisatie voor de Nederlandse Mosselcultuur hebben in het verleden reeds hun zorgen geuit over het gebruik van staalslakken in de Oosterschelde. OWV heeft Rijkswaterstaat bijvoorbeeld verzocht ander materiaal te gebruiken (grove stenen) omdat dat een habitat voor kreeften creëert. Staalslakken kleven samen, waardoor het leefgebied van kreeften verdwijnt.

Het bestaande wettelijk kader (Besluit bodemkwaliteit) staat toepassing van staalslakken in de Oosterschelde toe. Nu er onzekerheid bestaat over de uitloging en mogelijke effecten daarvan op het Natura 2000-gebied Nationaal Park Oosterschelde, is het wat ons betreft evident dat toepassing uit voorzorg voorlopig gestaakt wordt.

Rijkswaterstaat heeft ons laten weten dat het dit najaar een expertsessie organiseert. Verwachting is dat die sessie meer duidelijkheid biedt over de mogelijke gevolgen van de nieuwe inzichten en dat dit leidt tot een passend vervolg daarop.

Wij verzoeken u dan ook om in afwachting van de uitkomsten van de expertsessie en mogelijke vervolgsessies de toepassing van staalslakken in de Oosterschelde uit voorzorg te staken.

Met vriendelijke groet,

Gedeputeerde Staten van Zeeland,



drs. J.M.M. Polman, voorzitter



drs. M.C.J. Franken, secretaris-algemeen directeur

Noem in uw contact met ons steeds het zaaknummer. Dit staat bovenaan deze brief.

From: "[redacted]"
Sent: dinsdag 18 juni 2024 09:06
To: "Velde, B.L.L. van der (Dick)" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Subject: Staalslakken

Dag allen,

Kleine update:

- Commissie I&W heeft gisteren een brief aan Harbers gestuurd met het verzoek om richting de Kamer te reageren op de Zeeuwse brief aan de Tweede Kamer over staalslakken.
- Ik heb afgelopen donderdag de brief nogmaals aan Kamerleden gestuurd omdat er die dag een stuk in de Telegraaf stond over staalslakken. Mpanzu Bamenga (D66) heeft hierop gereageerd en komt naar de Zomerontmoeting 3 juli (vanaf 13:30 is hij er) en gaat dan graag even met Dick in gesprek over staalslakken.

Met hartelijke groet,

[redacted]

[redacted]
Public affairs Den Haag
Zeeuwse overheden
06[redacted]
[redacted]@zeeland.nl

Provincie Zeeland

Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

Ministerie van Infrastructuur
en Waterstaat

Bestuurskern
Dir.Bodem, Ruimte en Klimaatadaptatie
Bodem

Den Haag
Postbus 20901
2500 EX Den Haag

Ons kenmerk
IenW/BSK-2024/176837

Bijlage(n)
1

> Retouradres Postbus 20901 2500 EX Den Haag

OPENBAAR
Aan: Gedeputeerde Staten van de provincie Zeeland
T.a.v. drs. J.J.M. Polman, voorzitter
Postbus 6001
4330 LA Middelburg

Afschrift aan: Zeeuwse Milieufederatie en Tweede Kamer

Datum 25 juni 2024
Betreft Toepassing van staalslakken in de Deltawateren (uw zaaknummer: 44835)

Geachte heer Polman,

Hierbij reageer ik op uw brief van 24 mei 2024 waarin u de oproep doet om te stoppen met het toepassen van staalslakken in alle Deltawateren. Het is mij bekend dat hier al langere tijd zorgen over zijn in de provincie Zeeland.
De RIVM-literatuurstudie van april 2023 over de milieu-hygiënische kwaliteit van LD-staalslakken is aanleiding geweest voor nieuwe vragen over mogelijke gevolgen van de toepassing van staalslakken in de Zeeuwse Deltawateren.

U refereert daarbij ook naar een eerdere brief die de staatssecretaris van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) op 18 september 2023 van u ontving, met de oproep om de toepassing van staalslakken op te schorten tot (lopende) onderzoeken uitwijzen dat het toepassen van staalslakken in de Deltawateren geen nadelige effecten heeft.

Gezien alle aandacht van de laatste tijd voor staalslakken is er begrip voor de zorgen die leven in uw provincie. Toch is er vanuit het Rijksbeleid geen aanleiding om toepassingen met staalslakken in de Deltawateren nu te stoppen of op te schorten:

- De huidige normen in de regelgeving zijn op basis van wetenschappelijk onderbouwd advies tot stand gekomen waarbij is getoetst en is vastgesteld dat de normen beschermend zijn voor (groot) oppervlaktewater[1] waar ook de Deltawateren onder vallen.

- In het kader van de herijking van de bodemregelgeving vindt een evaluatie plaats van het wettelijk kader voor secundaire bouwstoffen. De evaluatie wordt binnenkort afgerond en naar verwachting in september gepubliceerd.
  In de voorlopige resultaten wordt bevestigd dat de maximale emissiewaarden waar alle bouwstoffen volgens de bodemregelgeving aan moeten voldoen, beschermend zijn voor toepassing van bouwstoffen/staalslakken in (groot) oppervlaktewater zoals de Deltawateren. Ook blijkt dat er op basis van de nu beschikbare kennis

[1] Met (groot) oppervlaktewater wordt bedoeld: een middelgrote rivier: 50m breed, 2,6m diep en 25 m^3/s

geen negatief effect als gevolg van de chemische samenstelling voorzien is bij toepassing van staalslakken in grote oppervlaktewateren, mits de staalslakken voldoen aan de regelgeving.

- In de onderzoeken en monitoring die Wageningen Marine Research in de periode van 2010 tot 2017 heeft uitgevoerd in opdracht van Rijkswaterstaat, zijn geen onaanvaardbare effecten van staalslakken op de waterkwaliteit of ecologie aangetoond.

- De studie die RIVM uitvoerde in opdracht van de Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT) ziet toe op toepassingen van staalslakken op land. De conclusies van deze studie zijn niet zonder meer door te trekken naar de toepassingen van staalslakken in groot oppervlaktewater zoals de Deltawateren.

Er zijn momenteel wel signalen dat het slecht gaat met verschillende schaal- en schelpdieren in de Oosterschelde en in berichtgeving in de media is de link met staalslakken gelegd. In opdracht van het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) en de NVWA is een breed onderzoek gestart naar de oorzaak. Vanzelfsprekend worden dit onderzoek en de resultaten door IenW nauwgezet gevolgd.

Eerder bent u geïnformeerd over het besluit om specifiek bij het project geulwandversteviging Ossenisse II de toepassing van staalslakken uit te sluiten. De reden hiervoor is dat circa de helft van het projectgebied in eigendom is van Staatsbosbeheer en Natuurmonumenten, en deze partijen hebben aangegeven geen staalslakken te willen op hun grondgebied. Indien gekozen wordt om staalslakken toe te kunnen passen ontstaan in dit specifieke geval risico's op vertraging voor het project. Vertraging die niet acceptabel is, vanwege risico's voor de stabiliteit van de vaargeulwand en de doorvaarbaarheid van de Westerschelde.

Dit besluit voor het project Ossenisse II betreft geen wijziging van de generieke werkwijze van Rijkswaterstaat, ook niet voor toekomstige projecten in de Westerschelde en Oosterschelde. Rijkswaterstaat voert projecten uit waarbij de afgesproken (project)kaders en de IenW-regelgeving leidend zijn. Alleen als er sprake is van andere argumenten (bijvoorbeeld civieltechnische noodzaak, en in dit geval de eigendomssituatie) kan Rijkswaterstaat besluiten om staalslakken uit te sluiten in specifieke projecten.

Verder vraagt u om een overzicht van alle lopende en uitgevoerde onderzoeken naar de impact van staalslakken op de zoute onderwaternatuur. In de bijlage bij deze brief wordt een overzicht gegeven van relevante onderzoeken die in opdracht van het Ministerie van IenW (inclusief Rijkswaterstaat) plaatsvinden of hebben plaatsgevonden.

Tenslotte roept u in uw brief op om al het nodige te doen om zorg te dragen voor een duurzame en schone Delta.

Regio, Rijk en stakeholders werken hier geruime tijd samen aan, o.a. via trajecten zoals Programmatische Aanpak Grote Wateren, Natura2000, en Gebiedsoverleg Zuidwestelijke Delta. Dit vanuit het besef dat alleen gezamenlijk het verschil gemaakt kan worden. Daarvoor is iedereen hard nodig. Vanuit deze

gezamenlijkheid kan verder worden gewerkt aan de uitdaging van een duurzame en schone delta.

Hoogachtend,

DE MINISTER VAN INFRASTRUCTUUR EN WATERSTAAT,

Mark Harbers

Bijlage: overzicht van uitgevoerde en afgeronde onderzoeken in opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat naar de impact van staalslakken op de zoute onderwaternatuur

Lopend onderzoek

Brand, E., J. van Genuchten, R. Vis, M. Broekman (2024). Evaluatie normeringkader (her)gebruik secundaire bouwstoffen. RIVM Rapport 2024-0074.

Uitgevoerd onderzoek

Craeymeersch, J., A. Hamer, O. Bittner (2021). Monitoring van de vooroevers in de Oosterschelde en de Westerschelde: in- en epifauna en sedimentkarakteristieken van VOV-locaties (cluster 2.2 en 3.0); WMR rapport C075/21

Foekema, E.M., J.E. Tamis, A. Blanco-Garcia, B. Van der Weide, C. Sonneveld, F.M. Kleissen en M.J. Van den Heuvel-Greve (2021). Leaching of metals from steel slag and their ecological effects on a marine ecosystem: Validating field data with mesocosm observations. Environmental toxicology 40:2499-2509.

Foekema, E.M., M.J. Van den Heuvel-Greve, C. Sonneveld, G. Hoornman en A. Blanco (2016). Uitloging en effecten van metalen uit staalslakken beoordeeld in mesocosms. IMARES, Den Helder. Rapport nummer: C063/16. 102 paginas.

Glorius, S.T. en M.J. Van den Heuvel-Greve (2016). Gehalte aan zware metalen in biota op stort en referentielocaties in de Oosterschelde. IMARES. Rapport nummer: C081/16. 32 paginas.

Glorius, S.T., M.J. Van den Heuvel-Greve en E.M. Foekema (2013). Variatie gehalte zware metalen op locatie Zeelandbrug en toxiciteit molybdeen - data rapport. IMARES. Rapport nummer: C105/13. 24 paginas.

Jansen, H.M., S. Glorius, M. Tangelder en M.J. Van den Heuvel-Greve (2015). Gehaltes aan zware metalen in biota op stort- en referentielocaties in de Oosterschelde & Westerschelde. Data rapport 2014. IMARES. Rapport nummer: C079/15. 91 paginas.

Schellekens, T., S. Glorius en M.J. Van den Heuvel-Greve (2014). Variatie en trend van de gehaltes zware metalen op locatie Zeelandbrug Data rapport 2013. IMARES, Yerseke. Rapport nummer: C055/14. 26 paginas.
Tangelder, M., M.J. De Kluijver, E.B.M. Brummelhuis en M.J. Van den Heuvel-Greve (2016a). Effect van vooroeververdediging op bodemorganismen in Oosterschelde en Westerschelde in 2014. Wageningen Marine REsearch. Rapport nummer: C116/15. 81 paginas.

Tangelder, M., T. Van Oijen, M.J. De Kluijver en T. Ysebaert (2017). Ontwikkeling epifauna, infauna en kreeften (T0, T1, T2) op een ecologisch aantrekkelijke vooroeverbestorting (Schelphoek, Oosterschelde). Monitoring Building for Nature proefvak Schelphoek. Wageningen Marine Research. Rapport nummer: C039/17. 69 paginas.

Tangelder, M. en K. Goudswaard (2015). Inventarisatie van dichtheden van kreeften op zowel bestorte als niet recentelijk bestorte vooroevers in de Oosterschelde. IMARES. 3 paginas.

Tangelder, M., K. Goudswaard en Y. Van Es (2015a). Bepaling zware metalen in kreeften op nieuwe vooroevers in de Oosterschelde. IMARES. Rapport nummer: C039/15. 32 paginas.

Tangelder, M., M.J. Van den Heuvel-Greve en M.J. De Kluijver (2016b). Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde 2015. Locaties: Zeelandbrug en Lokkersnol. Wageningen Marine Research. Rapport nummer: C089/16. 86 paginas.

Tangelder, M., M.J. Van den Heuvel-Greve, M.J. De Kluijver, S. Glorius en H. Jansen (2015b). Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde en Westerschelde 2014. IMARES. Rapport nummer: C102/15. 141 paginas. Wageningen Marine Research rapport C025/24 | 21 van 23

Tangelder, M, M. de Kluijver1, J. Craeymeersch, E.B.M. Brummelhuis, & M.J Van den Heuvel-Greve. (2015) Data rapport: Effect van vooroeververdediging op bodemorganismen in Oosterschelde in 2015. Research report WMR C013/17;

Tangelder, M., T. Schellekens, M.J. De Kluijver en M.J. Van den Heuvel-Greve (2014). Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde 2013. IMARES. Rapport nummer: C102/14. 62 paginas.

Van den Heuvel-Greve, M.J., M. Tangelder, T. Ysebaert, M. de Kluijver. (2016) Kolonisatie van bodemgemeenschappen van zacht substraat in de Oosterschelde en Westerschelde na uitvoering van vooroeververdediging. WMR notitie-eindversie 2016-04-26.

Van den Heuvel-Greve, M.J., A. Van den Brink, S. Glorius, C. Schipper, A. Gittenberger, M.J. De Kluijver en M. Dubbeldam (2012). Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde en Westerschelde 2011: T2 Cluster 1. Wageningen IMARES. Rapport nummer: C081/12. 69 paginas.

Van den Heuvel-Greve, M.J., A. Van den Brink, S. Glorius, C. Schipper, M.J. De Kluijver en M. Dubbeldam (2011). Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde 2010: T1 Cluster 1 / T0 Cluster 2. Wageningen IMARES. Rapport nummer: C029/11. 69 paginas.

Van den Heuvel-Greve, M.J. (2009). T0 monitoring vooroeververdediging Oosterschelde; cluster 1 2009. Wageningen IMARES. Rapport nummer: C137/09. 35 paginas.

Acties vanuit Zeeland ten aanzien van Staalslakken

Door Provincie Zeeland is herhaaldelijk aandacht gevraagd voor het gebruik van staalslakken in de Deltawateren (of beter geformuleerd hebben we ook opgeroepen om het gebruik van staalslakken te stoppen). Tot op heden is daar geen gehoor aan gegeven en worden staalslakken nog steeds toegepast in de Deltawateren.

Hieronder volgt een opsomming van deze documenten, inclusief een korte samenvatting van de aard van de inhoud van het document. De betreffende documenten zijn als bijlagen toegevoegd.

Vragen vanuit Provinciale Staten
Afgelopen jaren is er meerdere malen door verschillende partijen, aandacht gevraagd voor het toepassen van staalslakken in de Deltawateren. Dit al dan niet in relatie tot ziekte of sterfte onder schaal- en schelpdieren. Meerdere malen zijn er artikel 44 vragen gesteld.

GS brief aan staatssecretaris Heijnen 12 september 2023
Brief om aan te dringen op het voorlopig staken van het toepassen van staalslakken in de Oosterschelde. Dit naar aanleiding van een rapport van het RIVM van april 2023. Uit dit rapport blijkt dat het gebruik van staalslakken mogelijk meer effecten heeft dan aanvankelijk werd gedacht. Als staalslakken in contact komen met regen- of grondwater komen er zware metalen via uitspoelwater in de bodem of het oppervlaktewater terecht. Het RIVM rapport laat zien dat de uitloging mogelijk in de praktijk groter is (en langer doorgaat) dan wat uit eerdere laboratoriumproeven zou blijken.

Brief aan Minister 2024
Naar aanleiding van een motie is er op 21-05-2024 een brief verzonden aan Minister Harbers, waarin wordt opgeroepen om onmiddellijk te stoppen met het toepassen van staalslakken in de Deltawateren. Het verzoek was ook om deze werkzaamheden pas te hervatten als onomstotelijk bewezen is, met onderzoek, dat er geen schadelijke stoffen uitlogen uit deze staalslakken.

Behandeling brief Zeeland in Tweede Kamer Commissie
Onze lobbyist in Den Haag heeft de brief aan de Minister ook onder de aandacht gebracht van de Tweede Kamer Commissie I&W in juni 2024. Ook is de brief op donderdag 13 juni aan de Kamerleden toegezonden omdat er op die dag ook een artikel in de Telegraaf is verschenen over dit onderwerp.

Reactie Minister 2024
Op 25 juni 2024 is een reactie vanuit de Minister ontvangen. Minister geeft in deze brief aan dat er begrip is voor de zorgen die er leven in Zeeland. De tot op heden uitgevoerde onderzoeken hebben echter niet aangetoond dat er onaanvaardbare effecten zijn van staalslakken op de waterkwaliteit of de ecologie.

Er zijn momenteel wel signalen dat het slecht gaat met verschillende schaal- enschelpdieren in de Oosterschelde en in berichtgeving in de media is de link met staalslakken gelegd. In opdracht van het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) en de NVWA is een breed onderzoek gestart naar de oorzaak. Vanzelfsprekend worden dit onderzoek en de resultaten door lenW nauwgezet gevolgd.

Daarnaast is er bij deze brief een bijlage opgenomen met daarin een opsomming van de reeds uitgevoerde en lopende onderzoeken.

Kamerbrief staalslakken – versterken toezicht en handhaving 11 april 2024
Kamerbrief over versterken toezicht en handhaving staalslakken | Kamerstuk | Rijksoverheid.nl

Uitstelbrief antwoorden Kamervragen over de berichten dat milieutoezichthouders strengere regels wilden voor staalslakken – 10 april 2025

Uitstelbrief antwoorden Kamervragen over de berichten dat milieutoezichthouders strengere regels wilden voor staalslakken | Kamerstuk | Rijksoverheid.nl

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

Van: "[redacted]"
Verzonden: donderdag 3 april 2025 11:49
Aan: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: Interviewverzoek Investico staalslakken

Dank je [redacted], dan laat ik het stukje meldplicht even weg!

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: donderdag 3 april 2025 08:15
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: Interviewverzoek Investico staalslakken

Hoi [redacted] en [redacted],

Onderstaande tekst is prima wat mij betreft, al heb ik in de brief die ik in het voorjaar van 2024 aan de Minister heb verzonden niet gevraagd naar een meldplicht voor het toepassen van staalslakken. We hebben in die brief verzocht om het toepassen van staalslakken volledig te stoppen. En er loopt ook nog een onderzoek vanuit het ministerie.

En als de journalist hierna alsnog een interview of gesprek wenst, hebben we weer een kans om het onderwerp onder de aandacht te brengen.

Met vriendelijke groet,
[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: donderdag 3 april 2025 07:55
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: Interviewverzoek Investico staalslakken

Ha [redacted],

Tekst lijkt me wel helder. Ik kon alleen niet meer terugvinden dat wij de minister hebben gevraagd een meldplicht voor staalslakken op te nemen in de wet. Bijgevoegd een mail van [redacted] met een aantal brieven.

[redacted], heb jij helder of we inderdaad een meldplicht hebben gevraagd (mss is er nog een brief, of bij een overleg?) en wat vindt jij van onderstaande tekst?

[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: woensdag 2 april 2025 10:07
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: Interviewverzoek Investico staalslakken

Zoiets?

Beste [redacted]

Over onze oproep aan Rijkswaterstaat het volgende:

Gedeputeerde Staten van Zeeland hebben het ministerie verzocht om uit voorzorg geen staalslakken toe te passen in de Oosterschelde, in afwachting van nader onderzoek naar de uitloging van metalen en mogelijke effecten op de natuur. Dit verzoek was naar aanleiding van een onderzoek waaruit bleek dat de toegepaste en wettelijk voorgeschreven meetmethode mogelijk onjuiste gegevens opleverde (te lage waarden).

Uit verschillende wetenschappelijke onderzoeken is inmiddels aangetoond dat er geen effecten van uitloging van metalen door staalslakken op de natuur in de Oosterschelde zijn. Dit heeft vooral te maken met de grote verdunning die optreedt in de Oosterschelde (stroming).

Bij toepassing van staalslakken op het land zien we wel problemen, meestal gerelateerd aan het verkeerd toepassen, waardoor contact met zoet oppervlaktewater plaatsvindt. Effecten die dan optreden hebben vooral te maken met de zuurgraad van het water en niet direct met uitloging van metalen. Maar dit probleem speelt dus niet in de Oosterschelde.

Wij hebben de minister daarom gevraagd om een meldplicht voor het toepassen van staalslakken wettelijk vast te stellen. Die is er nu niet, hierdoor is het onbekend waar er wanneer en door wie staalslakken worden toegepast.

Dit is wat wij hierover kunnen zeggen op dit moment. + aanbod met Dick bellen?

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: dinsdag 1 april 2025 15:36
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: Interviewverzoek Investico staalslakken

Ik ben voorstander van afdoen via de mail..

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: dinsdag 1 april 2025 15:16
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: FW: Interviewverzoek Investico staalslakken

Staalslakken zijn hot op het moment…
Wat hiermee te doen? [redacted]

Van: [redacted]@platform-investico.nl>
Verzonden: dinsdag 1 april 2025 13:40
Aan: Communicatie Provincie Zeeland <communicatie@zeeland.nl>
Onderwerp: Interviewverzoek Investico staalslakken

Beste meneer/mevrouw,

Ik ben [redacted], onderzoeksjournalist bij Investico, en bezig met een artikel over staalslakken en we zouden heel graag wat meer vragen aan de Provincie Zeeland over het toepassen van staalslakken, de gevolgen die dit in jullie provincie heeft gehad en het verzoek dat jullie bij Rijkswaterstaat hebben neergelegd om het toepassen van staalslakken in Zeeuwse deltawateren te staken.

Is het mogelijk om binnenkort eens te bellen hierover, of liever nog om eens langs te komen om hier wat meer over te vragen aan een medewerker van jullie provincie die zich hiermee bezighoudt?

Zou u hier alstublieft voor donderdag 3 april op kunnen reageren?
Bel gerust als u vragen heeft of meer toelichting wilt (zie mijn telefoonnummer in mijn handtekening).

Met vriendelijke groet,

[redacted]
Platform Investico
+31([redacted]

--

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

R Art. 5.2 lid 1

De informatie uit documenten betreft persoonlijke beleidsopvattingen. Onder persoonlijke beleidsopvattingen worden verstaan ambtelijke adviezen, visies, standpunten en overwegingen ten behoeve van intern beraad, niet zijnde feiten, prognoses, beleidsalternatieven, de gevolgen van een bepaald beleidsalternatief of andere onderdelen met een overwegend objectief karakter

Van: "[redacted]"
Verzonden: dinsdag 8 april 2025 10:47
Aan: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: Interviewverzoek Investico staalslakken

Beste,

Nog even een aanvulling:
Er zijn de afgelopen jaren al meerdere brieven aan de Minister of het ministerie verstuurd met de vraag om het gebruik van staalslakken te stoppen of met de vraagn om extra onderzoek te doen naar het effect van toepassing van staalslakken in de Deltawateren. Daarnaast is de brief van mei(?) 2024 ook behandeld in een commissie in Den Haag, [redacted] heeft dat destijds geregeld. En we zien ook dat er geregeld Statenvragen worden gesteld over dit onderwerp. Ik denk dat er vorig jaar net voor het zomerreces of er net na opnieuw wat vragen zijn gesteld in PS of de Commissie Ruimte. Toen werd opnieuw gevraagd om een brief te sturen aan de Minister om aandacht te vragen voor het gebruik van staalslakken in de Deltawateren, maar we hadden destijds nog maar net het antwoord ontvangen op een eerdere brief.

Mvg, [redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: dinsdag 8 april 2025 09:47
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: Interviewverzoek Investico staalslakken

Hoi [redacted] en [redacted],

In de brief vanuit de Minister van vorig jaar is (volgens mij) een lijstje opgenomen met onderzoeken, dat is precies wat de journalist zoekt. Zie de bijlage bij de brief die ik heb bijgevoegd.

Mvg, [redacted]

[redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: dinsdag 8 april 2025 09:07
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: FW: Interviewverzoek Investico staalslakken

Goeiemorgen [redacted], [redacted],
Zie reactie Investico. Ik zal Dick vragen of hij haar te woord wil staan vd week. Zo ja dan kom ik nog even terug bij jullie voorbereiding.
Ik zit te zoeken welke onderzoeken ik kan vinden, ik zie alleen deze
Milieuhygiënische kwaliteit LD-staalslakken | Rapport | Rijksoverheid.nl
Weten jullie of er nog meer/andere onderzoeken zijn?
Groet[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@platform-investico.nl>
Verzonden: dinsdag 8 april 2025 08:51
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
CC: Communicatie Provincie Zeeland <communicatie@zeeland.nl>
Onderwerp: Re: Interviewverzoek Investico staalslakken

Beste [redacted]

Dank voor de reactie. Mijn vraag was eigenlijk of ik eens kan bellen (of kan afspreken) met iemand van de provincie Zeeland die zich met dit onderwerp bezighoudt. Het is mij niet duidelijk naar welke onderzoeken het ministerie precies heeft verwezen naar jullie, zou je me dat kunnen laten weten?

En meer in het algemeen, hoop ik dus te kunnen spreken met iemand die mij meer kan vertellen over dit onderwerp in Zeeland, over het verzoek aan het ministerie en of de provincie nog van plan is stappen te ondernemen nu het ministerie heeft aangegeven niet te willen stoppen met het gebruik van staalslakken.

Met vriendelijke groet,
[redacted]

From: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Date: Friday, 4 April 2025 at 12:42
To: [redacted] <[redacted]@platform-investico.nl>
Cc: Communicatie Provincie Zeeland <communicatie@zeeland.nl>
Subject: FW: Interviewverzoek Investico staalslakken

Hoi [redacted],

Een dagje later dan gepland, excuus, maar hierbij onze reactie op je vraag over staalslakken:

Gedeputeerde Staten van Zeeland hebben het ministerie verzocht om uit voorzorg geen staalslakken toe te passen in de Oosterschelde, in afwachting van nader onderzoek naar de uitloging van metalen en mogelijke effecten op de natuur. Dit verzoek was naar aanleiding van een onderzoek waaruit bleek dat de toegepaste en wettelijk voorgeschreven meetmethode mogelijk onjuiste gegevens opleverde (te lage waarden).

Het ministerie heeft aangegeven dat uit verschillende wetenschappelijke onderzoeken is aangetoond dat er geen effecten van uitloging van metalen door staalslakken op de natuur in de Oosterschelde zijn.

Bij toepassing van staalslakken op het land zien we wel problemen, meestal gerelateerd aan het verkeerd toepassen, waardoor contact met zoet oppervlaktewater plaatsvindt. Effecten die dan optreden hebben vooral te maken met de zuurgraad van het water en niet direct met uitloging van metalen. Maar dit probleem speelt dus niet in de Oosterschelde. Dat maakt dat het Rijk geen voorbehoud wil maken voor het gebruik van staalslakken in het water.

Er is vooralsnog geen relatie gelegd tussen gebruik van staalslakken en de hoge sterfte onder schaal- en schelpdieren. Momenteel vindt onderzoek plaats naar oorzaak van die de hoge sterfte. We zijn erg benieuwd naar dat onderzoek.

Met vriendelijke groet,

[redacted]
team communicatie
tel. 06-[redacted]

Provincie Zeeland

Van: [redacted] <[redacted]@platform-investico.nl>
Verzonden: dinsdag 1 april 2025 13:40
Aan: Communicatie Provincie Zeeland <communicatie@zeeland.nl>
Onderwerp: Interviewverzoek Investico staalslakken

Beste meneer/mevrouw,

Ik ben [redacted], onderzoeksjournalist bij Investico, en bezig met een artikel over staalslakken en we zouden heel graag wat meer vragen aan de Provincie Zeeland over het toepassen van staalslakken, de gevolgen die dit in jullie provincie heeft gehad en het verzoek dat jullie bij Rijkswaterstaat hebben neergelegd om het toepassen van staalslakken in Zeeuwse deltawateren te staken.

Is het mogelijk om binnenkort eens te bellen hierover, of liever nog om eens langs te komen om hier wat meer over te vragen aan een medewerker van jullie provincie die zich hiermee bezighoudt?

Zou u hier alstublieft voor donderdag 3 april op kunnen reageren?
Bel gerust als u vragen heeft of meer toelichting wilt (zie mijn telefoonnummer in mijn handtekening).

Met vriendelijke groet,

[redacted]
Platform Investico
+31[redacted]

--

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

Van: "[redacted]"
Verzonden: donderdag 3 april 2025 11:48
Aan: "Velde, B.L.L. van der (Dick)" <[redacted]@zeeland.nl>
Cc: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: persvraag Investico staalslakken

Dick,

Onderstaande vraag werd deze week gesteld.

Ik zou in eerste instantie kort onze reactie op de mail zetten ,zie hieronder. Of heb jij liever gelijk een (bel)afspraak met haar om ons punt toe te lichten…?

Beste meneer/mevrouw,
Ik ben [redacted], onderzoeksjournalist bij Investico, en bezig met een artikel over staalslakken en we zouden heel graag wat meer vragen aan de Provincie Zeeland over het toepassen van staalslakken, de gevolgen die dit in jullie provincie heeft gehad en het verzoek dat jullie bij Rijkswaterstaat hebben neergelegd om het toepassen van staalslakken in Zeeuwse deltawateren te staken.
Is het mogelijk om binnenkort eens te bellen hierover, of liever nog om eens langs te komen om hier wat meer over te vragen aan een medewerker van jullie provincie die zich hiermee bezighoudt?

Bel gerust als u vragen heeft of meer toelichting wilt (zie mijn telefoonnummer in mijn handtekening).
Met vriendelijke groet,

[redacted] Platform Investico

Beste [redacted]

Over onze oproep aan Rijkswaterstaat het volgende:

Gedeputeerde Staten van Zeeland hebben het ministerie verzocht om uit voorzorg geen staalslakken toe te passen in de Oosterschelde, in afwachting van nader onderzoek naar de uitloging van metalen en mogelijke effecten op de natuur. Dit verzoek was naar aanleiding van een onderzoek waaruit bleek dat de toegepaste en wettelijk voorgeschreven meetmethode mogelijk onjuiste gegevens opleverde (te lage waarden).

Uit verschillende wetenschappelijke onderzoeken is inmiddels aangetoond dat er geen effecten van uitloging van metalen door staalslakken op de natuur in de Oosterschelde zijn. Dit heeft vooral te maken met de grote verdunning die optreedt in de Oosterschelde (stroming).

Bij toepassing van staalslakken op het land zien we wel problemen, meestal gerelateerd aan het verkeerd toepassen, waardoor contact met zoet oppervlaktewater plaatsvindt. Effecten die dan optreden hebben vooral te maken met de zuurgraad van het water en niet direct met uitloging van metalen. Maar dit probleem speelt dus niet in de Oosterschelde.

Dit is wat wij hierover kunnen zeggen op dit moment.

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

Van: "[redacted]"
Verzonden: vrijdag 4 april 2025 11:55
Aan: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: persvraag Investico staalslakken

Hoi [redacted]

Je hebt wat mij betreft een nette tekst opgesteld, dus ik kan me hierin vinden hoor.

Mvg, [redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: vrijdag 4 april 2025 11:13
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: FW: persvraag Investico staalslakken

[redacted] [redacted]
Nav. reactie van Dick heb ik nieuwe tekst gemaakt, ook nog even onderzoek naar hoge sterfte hierin genoemd. Wat vinden jullie hiervan?
NB journalist wilde graag voor donderdag reactie maar heeft zich niet meer laten horen dus ik weet niet of ze hier uberhaupt nog iets mee willen…

Van: Velde, B.L.L. van der (Dick) <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: donderdag 3 april 2025 12:29
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: persvraag Investico staalslakken

Allen,

Volgens mij hebben we een antwoord gehad van de minister en zijn er klaarblijkelijk resultaten van onderzoek bekend geworden
Wat maakt dat het rijk geen voorbehoud wil maken voor het gebruik van Staalslakken in de oosteren westerschelde

Is dit niet meer recht doen aan de werkelijkheid?

Met vriendelijke groet,

Dick van der Velde, van der | Lid GS
T. +31 6 [redacted]
E. [redacted]@zeeland.nl

Provincie Zeeland

Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

Beste meneer/mevrouw,
Ik ben [redacted], onderzoeksjournalist bij Investico, en bezig met een artikel over staalslakken en we zouden heel graag wat meer vragen aan de Provincie Zeeland over het toepassen van staalslakken, de gevolgen die dit in jullie provincie heeft gehad en het verzoek dat jullie bij Rijkswaterstaat hebben neergelegd om het toepassen van staalslakken in Zeeuwse deltawateren te staken.
Is het mogelijk om binnenkort eens te bellen hierover, of liever nog om eens langs te komen om hier wat meer over te vragen aan een medewerker van jullie provincie die zich hiermee bezighoudt?

Bel gerust als u vragen heeft of meer toelichting wilt (zie mijn telefoonnummer in mijn handtekening).
Met vriendelijke groet,

[redacted] Platform Investico
[redacted]

Beste [redacted]

Over onze oproep aan Rijkswaterstaat het volgende:

Gedeputeerde Staten van Zeeland hebben het ministerie verzocht om uit voorzorg geen staalslakken toe te passen in de Oosterschelde, in afwachting van nader onderzoek naar de uitloging van metalen en mogelijke effecten op de natuur. Dit verzoek was naar aanleiding van een onderzoek waaruit bleek dat de toegepaste en wettelijk voorgeschreven meetmethode mogelijk onjuiste gegevens opleverde (te lage waarden).

Uit verschillende wetenschappelijke onderzoeken is inmiddels aangetoond dat er geen effecten van uitloging van metalen door staalslakken op de natuur in de Oosterschelde zijn. Dit heeft vooral te maken met de grote verdunning die optreedt in de Oosterschelde (stroming).

Bij toepassing van staalslakken op het land zien we wel problemen, meestal gerelateerd aan het verkeerd toepassen, waardoor contact met zoet oppervlaktewater plaatsvindt. Effecten die dan optreden hebben vooral te maken met de zuurgraad van het water en niet direct met uitloging van metalen. Maar dit probleem speelt dus niet in de Oosterschelde. Dat maakt dat het Rijk geen voorbehoud wil maken voor het gebruik van staalslakken in het water.

Er is vooralsnog geen relatie gelegd tussen gebruik van staalslakken en de hoge sterfte onder schaal- en schelpdieren. Momenteel vindt onderzoek plaats naar oorzaak van die de hoge sterfte. We zijn erg benieuwd naar dat onderzoek.

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

Van: "[redacted]"
Verzonden: dinsdag 1 april 2025 08:52
Aan: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: FW: Vraag Investico mbt staalslakken

Ha [redacted],

Ik geloof dat jij je met de staalslakken bezighoudt toch?
Zie onderstaand bericht vanuit het waterschap. Vraag is of wij dit ook ontvangen hebben en zo ja, of er afstemming mogelijk is ten aanzien van de beantwoording…

Groet,
[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@Scheldestromen.nl>
Verzonden: dinsdag 1 april 2025 08:50
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: FW: Vraag Investico mbt staalslakken

Dag [redacted],

Zie bijgaand bericht zoals zojuist besproken.

Vr.gr.
[redacted]

Van: Info WS <Info@Scheldestromen.nl>
Verzonden: maandag 31 maart 2025 15:43
Aan: [redacted] <[redacted]@Scheldestromen.nl>
Onderwerp: FW: Vraag Investico mbt staalslakken

Van: [redacted]<[redacted]@platform-investico.nl>
Verzonden: zaterdag 29 maart 2025 13:48
Aan: Info WS <Info@Scheldestromen.nl>
Onderwerp: Vraag Investico mbt staalslakken

Sommige mensen die dit bericht hebben ontvangen, ontvangen niet vaak e-mail van [redacted]@platform-investico.nl. Ontdek waarom dit belangrijk is

Let op!: Dit is een afzender buiten de organisatie, let goed op wat je opent of waar je op klikt, bij twijfel contact opnemen met de servicedesk!

Beste meneer/mevrouw van Waterschap Scheldestromen,

Ik ben [redacted], onderzoeksjournalist voor Investico, en ik ben bezig met een onderzoek naar staalslakken. We schrijven hierover voor *De Groene* Amsterdammer en *Nu.nl.*

We doen hiervoor een uitvraag onder gemeenten, omgevingsdiensten, provincies en ook onder waterschappen. Vandaar dat ik jullie mail. In het verleden hebben waterschappen weleens ontdekt dat er staalslakken waren gebruikt op een locatie in hun gebied; staalslakken die in sommige gevallen zijn gaan ‘lekken’ en ervoor zorgden dat zware metalen uitloogden in (grond)water.

We zijn benieuwd of het Waterschap Scheldestromen in het verleden weleens watermetingen heeft gedaan waardoor jullie ontdekten dat er op bepaalde locaties staalslakken waren toegepast. Zouden jullie dit ons kunnen laten weten?

Meer in het algemeen: hebben jullie zicht op welke locaties in jullie gebied staalslakken zijn toegepast? Indien ja, zouden jullie hier wat meer informatie met ons over kunnen delen? We kunnen er natuurlijk altijd even over bellen, ook om te overleggen over in hoeverre de informatie vertrouwelijk moet blijven.

Is het mogelijk om voor donderdagmiddag 16:00uur bij mij terug te komen hierop?

Met vriendelijke groet,

[redacted]
Platform Investico
+31[redacted]

--

Waterschap Scheldestromen

Bezoekadressen: Kanaalweg 1 4337 PA Middelburg en Kennedylaan 1 4538 AE Terneuzen
Postadres: Postbus 1000, 4330 ZW Middelburg
Telefoon: +31 (0) 88 246 1000 (lokaal tarief)
Email: info@scheldestromen.nl
Website: www.scheldestromen.nl

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

Van: "[redacted]"
Verzonden: vrijdag 7 februari 2025 09:45
Aan: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: FW: Persvraag Investico: onderzoek locaties staalslakken

Ook even voor jullie ter info

Van: [redacted] <[redacted]@rud-zeeland.nl>
Verzonden: donderdag 6 februari 2025 10:10
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: Persvraag Investico: onderzoek locaties staalslakken

Hoi [redacted]

Het volgende ter informatie.

Eerder hebben wij onderstaande persvraag ontvangen:

Voor Investico zijn we bezig met het in kaart brengen van de locaties in Nederland waar staalslakken zijn toegepast. Investico is een onafhankelijk onderzoeksjournalistiek platform, wij publiceren in samenwerking met reguliere media zoals nu.nl en De Groene Amsterdammer.

We zullen bij het in kaart brengen van deze locaties onderscheid maken tussen locaties waar staalslakken volgens de zorgplicht zijn toegepast, waar ze een mogelijk risico vormen voor mens en/of milieu en waar ze (in het verleden) zijn gaan lekken/in aanraking met water zijn gekomen.

Onze vraag hierbij is: zijn er in de periode van 1995 tot nu, meldingen binnengekomen van locaties waar staalslakken zijn toegepast, en willen jullie deze locaties met ons delen? Het gaat ons om zowel grote als kleine toepassingen.

Vandaag hebben wij onderstaand antwoord hierop verzonden:

Sinds 2014 zijn er geen meldingen binnengekomen voor het toepassen van staalslakken. Voor bouwstoffen op de landbodem geldt namelijk geen meldplicht en er is nog geen meld-/informatieplicht voor staalslakken (en er zijn nog geen gemeenten die deze meldplicht hebben opgenomen in hun omgevingsplan).

RUD Zeeland is in 2014 opgericht. Over de periode 1995 tot 2014 beschikt RUD Zeeland niet over de informatie.

De vraag was aan alle omgevingsdiensten gesteld. Ik verwacht dat over dit onderwerp in de toekomst nog meer vragen gesteld worden. Vandaar dat ik dit alvast met je wil delen.

Met vriendelijke groet,

[redacted]
Communicatieadviseur

DE OMGEVINGSDIENST VOOR EEN SCHOON EN VEILIG ZEELAND

Postbus 35
4530 AA Terneuzen
+316 [redacted]
www.rud-zeeland.nl

Mijn werkdagen zijn maandag, woensdag en donderdag

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

Van: "[redacted]" on behalf of "Secretariaat van der Velde"
Verzonden: maandag 14 april 2025 17:13
Aan: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: FW: Afspraak Journalist [redacted] inzake Investico staalslakken

Hoi [redacted], [redacted]
As. woensdag heeft Dick gesprek met Investico over staalslakken.
Kan één van jullie hier ook bij aansluiten? Overleg is via Teams maar wij kunnen bij Dick op de kamer zitten.
Groet,
[redacted]

-----Oorspronkelijke afspraak-----
Van: Secretariaat van der Velde <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: vrijdag 11 april 2025 11:21
Aan: Secretariaat van der Velde; Velde, B.L.L. van der (Dick); [redacted] [redacted]@platform-investico.nl'
Onderwerp: Afspraak Journalist [redacted] inzake Investico staalslakken
Tijd: woensdag 16 april 2025 11:30-12:00 (UTC+01:00) Amsterdam, Berlijn, Bern, Rome, Stockholm, Wenen.
Locatie: Teams

Goedemiddag,

Hierbij bevestig ik de afspraak met gedeputeerde de heer B.L.L. van der Velde op woensdag 11:30 uur tot 12:00 uur.
Deze afspraak zal via teams zijn waarvoor onderstaande link gebruikt kan worden.

Mochten er nog vragen of opmerkingen zijn, neemt u dan gerust contact met ons op.

Met vriendelijke groet,

[redacted] | Managementassistent GS
Mob (06) [redacted] E. [redacted] zeeland.nl

Ik werk op maandag, woensdag, donderdag en vrijdag

Provincie Zeeland

Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

Microsoft Teams Heeft u hulp nodig?
Nu deelnemen aan de vergadering
Vergadering-id: [redacted]
Wachtwoordcode: [redacted]

Voor organisatoren: Vergaderopties

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

Van: "[redacted]"
Verzonden: dinsdag 15 april 2025 07:21
Aan: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: Interview Investico - Staalslakken

Beste,

Heb net de uitnodiging voor morgenochtend geaccepteerd, zal vandaag even overleggen met [redacted] wie van ons aansluit.

Met vriendelijke groet,

[redacted] | Senior Adviseur Milieu
([redacted])

+31 6 [redacted] | E. [redacted]@zeeland.nl
(reguliere werkdagen van maandag tot en met donderdag)

Provincie Zeeland

Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

Van: "[redacted]"
Verzonden: woensdag 16 april 2025 13:30
Aan: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: Interviewverzoek Investico staalslakken

Helder dank je wel [redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: woensdag 16 april 2025 13:22
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: Interviewverzoek Investico staalslakken

Dat klopt helemaal. [redacted] heeft voor vrijwel alle genoemde werken de natuurvergunning vanuit ons geregeld. Het gebruik van staalslakken is in de grote wateren met voldoende verversing nog toegestaan volgens het bouwstoffenbesluit. De uitlogende stoffen verdunnen daar snel genoeg zodat deze geen invloed hebben op het ecosysteem. Wij hebben ons hier in het verleden kritisch over uitgelaten en RWS ertoe gedwongen om dit goed te onderbouwen middels monitoring en proeven. Dat hebben ze dus ook kunnen bewijzen.

Of de werken daadwerkelijk zijn uitgevoerd en welke materialen er uiteindelijk zijn gebruikt, dat weten wij niet en daarvoor moet men bij Rijkswaterstaat zijn. In de vergunning staat meestal opgenomen dat men volgens het bouwstoffenbesluit moet werken. Dus een aannemer besluit dan zelf welke bouwstof hij toepast. Dat is in deze gevallen vrijwel altijd staalslakken, maar er kan inderdaad ook bijvoorbeeld breuksteen of zeegrond gebruikt worden. Zoals RWS zelf ook aangeeft is er geen verplichting tot het bijhouden van welke materialen precies zijn gebruikt, dus als RWS dit niet weet, dan denk ik dat niemand het weet.

Met vriendelijke groet,
[redacted]

Provincie Zeeland
Bezoekadres:
Abdij 6
4331 BK Middelburg
06-[redacted]
Postadres:
Postbus 6001
4330 LA Middelburg

Provincie Zeeland

Provinciehuis | Abdij 6, 4331 BK Middelburg | +31 118 631011
Postbus 6001, 4330 LA Middelburg | www.zeeland.nl | @provzeeland | facebook.com/provinciezeeland | instagram.com/provinciezeeland | dataportaal.zeeland.nl

---

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: woensdag 16 april 2025 13:15
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: Interviewverzoek Investico staalslakken

[redacted],

[redacted] heeft zich in het verleden gehouden met toestemmingen van toepassingen van staalslakken. Dat gaf [redacted] net aan toen ik hem telefonisch sprak.

Mvg, [redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: woensdag 16 april 2025 13:06
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: Interviewverzoek Investico staalslakken

En locaties, daar hebben wij geen zicht op. Mogelijk dat [redacted] hier nog iets van kan zeggen.

[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: woensdag 16 april 2025 12:50
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>; [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: Interviewverzoek Investico staalslakken

[redacted],

Het betreft onderstaande passage uit bijbehorende GS brief:

Het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) publiceerde in april 2023 een rapport waaruit blijkt dat het gebruik van staalslakken - een restproduct bij het maken van staal – mogelijk meer effecten heeft dan aanvankelijk werd gedacht. Als staalslakken in contact komen met regen- of grondwater komen er zware metalen via 'uitspoelwater' in de bodem of het oppervlaktewater terecht. Het rapport laat onder meer zien dat deze uitloging in de praktijk mogelijk groter is dan dat op laboratoriumschaal aangetoond wordt en dat de uitloging ook langer doorgaat dan eerder werd verondersteld.

Bijgaand de samenvatting van een literatuurstudie van het RIVM naar de milieuhygienische kwaliteit van staalslakken. Dat is volgens mij de studie waarnaar in de bijgaande brief wordt verwezen.

Heb je hier voldoende aan?

Met vriendelijke groet,
[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: woensdag 16 april 2025 12:21
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: FW: Interviewverzoek Investico staalslakken

Hoi [redacted],
Zie hieronder, weet jij aan welke collega van natuur ik deze vraag kan voorleggen?
En 2e vraag had dus te maken met labonderzoek, kun jij daar nog wat meer info over achterhalen?
Groet,
[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@platform-investico.nl>
Verzonden: woensdag 16 april 2025 12:16
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: Re: Interviewverzoek Investico staalslakken

Dag [redacted],

Nog hartelijk dank voor het gesprek. Bij deze de locaties waarvan ik wilde controleren of de storting heeft plaatsgevonden:
In de Westerschelde gaat het om staalslakken die zijn als in de vooroeververdediging in:

Breskens, Borssele, Ritthem/Zuid Watering, Margarethapolder, Kleine Huissenspolder, Eendragtpolder, Breskens-Oost, Waarde-Westveerpolder en in Vlissingen. Deze stortingen stonden gepland voor 2020/2021, maar of dit heeft plaatsgevonden en of hier staalslakken zijn gebruikt kan ik niet achterhalen.

Het blijkt namelijk dat er soms ook door de aannemer toch voor een ander product wordt gekozen wanneer er bijvoorbeeld niet genoeg staalslakken beschikbaar zijn. Dit is bijvoorbeeld gebeurt op een deel van de schelphoek waar in plaats van staalslak zeegrind is gebruikt in 2014 link.

In de Oosterschelde gaat het om de locaties: Burghsluis, Wemeldinge-west, Wemeldinge-Oost en de Oost Bevelandpolder (Goes)e Gas. Deze stonden ook gepland voor 2020.

Al deze locaties stonden op de planning van Rijkswaterstaat wat hier: https://www.rijkswaterstaat.nl/water/projectenoverzicht/vooroeververdediging-oosterschelde-en-westerschelde/planning-en-aanpak terug te zien is. Ik heb dit ook voorgelegd aan Rijkswaterstaat en zij beaamde dat het hier was gebruikt, echter omdat ze hierbij de voetnoot gaven dat er geen sprake is van een centraal meldpunt of systeem waar een overzicht van alle toepassingen wordt bijgehouden. Leg ik het als extra check ook voor bij jullie.

Tweede punt was uit de mail:

Het verzoek om te stoppen met het gebruik van staalslakken was *naar aanleiding van een onderzoek waaruit bleek dat de toegepaste en wettelijk voorgeschreven meetmethode mogelijk onjuiste gegevens opleverde (te lage waarden).*
En de vraag was of jullie dit verder konden toelichten.

Alvast bedankt en een fijne dag,

[redacted]

Onderzoeksjournalist
+3[redacted]
[redacted]@platform-investico.nl

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: vrijdag 11 april 2025 11:55
Aan: [redacted]<[redacted]@platform-investico.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@platform-investico.nl>
Onderwerp: RE: Interviewverzoek Investico staalslakken

Hoi [redacted] en [redacted],

Kan het ook om 11.30 uur? Er is net nog iets tussengekomen in de agenda.

Jullie kunnen het beste even naar mij bellen 06-[redacted].

Tot dan!

Groet,

[redacted]

Van: [redacted]<[redacted]@platform-investico.nl>
Verzonden: vrijdag 11 april 2025 09:24
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@platform-investico.nl>
Onderwerp: Re: Interviewverzoek Investico staalslakken

Hoi [redacted],

Bedankt hiervoor. Woensdag 11 uur schikt, in dat geval zal mijn collega [redacted] het gesprek voeren. Ik werk met haar samen op dit onderwerp.

Op welk telefoonnummer is meneer Van der Velde te bereiken?

Groet,
[redacted]

From: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Date: Thursday, 10 April 2025 at 13:08
To: [redacted]<[redacted]@platform-investico.nl>
Subject: RE: Interviewverzoek Investico staalslakken

Hoi [redacted],

De onderzoeken zijn die zoals genoemd zijn in de bijlage van de brief van het ministerie, zie pdf.

Gedeputeerde Dick van der Velde kan je telefonisch te woord staan. Volgende week woensdag om 11 uur, schikt dat?

Groet,

[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@platform-investico.nl>
Verzonden: dinsdag 8 april 2025 08:51
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
CC: Communicatie Provincie Zeeland <communicatie@zeeland.nl>
Onderwerp: Re: Interviewverzoek Investico staalslakken

Beste [redacted]

Dank voor de reactie. Mijn vraag was eigenlijk of ik eens kan bellen (of kan afspreken) met iemand van de provincie Zeeland die zich met dit onderwerp bezighoudt. Het is mij niet duidelijk naar welke onderzoeken het ministerie precies heeft verwezen naar jullie, zou je me dat kunnen laten weten?

En meer in het algemeen, hoop ik dus te kunnen spreken met iemand die mij meer kan vertellen over dit onderwerp in Zeeland, over het verzoek aan het ministerie en of de provincie nog van plan is stappen te ondernemen nu het ministerie heeft aangegeven niet te willen stoppen met het gebruik van staalslakken.

Met vriendelijke groet,
[redacted]

From: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Date: Friday, 4 April 2025 at 12:42
To: [redacted] <[redacted]@platform-investico.nl>
Cc: Communicatie Provincie Zeeland <communicatie@zeeland.nl>
Subject: FW: Interviewverzoek Investico staalslakken

Hoi [redacted],

Een dagje later dan gepland, excuus, maar hierbij onze reactie op je vraag over staalslakken:

Gedeputeerde Staten van Zeeland hebben het ministerie verzocht om uit voorzorg geen staalslakken toe te passen in de Oosterschelde, in afwachting van nader onderzoek naar de uitloging van metalen en mogelijke effecten op de natuur. Dit verzoek was naar aanleiding van een onderzoek waaruit bleek dat de toegepaste en wettelijk voorgeschreven meetmethode mogelijk onjuiste gegevens opleverde (te lage waarden).

Het ministerie heeft aangegeven dat uit verschillende wetenschappelijke onderzoeken is aangetoond dat er geen effecten van uitloging van metalen door staalslakken op de natuur in de Oosterschelde zijn.

Bij toepassing van staalslakken op het land zien we wel problemen, meestal gerelateerd aan het verkeerd toepassen, waardoor contact met zoet oppervlaktewater plaatsvindt. Effecten die dan optreden hebben vooral te maken met de zuurgraad van het water en niet direct met uitloging van metalen. Maar dit probleem speelt dus niet in de Oosterschelde. Dat maakt dat het Rijk geen voorbehoud wil maken voor het gebruik van staalslakken in het water.

Er is vooralsnog geen relatie gelegd tussen gebruik van staalslakken en de hoge sterfte onder schaal- en schelpdieren. Momenteel vindt onderzoek plaats naar oorzaak van die de hoge sterfte. We zijn erg benieuwd naar dat onderzoek.

Met vriendelijke groet,

[redacted]

team communicatie

tel. 06-[redacted]

Provincie Zeeland

Van: [redacted] <[redacted]@platform-investico.nl>
Verzonden: dinsdag 1 april 2025 13:40
Aan: Communicatie Provincie Zeeland <communicatie@zeeland.nl>
Onderwerp: Interviewverzoek Investico staalslakken

Beste meneer/mevrouw,

Ik ben [redacted], onderzoeksjournalist bij Investico, en bezig met een artikel over staalslakken en we zouden heel graag wat meer vragen aan de Provincie Zeeland over het toepassen van staalslakken, de gevolgen die dit in jullie provincie heeft gehad en het verzoek dat jullie bij Rijkswaterstaat hebben neergelegd om het toepassen van staalslakken in Zeeuwse deltawateren te staken.

Is het mogelijk om binnenkort eens te bellen hierover, of liever nog om eens langs te komen om hier wat meer over te vragen aan een medewerker van jullie provincie die zich hiermee bezighoudt?

Zou u hier alstublieft voor donderdag 3 april op kunnen reageren?
Bel gerust als u vragen heeft of meer toelichting wilt (zie mijn telefoonnummer in mijn handtekening).

Met vriendelijke groet,

[redacted]

Platform Investico
[redacted]

--

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

Van: "[redacted]"
Verzonden: woensdag 16 april 2025 12:50
Aan: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>; "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: RE: Interviewverzoek Investico staalslakken
Bijlage(n): GS brief aan Stas over Staalslakken (ondertekend).pdf, samenvatting Milieuhygienische kwaliteit LD staalslakken Literatuurstudie RIVM.docx

[redacted],

Het betreft onderstaande passage uit bijbehorende GS brief:

Het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) publiceerde in april 2023 een rapport waaruit blijkt dat het gebruik van staalslakken - een restproduct bij het maken van staal – mogelijk meer effecten heeft dan aanvankelijk werd gedacht. Als staalslakken in contact komen met regen- of grondwater komen er zware metalen via 'uitspoelwater' in de bodem of het oppervlaktewater terecht. Het rapport laat onder meer zien dat deze uitloging in de praktijk mogelijk groter is dan dat op laboratoriumschaal aangetoond wordt en dat de uitloging ook langer doorgaat dan eerder werd verondersteld.

Bijgaand de samenvatting van een literatuurstudie van het RIVM naar de milieuhygienische kwaliteit van staalslakken. Dat is volgens mij de studie waarnaar in de bijgaande brief wordt verwezen.

Heb je hier voldoende aan?

Met vriendelijke groet,
[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: woensdag 16 april 2025 12:21
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: FW: Interviewverzoek Investico staalslakken

Hoi [redacted],
Zie hieronder, weet jij aan welke collega van natuur ik deze vraag kan voorleggen?
En 2e vraag had dus te maken met labonderzoek, kun jij daar nog wat meer info over achterhalen?
Groet,
[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@platform-investico.nl>
Verzonden: woensdag 16 april 2025 12:16
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: Re: Interviewverzoek Investico staalslakken

Dag [redacted],

Nog hartelijk dank voor het gesprek. Bij deze de locaties waarvan ik wilde controleren of de storting heeft plaatsgevonden:
In de Westerschelde gaat het om staalslakken die zijn als in de vooroeververdediging in:

Breskens, Borssele, Ritthem/Zuid Watering, Margarethapolder, Kleine Huissenspolder, Eendragtpolder, Breskens-Oost, Waarde-Westveerpolder en in Vlissingen. Deze stortingen stonden gepland voor 2020/2021, maar of dit heeft plaatsgevonden en of hier staalslakken zijn gebruikt kan ik niet achterhalen.

Het blijkt namelijk dat er soms ook door de aannemer toch voor een ander product wordt gekozen wanneer er bijvoorbeeld niet genoeg staalslakken beschikbaar zijn. Dit is bijvoorbeeld gebeurt op een deel van de schelphoek waar in plaats van staalslak zeegrind is gebruikt in 2014 link.

In de Oosterschelde gaat het om de locaties: Burghsluis, Wemeldinge-west, Wemeldinge-Oost en de Oost Bevelandpolder (Goes)e Gas. Deze stonden ook gepland voor 2020.

Al deze locaties stonden op de planning van Rijkswaterstaat wat hier: https://www.rijkswaterstaat.nl/water/projectenoverzicht/vooroeververdediging-oosterschelde-en-westerschelde/planning-en-aanpak terug te zien is. Ik heb dit ook voorgelegd aan Rijkswaterstaat en zij beaamde dat het hier was gebruikt, echter omdat ze hierbij de voetnoot gaven dat er geen sprake is van een centraal meldpunt of systeem waar een overzicht van alle toepassingen wordt bijgehouden. Leg ik het als extra check ook voor bij jullie.

Tweede punt was uit de mail:
Het verzoek om te stoppen met het gebruik van staalslakken was *naar aanleiding van een onderzoek waaruit bleek dat de toegepaste en wettelijk voorgeschreven meetmethode mogelijk onjuiste gegevens opleverde (te lage waarden)*.
En de vraag was of jullie dit verder konden toelichten.

Alvast bedankt en een fijne dag,

[redacted]

Onderzoeksjournalist
+316[redacted]
[redacted]@platform-investico.nl

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: vrijdag 11 april 2025 11:55
Aan: [redacted] <[redacted]@platform-investico.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@platform-investico.nl>
Onderwerp: RE: Interviewverzoek Investico staalslakken

Hoi [redacted] en [redacted],

Kan het ook om 11.30 uur? Er is net nog iets tussengekomen in de agenda.

Jullie kunnen het beste even naar mij bellen 06-[redacted].

Tot dan!

Groet,

[redacted]

Van: [redacted] - Investico <[redacted]@platform-investico.nl>
Verzonden: vrijdag 11 april 2025 09:24
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@platform-investico.nl>
Onderwerp: Re: Interviewverzoek Investico staalslakken

Hoi [redacted],

Bedankt hiervoor. Woensdag 11 uur schikt, in dat geval zal mijn collega [redacted] het gesprek voeren. Ik werk met haar samen op dit onderwerp.

Op welk telefoonnummer is meneer Van der Velde te bereiken?

Groet,
[redacted]

From: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Date: Thursday, 10 April 2025 at 13:08
To: [redacted] <[redacted]@platform-investico.nl>
Subject: RE: Interviewverzoek Investico staalslakken

Hoi [redacted],

De onderzoeken zijn die zoals genoemd zijn in de bijlage van de brief van het ministerie, zie pdf.

Gedeputeerde Dick van der Velde kan je telefonisch te woord staan. Volgende week woensdag om 11 uur, schikt dat?

Groet,

[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@platform-investico.nl>
Verzonden: dinsdag 8 april 2025 08:51
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
CC: Communicatie Provincie Zeeland <communicatie@zeeland.nl>
Onderwerp: Re: Interviewverzoek Investico staalslakken

Beste [redacted]

Dank voor de reactie. Mijn vraag was eigenlijk of ik eens kan bellen (of kan afspreken) met iemand van de provincie Zeeland die zich met dit onderwerp bezighoudt. Het is mij niet duidelijk naar welke onderzoeken het ministerie precies heeft verwezen naar jullie, zou je me dat kunnen laten weten?

En meer in het algemeen, hoop ik dus te kunnen spreken met iemand die mij meer kan vertellen over dit onderwerp in Zeeland, over het verzoek aan het ministerie en of de provincie nog van plan is stappen te ondernemen nu het ministerie heeft aangegeven niet te willen stoppen met het gebruik van staalslakken.

Met vriendelijke groet,
[redacted]

From: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Date: Friday, 4 April 2025 at 12:42
To: [redacted]<[redacted]@platform-investico.nl>
Cc: Communicatie Provincie Zeeland <communicatie@zeeland.nl>
Subject: FW: Interviewverzoek Investico staalslakken

Hoi [redacted],

Een dagje later dan gepland, excuus, maar hierbij onze reactie op je vraag over staalslakken:

Gedeputeerde Staten van Zeeland hebben het ministerie verzocht om uit voorzorg geen staalslakken toe te passen in de Oosterschelde, in afwachting van nader onderzoek naar de uitloging van metalen en mogelijke effecten op de natuur. Dit verzoek was naar aanleiding van een onderzoek waaruit bleek dat de toegepaste en wettelijk voorgeschreven meetmethode mogelijk onjuiste gegevens opleverde (te lage waarden).

Het ministerie heeft aangegeven dat uit verschillende wetenschappelijke onderzoeken is aangetoond dat er geen effecten van uitloging van metalen door staalslakken op de natuur in de Oosterschelde zijn.

Bij toepassing van staalslakken op het land zien we wel problemen, meestal gerelateerd aan het verkeerd toepassen, waardoor contact met zoet oppervlaktewater plaatsvindt. Effecten die dan optreden hebben vooral te maken met de zuurgraad van het water en niet direct met uitloging van metalen. Maar dit probleem speelt dus niet in de Oosterschelde. Dat maakt dat het Rijk geen voorbehoud wil maken voor het gebruik van staalslakken in het water.

Er is vooralsnog geen relatie gelegd tussen gebruik van staalslakken en de hoge sterfte onder schaal- en schelpdieren. Momenteel vindt onderzoek plaats naar oorzaak van die de hoge sterfte. We zijn erg benieuwd naar dat onderzoek.

Met vriendelijke groet,

[redacted]

team communicatie

tel. 06-[redacted]

Provincie Zeeland

Van: [redacted] <[redacted]@platform-investico.nl>
Verzonden: dinsdag 1 april 2025 13:40
Aan: Communicatie Provincie Zeeland <communicatie@zeeland.nl>
Onderwerp: Interviewverzoek Investico staalslakken

Beste meneer/mevrouw,

Ik ben [redacted], onderzoeksjournalist bij Investico, en bezig met een artikel over staalslakken en we zouden heel graag wat meer vragen aan de Provincie Zeeland over het toepassen van staalslakken, de gevolgen die dit in jullie provincie heeft gehad en het verzoek dat jullie bij Rijkswaterstaat hebben neergelegd om het toepassen van staalslakken in Zeeuwse deltawateren te staken.

Is het mogelijk om binnenkort eens te bellen hierover, of liever nog om eens langs te komen om hier wat meer over te vragen aan een medewerker van jullie provincie die zich hiermee bezighoudt?

Zou u hier alstublieft voor donderdag 3 april op kunnen reageren?
Bel gerust als u vragen heeft of meer toelichting wilt (zie mijn telefoonnummer in mijn handtekening).

Met vriendelijke groet,

[redacted]

Platform Investico
[redacted]

--

Gedeputeerde Staten

Provincie Zeeland

Abdij 6 4331BK Middelburg
Postbus 6001 4330 LA Middelburg
+31 118631011
IBAN NL08 BNGH 0285010557

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat
T.a.v. mevrouw V.L.W.A. Heijnen
Postbus 20901
2500 EX Den Haag

Onderwerp	Zaaknummer	Behandeld door	Verzonden
Toepassing van staalslakken	360197	[redacted] +31 6 [redacted]	

Middelburg, 12 september 2023

Geachte mevrouw Heijnen,

Met deze brief dringen wij erop aan het toepassen van staalslakken in de Oosterschelde voorlopig te staken, in afwachting van nadere beoordeling van nieuwe inzichten over uitloging van dit materiaal.

Het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) publiceerde in april 2023 een rapport waaruit blijkt dat het gebruik van staalslakken - een restproduct bij het maken van staal – mogelijk meer effecten heeft dan aanvankelijk werd gedacht. Als staalslakken in contact komen met regen- of grondwater komen er zware metalen via ‘uitspoelwater’ in de bodem of het oppervlaktewater terecht. Het rapport laat onder meer zien dat deze uitloging in de praktijk mogelijk groter is dan dat op laboratoriumschaal aangetoond wordt en dat de uitloging ook langer doorgaat dan eerder werd verondersteld.

Rijkswaterstaat heeft in het verleden diverse onderzoeken uitgevoerd naar de effecten van uitloging van staalslakken op organismen in de Oosterschelde. Het RIVM-rapport geeft echter aanleiding tot nieuwe vragen over de mogelijke gevolgen van de toepassing van staalslakken in de Zeeuwse deltawateren. De Vereniging van Beroepsvissers OWV (Oosterschelde, Westerschelde, Voordelta) en de Producentenorganisatie voor de Nederlandse Mosselcultuur hebben in het verleden reeds hun zorgen geuit over het gebruik van staalslakken in de Oosterschelde. OWV heeft Rijkswaterstaat bijvoorbeeld verzocht ander materiaal te gebruiken (grove stenen) omdat dat een habitat voor kreeften creëert. Staalslakken kleven samen, waardoor het leefgebied van kreeften verdwijnt.

Het bestaande wettelijk kader (Besluit bodemkwaliteit) staat toepassing van staalslakken in de Oosterschelde toe. Nu er onzekerheid bestaat over de uitloging en mogelijke effecten daarvan op het Natura 2000-gebied Nationaal Park Oosterschelde, is het wat ons betreft evident dat toepassing uit voorzorg voorlopig gestaakt wordt.

Rijkswaterstaat heeft ons laten weten dat het dit najaar een expertsessie organiseert. Verwachting is dat die sessie meer duidelijkheid biedt over de mogelijke gevolgen van de nieuwe inzichten en dat dit leidt tot een passend vervolg daarop.

Wij verzoeken u dan ook om in afwachting van de uitkomsten van de expertsessie en mogelijke vervolgsessies de toepassing van staalslakken in de Oosterschelde uit voorzorg te staken.

Met vriendelijke groet,

Gedeputeerde Staten van Zeeland,



drs. J.M.M. Polman, voorzitter



drs. M.C.J. Franken, secretaris-algemeen directeur

Noem in uw contact met ons steeds het zaaknummer. Dit staat bovenaan deze brief.

Milieuhygienische kwaliteit LD-staalslakken. Literatuurstudie

Publicatiedatum 19-04-2023

Literature study into the environmental quality of LD steel slag

Samenvatting

Go to abstract

Staalslakken ontstaan bij de productie van staal en lijken op steen. Nederland gebruikt dit materiaal in grote hoeveelheden als bouwstof. Bijvoorbeeld als ondergrond van wegen en om dijken, geluidwallen en stortplaatsen op te vullen of op te hogen. Als staalslakken in contact komen met regen- of grondwater, komen er schadelijke stoffen uit die in dat water terechtkomen. Vrijwel alle denkbare zware metalen komen dan via dit "uitspoelwater" in de bodem of het oppervlaktewater terecht. Het uitspoelwater heeft ook een heel lage zuurgraad. Deze effecten zijn schadelijk voor het milieu.

De hele lage zuurgraad verstoort chemische, biologische en ecologische processen in de bodem en het oppervlaktewater. Zandbodems zijn er het gevoeligst voor als de zuurgraad verandert, omdat zij deze verandering minder goed kunnen neutraliseren. Al deze milieueffecten kunnen tientallen jaren optreden.

Dit blijkt uit literatuuronderzoek van het RIVM in opdracht van de Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT). De effecten zijn vooral te zien wanneer met grotere hoeveelheden staalslakken wordt gewerkt. Het onderzoek maakt ook duidelijk dat de gevolgen voor het milieu in de bodem nog onbekend zijn.

Verder blijkt dat de gemeten concentraties schadelijke stoffen in het uitspoelwater van laboratoriumtesten anders zijn dan op locaties waar de staalslakken in de praktijk zijn gebruikt. De laboratoriumtesten zijn ontwikkeld voor het gebruik van staalslakken in minder dikke lagen en hoeveelheden dan nu in de praktijk gebeurt. Het is daarom belangrijk om te onderzoeken of de testen die hiervoor wettelijk zijn voorgeschreven, nog geschikt zijn.

Auteurs

MH Broekman

Publicatie

Type werk	Rapport
Rapportnummer	2022-0180
Aantal pagina's	96
Taal	NL
Jaar van uitgave	2023

Links

Download publicatie

DOI

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

Van: "[redacted]"
Verzonden: donderdag 17 april 2025 11:25
Aan: "[redacted]" <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: FW: Interviewverzoek Investico staalslakken
Bijlage(n): samenvatting Milieuhygienische kwaliteit LD staalslakken Literatuurstudie RIVM.docx

Hoi [redacted],
[redacted] stelde nog een aanvullende vraag; over natuurvergunningen, zie hieronder. Ik wil bijgaande reageren naar haar. Kun jij nog even meelezen?
[redacted]
Groet,
[redacted]

Hoi [redacted],

Hierbij de reactie op jouw vragen:
1.
Wij verlenen natuurvergunningen. Het gebruik van staalslakken is in de grote wateren met voldoende verversing nog toegestaan volgens het bouwstoffenbesluit. Of de werken daadwerkelijk zijn uitgevoerd en welke materialen er uiteindelijk zijn gebruikt, dat weten wij als Provincie niet. In de vergunning staat meestal opgenomen dat men volgens het bouwstoffenbesluit moet werken. Dus een aannemer besluit dan zelf welke bouwstof hij toepast. Zoals RWS zelf ook aangeeft is er geen verplichting tot het bijhouden van welke materialen precies zijn gebruikt. De enige die het mogelijk zou kunnen weten is Rijkswaterstaat. Hetzelfde geldt dus ook voor de locatie uit 1999.

2.
Dit heeft te maken met het feit dat het op laboratoriumschaal is uitgevoerd:
Het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) publiceerde in april 2023 een rapport waaruit blijkt dat het gebruik van staalslakken - een restproduct bij het maken van staal – mogelijk meer effecten heeft dan aanvankelijk werd gedacht. Als staalslakken in contact komen met regen- of grondwater komen er zware metalen via 'uitspoelwater' in de bodem of het oppervlaktewater terecht. Het rapport laat onder meer zien dat deze uitloging in de praktijk mogelijk groter is dan dat op laboratoriumschaal aangetoond wordt en dat de uitloging ook langer doorgaat dan eerder werd verondersteld. Zie ook bijlage samenvatting Milieu hygiënische kwaliteit RIVM.

Dag [redacted],

Ik ben nog een tweetal punten vergeten waar nog op terug zou worden gekomen.

Een ging over de natuurvergunning, hetgeen jullie wel de bevoegdheid over hebben, en of dat in dit geval iets is dat Rijkswaterstaat afgeeft, of dat zij zeggen dat het niet nodig is en of er gecontroleerd is of dat inderdaad niet nodig is. Dat moest volgens mij nog nagevraagd worden bij mensen die het toezicht hierop houden.

En dan de locatie uit 1999, voor het geval dit niet is bijgehouden. Die locatie heb ik dus hieruit:
Het ging dus om staalslakken in de Zuiderzee:https://open.rijkswaterstaat.nl/open-overheid/onderzoeksrapporten/@168664/sublitorale-begroeiing-geulwand/.

Vriendelijke groet,
[redacted]

Van: [redacted] <[redacted]@platform-investico.nl>
Verzonden: woensdag 16 april 2025 12:16
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Onderwerp: Re: Interviewverzoek Investico staalslakken

Dag [redacted],

Nog hartelijk dank voor het gesprek. Bij deze de locaties waarvan ik wilde controleren of de storting heeft plaatsgevonden:
In de Westerschelde gaat het om staalslakken die zijn als in de vooroeververdediging in:

Breskens, Borssele, Ritthem/Zuid Watering, Margarethapolder, Kleine Huissenspolder, Eendragtpolder, Breskens-Oost, Waarde-Westveerpolder en in Vlissingen. Deze stortingen stonden gepland voor 2020/2021, maar of dit heeft plaatsgevonden en of hier staalslakken zijn gebruikt kan ik niet achterhalen.

Het blijkt namelijk dat er soms ook door de aannemer toch voor een ander product wordt gekozen wanneer er bijvoorbeeld niet genoeg staalslakken beschikbaar zijn. Dit is bijvoorbeeld gebeurt op een deel van de schelphoek waar in plaats van staalslak zeegrind is gebruikt in 2014 link.

In de Oosterschelde gaat het om de locaties: Burghsluis, Wemeldinge-west, Wemeldinge-Oost en de Oost Bevelandpolder (Goes)e Gas. Deze stonden ook gepland voor 2020.

Al deze locaties stonden op de planning van Rijkswaterstaat wat hier: https://www.rijkswaterstaat.nl/water/projectenoverzicht/vooroeververdediging-oosterschelde-en-westerschelde/planning-en-aanpak terug te zien is. Ik heb dit ook voorgelegd aan Rijkswaterstaat en zij beaamde dat het hier was gebruikt, echter omdat ze hierbij de voetnoot gaven dat er geen sprake is van een centraal meldpunt of systeem waar een overzicht van alle toepassingen wordt bijgehouden. Leg ik het als extra check ook voor bij jullie.

Tweede punt was uit de mail:
Het verzoek om te stoppen met het gebruik van staalslakken was *naar aanleiding van een onderzoek waaruit bleek dat de toegepaste en wettelijk voorgeschreven meetmethode mogelijk onjuiste gegevens opleverde (te lage waarden).*
En de vraag was of jullie dit verder konden toelichten.

Alvast bedankt en een fijne dag,

[redacted]

Onderzoeksjournalist
+31 [redacted]
[redacted]@platform-investico.nl

Van: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Verzonden: vrijdag 11 april 2025 11:55
Aan: [redacted] <[redacted]@platform-investico.nl>
CC: [redacted]<[redacted]@platform-investico.nl>
Onderwerp: RE: Interviewverzoek Investico staalslakken

Hoi [redacted] en [redacted],

Kan het ook om 11.30 uur? Er is net nog iets tussengekomen in de agenda.

Jullie kunnen het beste even naar mij bellen 06-[redacted].

Tot dan!

Groet,

[redacted]

[redacted]<[redacted]@platform-investico.nl>
Verzonden: vrijdag 11 april 2025 09:24
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
CC: [redacted] <[redacted]@platform-investico.nl>
Onderwerp: Re: Interviewverzoek Investico staalslakken

Hoi [redacted],

Bedankt hiervoor. Woensdag 11 uur schikt, in dat geval zal mijn collega [redacted] het gesprek voeren. Ik werk

met haar samen op dit onderwerp.

Op welk telefoonnummer is meneer Van der Velde te bereiken?

Groet,
[redacted]

From: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Date: Thursday, 10 April 2025 at 13:08
To: [redacted] <[redacted]@platform-investico.nl>
Subject: RE: Interviewverzoek Investico staalslakken

Hoi [redacted],

De onderzoeken zijn die zoals genoemd zijn in de bijlage van de brief van het ministerie, zie pdf.

Gedeputeerde Dick van der Velde kan je telefonisch te woord staan. Volgende week woensdag om 11 uur, schikt dat?

Groet,

[redacted]

[redacted]<[redacted]@platform-investico.nl>
Verzonden: dinsdag 8 april 2025 08:51
Aan: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
CC: Communicatie Provincie Zeeland <communicatie@zeeland.nl>
Onderwerp: Re: Interviewverzoek Investico staalslakken

Beste [redacted]

Dank voor de reactie. Mijn vraag was eigenlijk of ik eens kan bellen (of kan afspreken) met iemand van de provincie Zeeland die zich met dit onderwerp bezighoudt. Het is mij niet duidelijk naar welke onderzoeken het ministerie precies heeft verwezen naar jullie, zou je me dat kunnen laten weten?

En meer in het algemeen, hoop ik dus te kunnen spreken met iemand die mij meer kan vertellen over dit onderwerp in Zeeland, over het verzoek aan het ministerie en of de provincie nog van plan is stappen te ondernemen nu het ministerie heeft aangegeven niet te willen stoppen met het gebruik van staalslakken.

Met vriendelijke groet,
[redacted]

From: [redacted] <[redacted]@zeeland.nl>
Date: Friday, 4 April 2025 at 12:42
To: [redacted] <[redacted]@platform-investico.nl>
Cc: Communicatie Provincie Zeeland <communicatie@zeeland.nl>
Subject: FW: Interviewverzoek Investico staalslakken

Hoi [redacted],

Een dagje later dan gepland, excuus, maar hierbij onze reactie op je vraag over staalslakken:

Gedeputeerde Staten van Zeeland hebben het ministerie verzocht om uit voorzorg geen staalslakken toe te passen in de Oosterschelde, in afwachting van nader onderzoek naar de uitloging van metalen en mogelijke effecten op de natuur. Dit verzoek was naar aanleiding van een onderzoek waaruit bleek dat de toegepaste en wettelijk voorgeschreven meetmethode mogelijk onjuiste gegevens opleverde (te lage waarden).

Het ministerie heeft aangegeven dat uit verschillende wetenschappelijke onderzoeken is aangetoond dat er geen effecten van uitloging van metalen door staalslakken op de natuur in de Oosterschelde zijn.

Bij toepassing van staalslakken op het land zien we wel problemen, meestal gerelateerd aan het verkeerd toepassen, waardoor contact met zoet oppervlaktewater plaatsvindt. Effecten die dan optreden hebben vooral te maken met de zuurgraad van het water en niet direct met uitloging van metalen. Maar dit probleem speelt dus niet in de Oosterschelde. Dat maakt dat het Rijk geen voorbehoud wil maken voor het gebruik van staalslakken in het water.

Er is vooralsnog geen relatie gelegd tussen gebruik van staalslakken en de hoge sterfte onder schaal- en schelpdieren. Momenteel vindt onderzoek plaats naar oorzaak van die de hoge sterfte. We zijn erg benieuwd naar dat onderzoek.

Met vriendelijke groet,

[redacted]

team communicatie

tel. 06-[redacted]

Provincie Zeeland

Van: [redacted] <[redacted]@platform-investico.nl>
Verzonden: dinsdag 1 april 2025 13:40
Aan: Communicatie Provincie Zeeland <communicatie@zeeland.nl>
Onderwerp: Interviewverzoek Investico staalslakken

Beste meneer/mevrouw,

Ik ben [redacted], onderzoeksjournalist bij Investico, en bezig met een artikel over staalslakken en we zouden heel graag wat meer vragen aan de Provincie Zeeland over het toepassen van staalslakken, de gevolgen die dit in jullie provincie heeft gehad en het verzoek dat jullie bij Rijkswaterstaat hebben neergelegd om het toepassen van staalslakken in Zeeuwse deltawateren te staken.

Is het mogelijk om binnenkort eens te bellen hierover, of liever nog om eens langs te komen om hier wat meer over te vragen aan een medewerker van jullie provincie die zich hiermee bezighoudt?

Zou u hier alstublieft voor donderdag 3 april op kunnen reageren?
Bel gerust als u vragen heeft of meer toelichting wilt (zie mijn telefoonnummer in mijn handtekening).

Met vriendelijke groet,



Platform Investico



--

Milieuhygienische kwaliteit LD-staalslakken. Literatuurstudie

Publicatiedatum 19-04-2023

Literature study into the environmental quality of LD steel slag

Samenvatting

Go to abstract

Staalslakken ontstaan bij de productie van staal en lijken op steen. Nederland gebruikt dit materiaal in grote hoeveelheden als bouwstof. Bijvoorbeeld als ondergrond van wegen en om dijken, geluidwallen en stortplaatsen op te vullen of op te hogen. Als staalslakken in contact komen met regen- of grondwater, komen er schadelijke stoffen uit die in dat water terechtkomen. Vrijwel alle denkbare zware metalen komen dan via dit "uitspoelwater" in de bodem of het oppervlaktewater terecht. Het uitspoelwater heeft ook een heel lage zuurgraad. Deze effecten zijn schadelijk voor het milieu.

De hele lage zuurgraad verstoort chemische, biologische en ecologische processen in de bodem en het oppervlaktewater. Zandbodems zijn er het gevoeligst voor als de zuurgraad verandert, omdat zij deze verandering minder goed kunnen neutraliseren. Al deze milieueffecten kunnen tientallen jaren optreden.

Dit blijkt uit literatuuronderzoek van het RIVM in opdracht van de Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT). De effecten zijn vooral te zien wanneer met grotere hoeveelheden staalslakken wordt gewerkt. Het onderzoek maakt ook duidelijk dat de gevolgen voor het milieu in de bodem nog onbekend zijn.

Verder blijkt dat de gemeten concentraties schadelijke stoffen in het uitspoelwater van laboratoriumtesten anders zijn dan op locaties waar de staalslakken in de praktijk zijn gebruikt. De laboratoriumtesten zijn ontwikkeld voor het gebruik van staalslakken in minder dikke lagen en hoeveelheden dan nu in de praktijk gebeurt. Het is daarom belangrijk om te onderzoeken of de testen die hiervoor wettelijk zijn voorgeschreven, nog geschikt zijn.

Auteurs

MH Broekman

Publicatie

Type werk	Rapport
Rapportnummer	2022-0180
Aantal pagina's	96
Taal	NL
Jaar van uitgave	2023

Links

Download publicatie

DOI

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

R Art. 5.2 lid 1

De informatie uit documenten betreft persoonlijke beleidsopvattingen. Onder persoonlijke beleidsopvattingen worden verstaan ambtelijke adviezen, visies, standpunten en overwegingen ten behoeve van intern beraad, niet zijnde feiten, prognoses, beleidsalternatieven, de gevolgen van een bepaald beleidsalternatief of andere onderdelen met een overwegend objectief karakter

Gedeputeerde Staten

Provincie Zeeland

Abdij 6 4331BK Middelburg
Postbus 6001 4330 LA Middelburg
+31 [redacted]
IBAN NL08 BNGH 0285010557

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat
T.a.v. de heer Harbers
Postbus 20901
2500 EX Den Haag

Onderwerp	Zaaknummer	Behandeld door	Verzonden
Gebruik staalslakken in de Deltawateren	448835	[redacted] +31 6 [redacted]	

Middelburg, 21 mei 2024

Geachte heer Harbers,

Op 12-09-2023 heeft de staatssecretaris een eerder schrijven van ons ontvangen (kenmerk/zaaknummer 360197) waarin we hebben verzocht om het gebruik van staalslakken op te schorten totdat (lopende) onderzoeken uitwijzen dat het toepassen van staalslakken in de Deltawateren geen nadelige effecten hebben.

In Zeeland zijn er nog steeds grote zorgen over de toepassing van staalslakken in de Deltawateren. We roepen u langs deze weg nogmaals op om:

- Onmiddellijk te stoppen met het toepassen van staalslakken in alle Deltawateren;
- Pas nieuwe toepassingen uit te voeren of toe te staan nadat de onderzoeken zijn afgerond en daaruit blijkt dat uitlogen van schadelijke stoffen vanuit de staalslakken onomstotelijk niet tot milieu-effecten leidt;
- Een overzicht van alle lopende en uitgevoerde onderzoeken naar de impact van staalslakken op de zoute onderwaternatuur te verstrekken aan zowel de Tweede Kamer als aan ons;
- Verder al het nodige te doen om zorg te dragen voor een duurzame en schone Delta.

Wij zien uw reactie graag tegemoet.

Met vriendelijke groet,

Gedeputeerde Staten van Zeeland,

[redacted]

drs. J.M.M. Polman
Voorzitter

[redacted]

drs. M.C.J. Franken
Secretaris-algemeen directeur

Noem in uw contact met ons steeds het zaaknummer. Dit staat bovenaan deze brief.

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

Gedeputeerde Staten

Provincie Zeeland

Abdij 6 4331BK Middelburg
Postbus 6001 4330 LA Middelburg
+31 118631011
IBAN NL08 BNGH 0285010557

Tweede Kamer Commissie I&W
T.a.v. Griffie van de Commissie I&W
Postbus 20018
2500 EA Den Haag

Onderwerp	Zaaknummer	Behandeld door	Verzonden
Stop gebruik staalslakken in Oosterschelde	448835	[redacted] J +31 6 [redacted] J	

Middelburg, 21 mei 2024

Geachte Commissieleden,

Op 19 juni vergadert uw Commissie over de leefomgeving. Onder andere het versterken van toezicht en handhaving op toepassing staalslakken staat hier geagendeerd. Op 12-09-2023 heeft de staatssecretaris een eerder schrijven van ons ontvangen (met kenmerk/zaaknummer 360197) waarin we hebben verzocht om het gebruik van staalslakken op te schorten totdat lopende onderzoeken uitwijzen dat het toepassen van staalslakken in Deltawateren geen nadelige effecten hebben.

In Zeeland zijn er nog steeds grote zorgen over de toepassing van staalslakken in de Deltawateren. Recent heeft Provinciale Staten unaniem een motie aangenomen om de Tweede Kamer op te roepen om onmiddellijk te stoppen met het storten van staalslakken door RWS in alle Deltawateren, en zorg te dragen voor een schone en duurzame Delta. We roepen u langs deze weg nogmaals op om:

- Onmiddellijk te stoppen met het toepassen van staalslakken in alle Deltawateren;
- Pas nieuwe toepassingen van staalslakken in Deltawateren uit te voeren of toe te staan nadat de onderzoeken zijn afgerond en daaruit blijkt dat uitlogen van schadelijke stoffen vanuit de staalslakken onomstotelijk niet tot milieu-effecten leidt;
- Verder al het nodige te doen om zorg te dragen voor een duurzame en schone Delta.

Bovengenoemde punten zijn tevens opgenomen in een schrijven aan minister Harbers van het Ministerie van I en W, dat gelijktijdig met dit schrijven wordt verzonden. Aan minister Harbers is tevens gevraagd:

- Een overzicht te geven aan zowel Gedeputeerde Staten van Provincie Zeeland als aan de Tweede Kamer van alle lopende en uitgevoerde onderzoeken naar de impact van staalslakken op de zoute onderwaternatuur.

Wij roepen dan ook op om extra kritisch te zijn op de toepassing van staalslakken en vragen u met klem om dit bij het commissiedebat leefomgeving op 19 juni aan de orde te stellen.

Met vriendelijke groet,

Gedeputeerde Staten van Zeeland,



drs. J.M.M. Polman
Voorzitter



drs. M.C.J. Franken
Secretaris-algemeen directeur

Noem in uw contact met ons steeds het zaaknummer. Dit staat bovenaan deze brief.

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

Gedeputeerde Staten

Provincie Zeeland

Abdij 6 4331BK Middelburg
Postbus 6001 4330 LA Middelburg
+31 118631011
IBAN NL08 BNGH 0285010557

Provinciale Staten van Zeeland
t.a.v de voorzitter
Postbus 6001
4330 LA Middelburg

Onderwerp	Zaaknummer	Behandeld door	Verzonden
Reactie van minister Harbers op brief nav motie Staalslakken	449490	[redacted] +31 6 [redacted]	

Middelburg, 20 augustus 2024

Geachte voorzitter,

Wij bieden u ter informatie de brief aan die wij van minister Harbers (I&W) hebben ontvangen als reactie op de oproep om het toepassen van staalslakken in de Deltawateren te stoppen. Deze oproep volgde naar aanleiding van motie 5 (2e herziening) van 19-04-2024. Daarnaast heeft dhr. v/d Velde in de PS-vergadering van 5 juli toegezegd om de reactie van minister Harbers met PS te delen.

De reactie van minister Harbers is als bijlage bij deze brief gevoegd:
Bijlage 1: 2024-06-27-101716_Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat – toepassing staalslakken in Deltawateren).

Minister Harbers ziet geen aanleiding om het toepassen van staalslakken in Deltawateren op dit moment op te schorten, daarvoor worden een aantal redenen opgesomd:

- De huidige normen in de regelgeving zijn op basis van wetenschappelijk onderbouwd advies tot stand gekomen, waarbij is getoetst en is vastgesteld dat de normen beschermend zijn voor (groot) oppervlaktewater waartoe ook de Deltawateren te rekenen zijn;
- In het kader van de herijking van de bodemregelgeving vindt een evaluatie plaats van het wettelijk kader voor secundaire bouwstoffen. De evaluatie wordt binnenkort afgerond en naar verwachting in september gepubliceerd;
- In de onderzoeken en monitoring die Wageningen Marine Research in de periode van 2010 tot 2017 heeft uitgevoerd in opdracht van Rijkswaterstaat, zijn geen onaanvaardbare effecten van staalslakken op de waterkwaliteit of ecologie aangetoond;
- De studie die RIVM uitvoerde in opdracht van de Inspectie leefomgeving en Transport (ILT) ziet toe op toepassing van staalslakken op land. De conclusies van deze studie zijn niet zonder meer door te trekken naar de toepassingen van staalslakken in groot oppervlaktewater zoals de Deltawateren.

Met vriendelijke groet,

Gedeputeerde Staten van Zeeland,



drs. J.M.M. Polman
Commissaris van de Koning



drs. M.C.J. Franken
Secretaris-algemeen directeur

Bijlagen:
2024-06-27-101716_Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat – toepassing staalslakken in Deltawateren

Noem in uw contact met ons steeds het zaaknummer. Dit staat bovenaan deze brief.

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

Annotatie – Stop toepassing staalslakken in Deltawateren

Datum: 12 september 2024

Betreft: annotatie tbv Gedeputeerde Vael voor in Tweede Kamer Commissie

Steller: [redacted] (team Milieu – Provincie Zeeland)

Brieven aan minister Harbers en Tweede Kamer Commissie I&W naar aanleiding van motie 5 van 19-04-2024

Gedeputeerde Staten van Zeeland hebben in mei 2024 uitvoering gegeven aan motie 5 (2e herziening) van 19-04-2024 waarin is opgeroepen te stoppen met het toepassen van staalslakken in de Deltawateren. Hiertoe zijn brieven verzonden zowel aan minister Harbers als aan de Tweede Kamer commissie van I&W. Op 19-06-2024 is het onderwerp 'het versterken van toezicht en handhaving op toepassing staalslakken' besproken in de Tweede Kamer Commissie van I&W.

Inhoud brieven aan minister Harbers en Tweede Kamer Commissie I&W

In Zeeland zijn er nog steeds grote zorgen over de toepassing van staalslakken in de Deltawateren. Recent heeft Provinciale Staten unaniem een motie aangenomen om de Tweede Kamer op te roepen om onmiddellijk te stoppen met het storten van staalslakken door RWS in alle Deltawateren, en zorg te dragen voor een schone en duurzame Delta. We roepen u langs deze weg nogmaals op om:

- Onmiddellijk te stoppen met het toepassen van staalslakken in alle Deltawateren;
- Pas nieuwe toepassingen van staalslakken in Deltawateren uit te voeren of toe te staan nadat de onderzoeken zijn afgerond en daaruit blijkt dat uitlogen van schadelijke stoffen vanuit de staalslakken onomstotelijk niet tot milieu-effecten leidt;
- Verder al het nodige te doen om zorg te dragen voor een duurzame en schone Delta.

Aan minister Harbers is tevens gevraagd:

- Een overzicht te geven aan zowel Gedeputeerde Staten van Provincie Zeeland als aan de Tweede Kamer van alle lopende en uitgevoerde onderzoeken naar de impact van staalslakken op de zoute onderwaternatuur.

Wij roepen dan ook op om extra kritisch te zijn op de toepassing van staalslakken en vragen u met klem om dit bij het commissiedebat leefomgeving op 19 juni aan de orde te stellen.

De reactie van minister Harbers van 27-06-2024

Minister Harbers ziet geen aanleiding om het toepassen van staalslakken in Deltawateren op dit
moment op te schorten, daarvoor worden een aantal redenen opgesomd:

- De huidige normen in de regelgeving zijn op basis van wetenschappelijk onderbouwd advies tot stand gekomen, waarbij is getoetst en is vastgesteld dat de normen beschermend zijn voor (groot) oppervlaktewater waartoe ook de Deltawateren te rekenen zijn;
- In het kader van de herijking van de bodemregelgeving vindt een evaluatie plaats van het wettelijk kader voor secundaire bouwstoffen. De evaluatie wordt binnenkort afgerond en naar verwachting in september gepubliceerd;
- In de onderzoeken en monitoring die Wageningen Marine Research in de periode van 2010 tot 2017 heeft uitgevoerd in opdracht van Rijkswaterstaat, zijn geen onaanvaardbare effecten van staalslakken op de waterkwaliteit of ecologie aangetoond;

- De studie die RIVM uitvoerde in opdracht van de Inspectie leefomgeving en Transport (ILT) ziet toe op toepassing van staalslakken op land. De conclusies van deze studie zijn niet zonder meer door te trekken naar de toepassingen van staalslakken in groot oppervlaktewater zoals de Deltawateren.

De reactie van minister Harbers is middels een GS brief gedeeld met PS (zie bijlage).

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

Woensdag 11 september vond het commissiedebat Leefomgeving plaats met staatssecretaris Jansen, die zijn debuut in de Kamer maakte. De Kamerleden tastten vooral af hoe de staatssecretaris tegen zijn beleidsdossiers aankijkt. Zoals enigszins verwacht – met het wachten op het regeerprogramma en de begrotingen – kon de staatssecretaris nog niet erg in detail treden.

Bamenga (**D66**) vroeg een tweeminutendebat aan.

Aan de orde

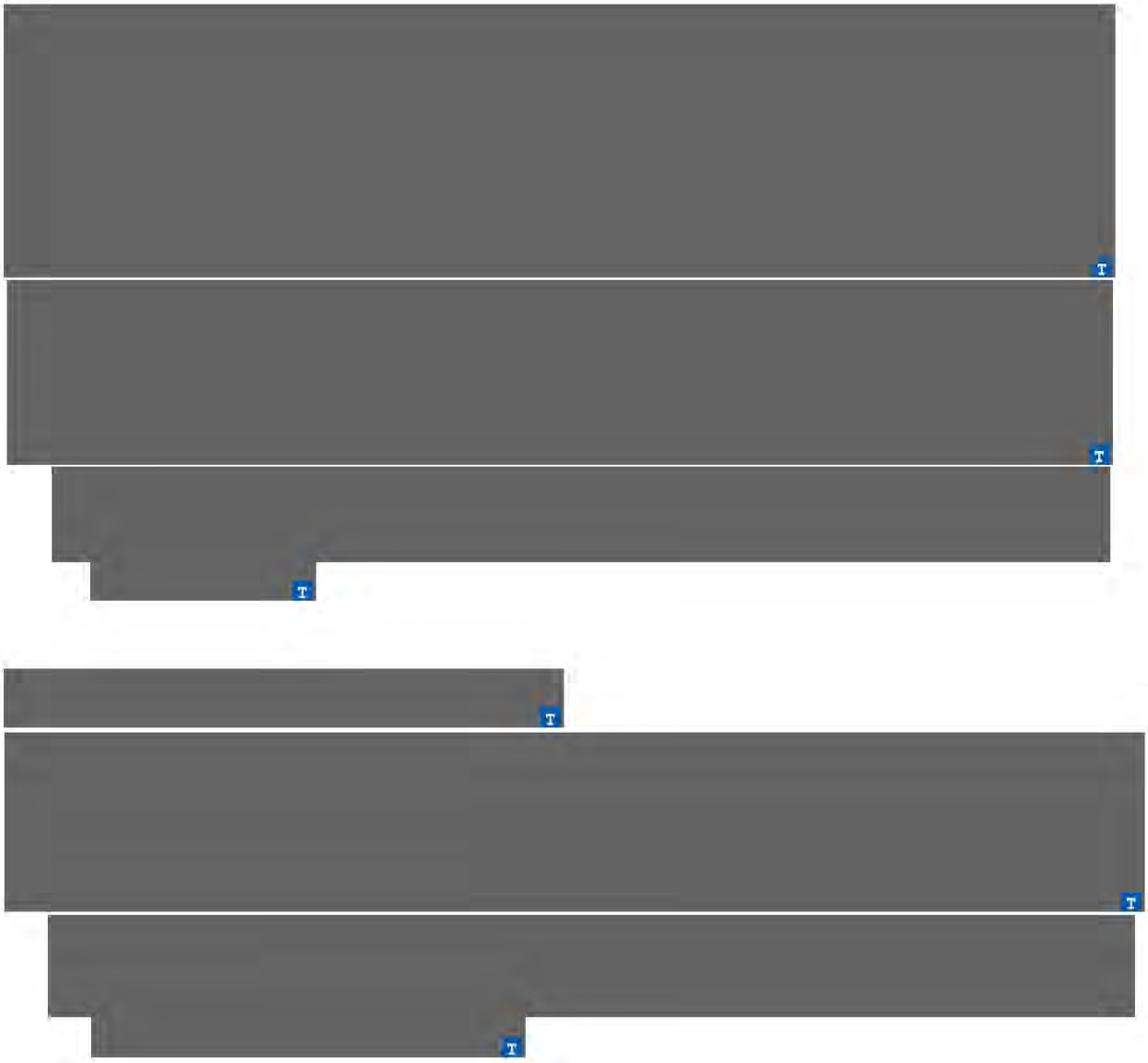
De aanwezige Kamerleden vroegen de staatssecretaris naar zijn blik op onderwerpen als het VTH-stelsel en de stelselverantwoordelijkheid van de staatssecretaris, het verankeren van het gezondheidsprincipe, luchtkwaliteit en het Schone Lucht Akkoord, PFAS, het Nationaal Milieuprogramma, en geurhinder in de veehouderij.











Staalslakken

Daarnaast uitgebreid aandacht voor de situatie rondom staalslakken. O.a. Buijsse (VVD), Wingelaar (NSC), Boutkan (PVV) en Gabriëls (GL/PvdA) uiten hun zorgen en vragen wat de plannen van de staatssecretaris zijn. Er werd meermaals verwezen naar voormalig staatssecretaris Heijnen, die toegezegd had te komen met een register met locaties waar staalslakken toegepast zijn of mogelijk worden toegepast. Volgens NSC moeten we eerder toetsen of staalslakken schadelijk kunnen zijn. Buijsse (VVD) ziet de problematiek rondom staalslakken als prioritair en is blij met de informatieplicht voor de toepassing van staalslakken die is ingevoerd. Ook benoemt hij de bodemverontreinigingen waar o.a. Eerbeek mee te kampen heeft. ''Er vindt geen dialoog plaats over die metingen. Veel vragen blijven onbeantwoord.'' Boutkan (PVV) verwijst naar de zorgen die de PVV in het verleden heeft uitgesproken over staalslakken en toont eveneens lof voor de informatieplicht die ingevoerd gaat worden.

De staatssecretaris geeft in zijn reactie aan dat er stappen worden genomen om de bodemregelgeving te actualiseren. Hij is het eens met de Kamer dat staalslakken in essentie natuurlijk kwalijk zijn en heeft oog voor de nadelige gevolgen die de toepassing van staalslakken kan hebben in bijvoorbeeld Eerbeek. Maar, ‘’binnen de kaders van wet- en regelgeving kan de toepassing van staalslakken veilig en verantwoord plaatsvinden’’. Om die nadelige gevolgen te managen is de staatssecretaris bezig met het invoeren van de informatieplicht en bekijkt hij ‘’in het kader van de herijking van de bodemregelgeving welke aanpassingen ik nog meer kan doen in de kaders voor toepassing rondom secundaire bouwstoffen’’. Voor het oplossen van de problemen in Eerbeek is de provincie bevoegd gezag, geeft Jansen aan en voor staalslakken geldt een informatieplicht vanaf zeer waarschijnlijk 1 januari 2026. De Stas geeft aan dat staalslakken in de Oosterschelde niet verkeerd zijn toegepast.

- Uiterlijk eind oktober wordt de Kamer geïnformeerd over de vervolgstappen ten aanzien van de herijking van de bodemregelgeving, met daarbij de handreiking voor de toepassing van staalslakken.

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

R Art. 5.2 lid 1

De informatie uit documenten betreft persoonlijke beleidsopvattingen. Onder persoonlijke beleidsopvattingen worden verstaan ambtelijke adviezen, visies, standpunten en overwegingen ten behoeve van intern beraad, niet zijnde feiten, prognoses, beleidsalternatieven, de gevolgen van een bepaald beleidsalternatief of andere onderdelen met een overwegend objectief karakter

T

Valt buiten de reikwijdte van het verzoek

Annotatie Trila Water

[redacted]

Staalslakken

Actualiteit:

De toepassing van staalslakken in waterstaatkundige werken zorgt met enige regelmaat voor commotie. In de media is recent weer aandacht geweest voor de tegenvallende vangst van kreeften en de conditie van kreeften uit de Oosterschelde. In de media is dat geframed als ware dat mogelijk een gevolg van het gebruik van staalslakken. Intussen is duidelijk dat dit niet klopt.
Wel is een motie unaniem aangenomen door Provinciale Staten waarin GS verzocht wordt aan de minister en de Tweede Kamer opnieuw te vragen actie te ondernemen en onmiddellijk te stoppen met het storten van staalslakken door Rijkswaterstaat in alle Deltawateren, zolang de uitslagen van de onderzoeken naar het uitlogen van schadelijke stoffen vanuit de staalslakken nog niet afgerond zijn en nog niet bekend is wat de oorzaak is van de schelp- en schaaldiersterfte.
Deze brieven zijn geagendeerd voor GS van 21 mei.

Korte tijdlijn:

- **GS Brief aan Rijkswaterstaat 20 juli 2023:** *GS dringen aan het toepassen van staalslakken te heroverwegen en het gesprek aan te gaan voor het behoud van onze natuurwaarden.*
- **GS Brief aan Staatssecretaris 12 september 2023:** *GS verzoekt Staatssecretaris om in afwachting van de uitkomsten van de expertsessie en mogelijke vervolgsessies de toepassing van staalslakken in de Oosterschelde uit voorzorg te staken*
- **Expertsessie 9 januari 2024:** *Onafhankelijk wetenschappelijk onderzoek heeft geen negatieve effecten aangetoond van toepassing van staalslakken. Niet op de waterkwaliteit, noch op de ecologie.*
- **Bijeenkomst van ZMf met Staatssecretaris op 4 maart 2024:** *GS heeft de Staatssecretaris opnieuw gevraagd vervolgonderzoek te doen. De Staatssecretaris heeft aangekondigd dat er onderzoek komt, maar onduidelijk is wat dat onderzoek precies inhoud en wat de planning is.*

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.



Valt buiten de reikwijdte van het verzoek

Trila Water – deelnemers:

- Toine Poppelaars – dijkgraaf Waterschap Scheldestromen
- Arno Vael – gedeputeerde Provincie Zeeland
- [redacted] HID RWS ZD
- [redacted] – directeur netwerkontwikkeling RWS ZD

Staalslakken Zeeland – stand van zaken

Inleiding
Sinds 2009 past Rijkswaterstaat staalslakken toe als bouwmateriaal in de Ooster- en Westerschelde. Staalslakken worden bijvoorbeeld toegepast bij het versterken van vooroevers en (vaar)geulen, of bij het opvullen van ontgrondingskuilen van de Oosterscheldekering. Verschillende partijen in Zeeland maken zich hier al langere tijd zorgen over.

Zorgen omgeving
Een aantal gebiedspartners hebben bezwaar gemaakt tegen de toepassing van staalslakken in de Oosterschelde en Westerschelde. Zij maken zich zorgen over het effect van staalslakken op de kwaliteit van het oppervlaktewater en de ecologie. Deze zorgen zitten enerzijds in het mogelijke effect van uitloging van (zware) metalen op het water en ecologie, en anderzijds in het verdwijnen van onderwaterhabitat na het aanbrengen van staalslakken. De zorgen komen met name vanuit de mossel- en oestersector en natuurorganisaties, maar ook van gemeenten, provincie en onderwatersportbond.

Mede vanwege deze zorgen zijn er tussen 2009 en 2015, in opdracht van Rijkswaterstaat, aanvullende onderzoeken (w.o. mesocosms onderzoek) en veldmonitoring uitgevoerd. Hierin werd gekeken naar mogelijke effecten van staalslakken op waterkwaliteit en ecologie. De onderzoeken tonen geen negatieve effecten door staalslakken aan.

De zorgen en vragen zijn in 2023 verder toegenomen met de signaalrapportage van ILT, het RIVM-rapport[1] (waarin bij toepassingen op landbodem wordt gewezen op onzekerheden over uitloging) en de daaropvolgende media-aandacht (Hofbar 13 juni 2023).

Sommige gebiedspartners verzoeken Rijkswaterstaat (en Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat) te stoppen met het toepassen van staalslakken in de Ooster- en Westerschelde. Een aantal natuurorganisaties heeft hierover een brief aan de Staatssecretaris gestuurd. Ook heeft de Provincie Zeeland een brief aan de Staatssecretaris en Rijkswaterstaat gestuurd met de vraag of zij willen heroverwegen om staalslakken toe te passen in de Zeeuwse Deltawateren. Natuurorganisaties vragen ook om aandacht voor (snel) natuurherstel als werk wordt uitgevoerd, zeker als het gaat om Natura2000 gebieden.

De Staatssecretaris heeft tijdens een werkbezoek aan Zeeland op 4 maart jl. aangegeven dat er geen aanleiding is om het toepassen van staalslakken in generieke zin stop te zetten, maar zij had ook begrip voor de zorgen in de provincie Zeeland voor Natura-2000 gebieden en heeft aangegeven deze intern te delen.

Ter voorbereiding op dat bezoek was door DGWB en RWS op 9 januari jl. een expertbijeenkomst georganiseerd voor regionale stakeholders. Onafhankelijk voorzitter [redacted] van het Overlegorgaan Fysieke Leefomgeving heeft de expertsessie voorgezeten. Het doel van de expertbijeenkomst was om de vragen en zorgen over het toepassen van staalslakken te bespreken en de meest recente kennis en onderzoeken over effecten van staalslakken met alle stakeholders te delen. De dagvoorzitter, [redacted], heeft zijn bevindingen van de dag samengevat en gedeeld met de Staatssecretaris.[2]

---

[1] RIVM rapport 2022-0180 'Milieuhygiënische kwaliteit LD-staalslakken' door M.H. Broekman

[2] https://www.overlegorgaanfysiekeleefomgeving.nl/over+ofl/documenten++over+ofl/HandlerDownloadFiles.ashx?idnv=2641749



[3] Kamerbrief 30015-121

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

T

Valt buiten de reikwijdte van het verzoek

AGENDA

Aan: Bestuurlijk themaoverleg KEM
Van: Voorbereidend overleg
Betreft: Agenda themaoverleg KEM
Datum: 29 mei 2024

Overleg Zeeuwse Overheden
Kanaalweg 1
4337 PA Middelburg
088 2461700
info@regiobureauzld.nl
www.samenzeeland.nl

Voorzitter: wethouder Depauw *is bereid gevonden om voorzitter Witkam te vervangen wegens een andere afspraak*
Locatie: Waterschapskantoor av zaal
Tijdstip: 9.00 – 12.00

	Tijdstip	Contactpersoon / Opmerking
[redacted]	[redacted]	
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]		[redacted]
[redacted]		[redacted]
[redacted]		
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	

[redacted]		
[redacted]	[redacted]	
[redacted]	[redacted]	
[redacted]	[redacted]	
Milieu		
10. Onder voorbehoud: toelichting RWS op staalslakken		evt door vervanger van [redacted] of volgende overleg KEM
[redacted]		

Het volgende OZO thema-overleg KEM is op 2 juli 2024

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

T

Valt buiten de reikwijdte van het verzoek

Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

Rijkswaterstaat Zee en Delta

Poelendaelesingel 18
4335 JA Middelburg
Postbus 2232
3500 GE Utrecht
T 08[redacted]
F 01[redacted]
www.rijkswaterstaat.nl

Contactpersoon
[redacted]
strategisch adviseur

M 06[redacted]
[redacted]@rws.nl

Datum
11 juni 2024

Nummer
-

Bijlage(n)
-

verslag

Wateroverleg Zeeland (trila Water)

Omschrijving	Wateroverleg Zeeland (trila Water)
Vergaderdatum	27 mei 2024
Deelnemers	Arno Vael, [redacted], Toine Poppelaars, [redacted], [redacted], [redacted], [redacted], [redacted] (secr.)
Afschrift aan	College van Gedeputeerde Staten

[redacted]

2. Staalslakken

[redacted] geeft mondeling een toelichting bij de memo over de stand van zaken en biedt aan om Toine en Dick van de Velde individueel bij te praten.

[redacted]



Rijkswaterstaat Zee en Delta

Datum
11 juni 2024

Nummer
-

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

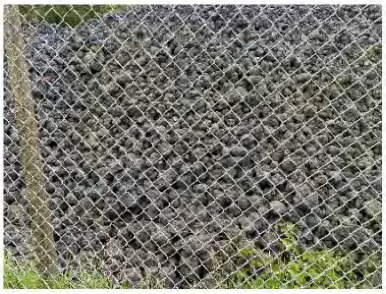
J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

T

Valt buiten de reikwijdte van het verzoek

	Vragen Omroep Zeeland aan RUD Zeeland	Antwoord RUD Zeeland
1	Op het kanaaleiland bij Sluiskil hebben de bedrijven Van Denderen, H4A en DC Dredging grond/zand opgeslagen. Zijn dit bedrijven waar de wetswijziging voor geldt?	Als deze bedrijven stuifgevoelige producten opslaan dan geldt de Omgevingswet ook voor hen. De omgevingswet geldt voor elk bedrijf.
2.	Zo ja, krijgen zij twee jaar de tijd om daar iets aan te gaan doen, of wordt er maatwerk toegepast?	Indien grond/zand in een klasse valt van stuifgevoelige product dan geldt de Omgevingswet. Of en welke maatregelen getroffen moeten worden is afhankelijk van de aard van de opgeslagen stoffen van het betreffende bedrijf. Voor vervallen uitzonderingen en voorwaarden van het Activiteitenbesluit geldt 2 jaar overgangsrecht. Een bedrijf dat onder het Activiteitenbesluit onder een uitzondering of voorwaarde viel en geen gesloten ruimte heeft, is dus niet meteen in overtreding. De periode van 2 jaar geeft het bedrijf de tijd om maatwerk aan te vragen. Ook geeft het de tijd aan het bevoegd gezag om de maatwerkaanvraag te beoordelen en een maatwerkbesluit of vergunningvoorschrift op te stellen.
3.	Zo nee, waarom niet?	Zie antwoord 2.
4.	In Terneuzen liggen De Hoop en Ovet vlak naast elkaar. Zijn 1 van deze of beide bedrijven 'complexe bedrijven'?	Beide bedrijven worden op dit moment niet aangemerkt als complexe bedrijven zoals bedoeld in de Omgevingswet.
5.	Mocht het zo zijn dat 1 van de twee geen complex bedrijf is, hoe verhoudt de wetswijziging zich dan tot dat bedrijf. M.a.w.: zou het kunnen dat de Hoop bijvoorbeeld wel zou moeten overdekken, en Ovet niet, of vice versa?	Zie antwoord 2.



6.	Zijn dit staalslakken of hoogovenslakken?	Voor zover wij hebben kunnen nagaan gaat deze vraag over de locatie Duitslandweg 2 in Terneuzen. Op deze locatie van De Hoop worden (bouw)grondstoffen opgeslagen. Er is ook een betonmortelcentrale aanwezig. Tijdens een extra controlebezoek hebben wij op 30 mei 2024 vastgesteld dat er 2 soorten staalslakken worden opgeslagen: - ELO-slakken ofwel waterbouwsteen, kleur zwart en grove steen, schatting 4-5000 m3. - Hoogoven-slakken, schatting 1000-2000 m3 en op een verharde vloer gestort. Beiden soorten slakken zijn handelsproducten. Er vinden in Terneuzen geen bewerkingen plaats. Beide producten zijn niet stuif-gevoelig en komen uit Duitsland. Het zijn gecertificeerde bouwstoffen volgens bouwstoffenbesluit en BRL 9345.
7.	Liggen deze op een vloeistof werende vloer?	Beide bouwstoffen liggen op een verharde ondergrond.
8.	Is dit toegestaan?	Gezien de aard van deze stoffen is volgens de wetgeving geen bodembeschermende voorziening noodzakelijk.

Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

Rijkswaterstaat Zee en Delta

Poelendaelesingel 18
4335 JA Middelburg
Postbus 2232
3500 GE Utrecht
T 088 797 46 00
F 011 862 29 99
www.rijkswaterstaat.nl

Opmaker
[redacted]
strategisch adviseur

M 06 [redacted]
[redacted]@rws.nl

Datum
21 mei 2024

Nummer
-

Bijlage(n)
xx

agenda

Wateroverleg Zeeland

Datum bespreking	27 mei 2024
Tijdstip	16:00 - 17:30
Locatie	Provinciehuis Middelburg
Deelnemers	Provincie Zeeland: Arno Vael (voorzitter) [redacted] Waterschap Scheldestromen: Toine Poppelaars [redacted] Rijkswaterstaat: [redacted] (secretaris)
Afschrift aan	-

[redacted]

2. Staalslakken (10 min.)

– Ter informatie (zie bijlage 2 VOLGT)

[redacted]

[redacted]



Rijkswaterstaat Zee en Delta

Datum
21 mei 2024

Nummer
-

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

T

Valt buiten de reikwijdte van het verzoek

BC RUD 27 maart 2025 – annotatie

1. Agenda

[redacted]

2. Terugkoppeling directeur

[redacted]

3. Verslag vorige vergadering

[redacted]

4. Jaarstukken 2024

[redacted]

Opmerking: tabel hoort ook blauw te zijn!

Omschrijving (bedragen * € 1.000) *Bedragen incl. index*	Begroting 2024	1e wijziging strategisch werven	Begroting 2024 na 1e wijziging	2e wijziging uittreden Waterschap	Begroting 2024 na 2e wijziging	3e wijziging PvA Robuuste RUD	Begroting 2024 na 3e wijziging
Lasten							
Programma Milieu:							
Programmalijn Milieu - Vergunningverlening	3.910	254	4.164		4.164	107	4.271
Programmalijn Milieu - Toezicht en Handhaving	5.244	262	5.506	-55	5.451	475	5.926
Overzichten:							
Overhead	4.063	108	4.171		4.171	593	4.764
Onvoorzien	177		177		177		177
Totaal lasten	13.394	624	14.018	-55	13.963	1.175	15.138
Baten							
Algemene bijdrage deelnemers incl materieel	13.022	624	13.646	-112	13.534	955	14.489
BTW-compensatie Waterschap Scheldestromen	-31		-31	31	-		-
Subsidie SPUK						220	220
Onttrekking algemene reserve	403	-	403	-	403		403
Bijdrage Waterschap in schaalnadeel overhead				26	26		26
Totaal baten	13.394	624	14.018	-55	13.963	1.175	15.138

De geel gearceerde regel toont de invloed van het plan van aanpak op de deelnemersbijdrage(n).

[redacted]



Opmerking : ook de tabel hoort blauw te zijn!

GEÏDENTIFICEERDE RISICO'S EN DOORREKENING (BEDRAGEN IN €)

Omschrijving risico	Score	2024	2025	2026	2027	2028
1. Onbalans in taken		845.000	875.000	906.000	938.000	971.000
2. Onevenwichtig personeelsbestand en krapte arbeidsmarkt	n.v.t.	0	0	0	0	0
3. Implementatie Omgevingswet (incl aanpassing begrotingssystematiek)		300.000	311.000	322.000	333.000	345.000
4. Uitbestede taken (beperkte kwaliteitscriteria)		20.000	21.000	22.000	23.000	24.000
5. Onveilige werkomstandigheden THV uitvoering		10.000	10.000	11.000	11.000	12.000
6. Inrichting van de huisvesting is niet optimaal		15.000	15.000	0	0	0
Totaal benodigde weerstandscapaciteit		**1.190.000**	**1.232.000**	**1.261.000**	**1.305.000**	**1.352.000**

[redacted]



Opmerking : ook de tabellen horen blauw te zijn!

Prijzen, overheid, afgeleide cpi en cao-loon marktsector				
Uitvoerprijs goederen en diensten, exclusief energie (%)	1,8	1,7	2,6	2,1
Afgeleide nationale consumentenprijsindex (cpi, %)	3,0	2,4	2,8	2,0
Loonvoet sector overheid (%)	5,9	5,2	6,0	2,0
Prijs overheidsconsumptie, beloning werknemers (%)	5,8	4,4	6,2	1,8
Prijs materiële overheidsconsumptie (imoc, %)	5,8	7,7	2,9	2,1
Prijs intermediair verbruik overheid (%)	6,1	8,2	3,1	2,5
Prijs bruto overheidsinvesteringen (iboi, %)	4,3	3,5	3,3	3,0
Prijs nationale bestedingen (%)	5,8	4,2	3,3	2,6
Prijs toegevoegde waarde bedrijven (%)	8,4	4,8	3,8	2,6
Cao-loon marktsector (%)	6,0	6,5	4,8	4,1

Aanvullende kerngegevens

	2018/2021	2022/2025	2026/2029	2030/2033
Investeringen en uitvoer				
Bruto investeringen bedrijvensector (exclusief woningen, %)	1,8	2,6	1,7	1,4
Investeringen bedrijven in woningen (%)	4,5	0,6	2,4	0,9
Uitvoer van binnenslands geproduceerde goederen en diensten (exclusief energie, %)	1,9	1,3	1,7	1,8
Wederuitvoer (exclusief energie, %)	4,9	2,7	2,3	2,2
Prijzen, overheid, afgeleide cpi en cao-loon marktsector				
Uitvoerprijs goederen en diensten, exclusief energie (%)	1,8	4,5	1,8	1,7
Afgeleide nationale consumentenprijsindex (cpi, %)	1,7	4,9	2,1	2,1
Loonvoet sector overheid (%)	2,6	5,9	3,9	3,4
Prijs overheidsconsumptie, beloning werknemers (%)	2,9	5,3	4,1	3,6
Prijs materiële overheidsconsumptie (imoc, %)	2,6	6,0	2,2	2,2

Subtotaal	**5.782.600**	**43,6**	35,6 + 5 overhead +3 organ.uitbreiding= 43,6	**14,3**	**1.765.800**	**20,0**	**2.615.000**	**8,3**	**1.275.800**	**1,0**	**126.000**	**43,6**	**5.782.600**
		8,0	***waarvan overhead***	***2,5***	***503.800***	***5,5***	***970.000***	***1,0***	***242.800***	***-1,0***	***-94.000***	***8,0***	***1.622.600***
Begroting 2023	12.576.000	87,0	Huidige begroting 2023 excl incidenteel. Formatie excl overhead.	87,0	12.576.000	98,8	14.341.800	113,3	16.956.800	120,6	18.232.600		
		14,0	fte formatie overhead	14,0		16,5		22,0		23,0			
		101,0	totale formatie	101,0		115,3		135,3		143,6			
Totaal begroting incl. plan van aanpak in 2027	**18.358.600**	**122,6**	formatie ex overhead	**98,8**	**14.341.800**	**113,3**	**16.956.800**	**120,6**	**18.232.600**	**122,6**	**18.358.600**		**18.358.600**
		22,0	fte formatie overhead	**16,5**		**22,0**		**23,0**		**22,0**			
		144,6	totale formatie	**115,3**		**135,3**		**143,6**		**144,6**			





Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.



Valt buiten de reikwijdte van het verzoek