

Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde 2013

Marijn Tangelder, Tim Schellekens, Mario de Kluijver en
Martine van den Heuvel-Greve

Rapport nummer C102.14



IMARES Wageningen UR

(IMARES - Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies)

Opdrachtgever:

RWS Zee en Delta / RWS WVL
T.a.v. Adriana Wijga
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 Onderzoeklocatie.....	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 TO 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: dijktaald en kreukelberm in de getijdzone (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.

Eulittoraal (getijdzone)

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 zonerings 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.

Infralittoraal (ondiepe zone beneden laag waterlijn)

De zonerings 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.

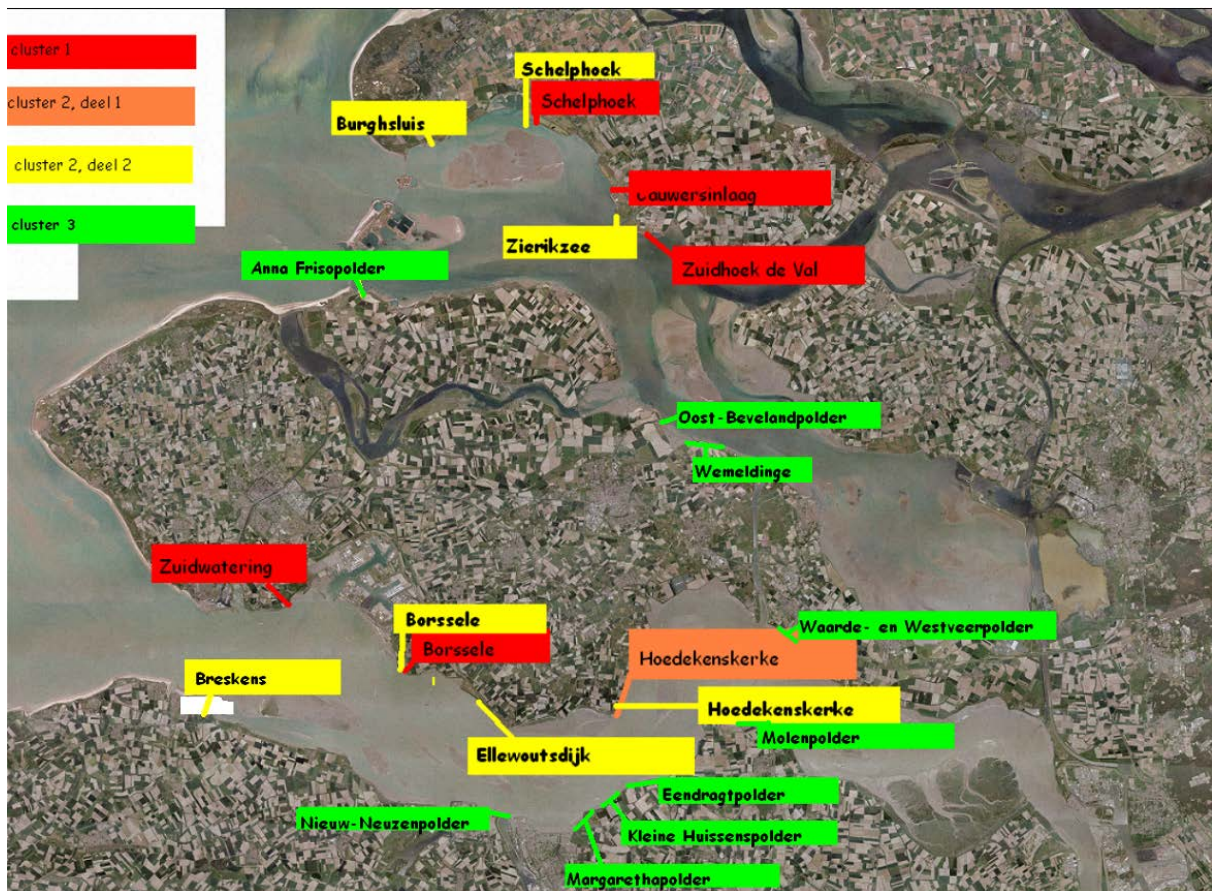
1.1 Vooroever bestortingen

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 fysieke eigenschappen goed geschikt voor vooroeverversterking 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 dijkversterking 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
Westerschelde	Zierikzee	2014
	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 drieënhalftot 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 drieënhalftot 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, drieënhalftot 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 1 zijn op basis van urgentie de vooroevers op verschillende locaties in de Oosterschelde en de Westerschelde versterkt. Deze locaties zijn in de periode 2009-2012 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.

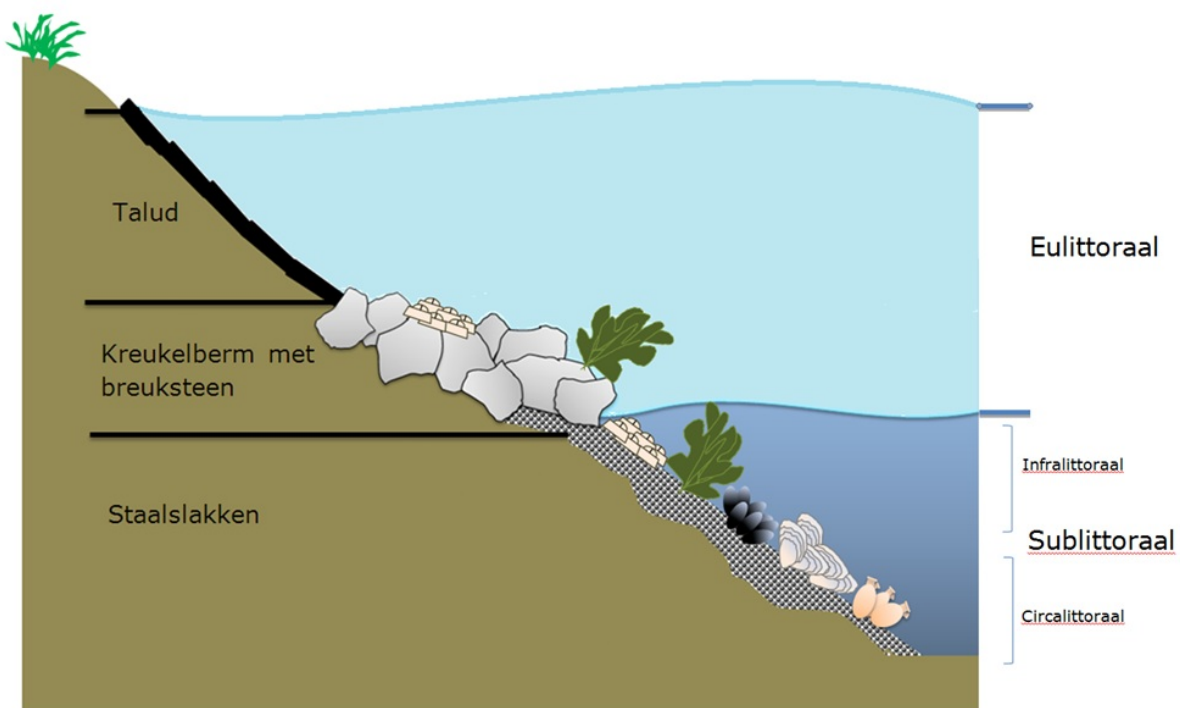
De gemonitoorde locaties in 2013 liggen langs de noordelijke oever van de Oosterschelde, de zuidkust van Schouwen-Duiveland, en bevinden zich bij de Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug (Cluster 1) en Zierikzee (Cluster 2.2). Op deze locaties heeft Stichting Zeeschelp veldwerk opnames gedaan van flora en fauna 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

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 (sublittoraal) (Figuur 3). In het sublittoraal 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 dm²) 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:

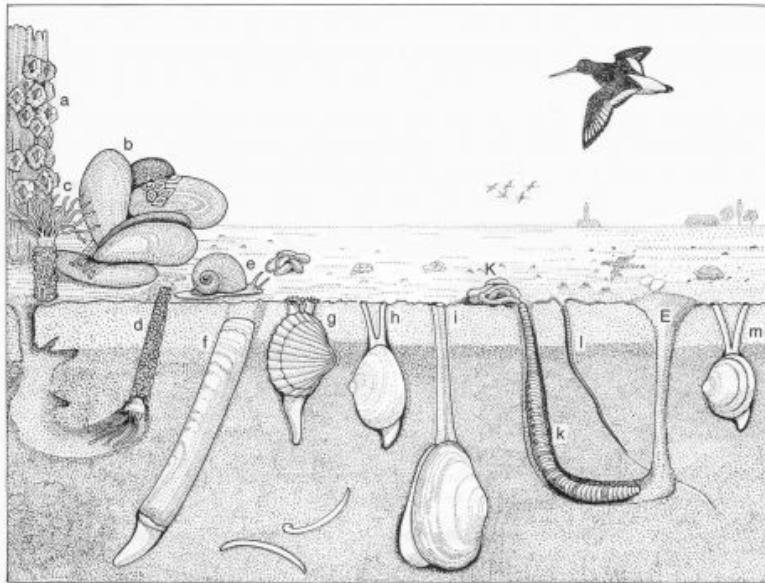
- Zeelandbrug (Zuidhoek/de Val) oost, midden, west en de pijler: de vooroever is hier in 2010 verdedigd.
- Zierikzee (ten westen van het havenhoofd): de vooroever wordt hier in 2014 verdedigd.
- Referentie locaties: Westbout, Burghsluis, Plompetoren, Flauwers, Kisternol, Lokkersnol, Weldamseweg, Kulkenol, 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 logaritmisches 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 $\geq 4\%$ 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 zich 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 gemeenschapniveau zijn opgetreden. De analyse is uitgevoerd met logaritmisches 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 70°C en vijf uur te verassen bij 525°C.

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 zakpijpsorten (*Styela clava*, *Ciona intestinalis*, *Asciidiella 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) | - Mn (mangaan) |
| - As (arseen) | - Mo (molybdeen) |
| - Ba (barium) | - Ni (nikkel) |
| - Cd (cadmium) | - Pb (lood) |
| - Co (kobalt) | - Sb (antimoon)* |
| - Cr (chrom) | - Se (seleen) |
| - Cu (koper) | - Sn (tin)* |
| - Fe (ijzer) | - V (vanadium) |
| - Hg (kwik) | - 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 $-26\text{ }^{\circ}\text{C}$, 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 bepaald na drogen in een stoof op $300\pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$.

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 vergelijken 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 sublittoraal. 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 gezondeerd 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 gezondeerd 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-e/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-e/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-e/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-e/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-e/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		5-pio-2	
44						5-pio-2		5-pio-2	
45						5-pio-2		5-pio-2	
46						5-pio-2		5-pio-2	
47						5-pio-2		5-pio-2	
48						5-pio-2		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		3a-F v/s	
43						3a-F v/s			
44						3a-F v/s			
45						3a-F v/s			

Figuur 9. De eulitorale 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	3a-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.

Year	Westb	Burg	Plt	Sch-w breuk	Sch-m breuk	Sch-m stsl	Sch-o breuk	Flau	Kis	Lok	Lok-o breuk	Ww	Zie	Knl	Zeel-w breuk	Zeel-m breuk	Zeel-p	Zeel-o breuk	Zuidb	Zijpe-B	Zijpe-Z	Zijpe-r								
2009		I2b	I1a	I2b	E2b		I2b		I2b	I2c	I2b	I2b	I2b	I2b	I2b	I2b	C1a	C1b	I4	I4	I4	I4								
2.6-5.0																														
5.1-7.5							M1b									C4a				Z2b	Z2b	veen								
7.6-10.0	C1a	C1a	M1a	C1b		M3																								
10.1-12.5											C1b																			
12.6-15.0				C1b																										
15.1-17.5							M3								Z2c						Z2b									
17.6-20.0											C1b																			
20.1-22.5			M1b																											
22.6-25.0		C1a																												
2010	Westb	Burg-w	Burg	Plt	SchII	Sch-w breuk	Sch-w stsl	Sch-m breuk	Sch-m stsl	Sch-o breuk	Sch-o klb	Flau	Kis	Lok	Lok-o breuk	Lok-o stsl	Ww	Zie	Zeel-w breuk	Zeel-w stsl	Zeel-m breuk	Zeel-m stsl	Zeel-p	Zeel-o breuk	Zeel-o stsl	Zuidb	Zijpe-B	Zijpe-Z	Zijpe-r	
0.0-2.5		I1a	I2a	I1a	I2b							I2b					I2b										I4	I4	I4	
2.6-5.0						I1b1		I1b1		I1b1			I2b	I1b1			C4b	I2b		I1b1		I1b1		C1d	I1b1		I4	I4	I4	
5.1-7.5		M1a			C1b			kol-1		kol-1				C1b	C1b	kol-1			Z2b	kol-1	kol-1	kol-1		C1d	kol-1		Z2b	Z2b	Z2b	veen
7.6-10.0			M1b	M1a		kol-1				kol-1						kol-1				kol-1	kol-1	kol-1		C1d		kol-1				
10.1-12.5								kol-1													kol-1	kol-1	kol-1							
12.6-15.0								kol-1																						
15.1-17.5																														
17.6-20.0																														
20.1-22.5			M1b																											
22.6-25.0																														
2011	Westb	Burg	Plt	Sch-w breuk	Sch-w stsl	Sch-m breuk	Sch-m stsl	Sch-o breuk	Sch-o stsl	Flau	Kis	Lok	Lok-o breuk	Lok-o stsl	Ww	Zie	Zeel-w breuk	Zeel-w stsl	Zeel-m breuk	Zeel-m stsl	Zeel-p	Zeel-o breuk	Zeel-o stsl	Zuidb	Zijpe-B	Zijpe-Z	Zijpe-r			
0.0-2.5		I2a	I1a																								I4	I4	I4	
2.6-5.0																														
5.1-7.5																														
7.6-10.0	C1a					kol-3		kol-2		kol-2																				
10.1-12.5																														
12.6-15.0																														
15.1-17.5																														
17.6-20.0																														
20.1-22.5			M1a			kol-1	kol-2																							
22.6-25.0																														
2012	Westb	Burg	Plt	Sch-w breuk	Sch-w stsl	Sch-m breuk	Sch-m stsl	Sch-o breuk	Sch-o stsl	Flau	Kis	Lok	Lok-o breuk	Lok-o stsl	Ww	Zie	Zeel-w breuk	Zeel-w stsl	Zeel-m breuk	Zeel-m stsl	Zeel-p	Zeel-o breuk	Zeel-o stsl	Zuidb	Zijpe-B	Zijpe-Z	Zijpe-r			
0.0-2.5			I1a	I1a																							I4	I4	I4	
2.6-5.0																														
5.1-7.5																														
7.6-10.0																														
10.1-12.5	M2																													
12.6-15.0																														
15.1-17.5																														
17.6-20.0																														
20.1-22.5																														
22.6-25.0																														
2013	Westb	Burg	Plt	Sch-w breuk	Sch-w stsl	Sch-m breuk	Sch-m stsl	Sch-o breuk	Sch-o stsl	Flau	Kis	Lok	Lok-o breuk	Lok-o stsl	Ww	Zie	Zeel-w breuk	Zeel-w stsl	Zeel-m breuk	Zeel-m stsl	Zeel-p	Zeel-o breuk	Zeel-o stsl	Zuidb	Zijpe-B	Zijpe-Z	Zijpe-r			
0.0-2.5																											I4	I4	I4	
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																														

Figuur 11. Verdeling van de sublitorale 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 vertoont 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. Pioniersgemeenschappen 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 (*Asciella aspersa*) en doorzichtige zakpijp (*Ciona intestinalis*). Rechts: De pioniersgemeenschap op staalslakken in 2013, met de hydroïdpoliep (*Halecium halecinum*), de broodspoon (*Halichondria panicea*) en de zakpijpen *Didemnum vexillum*, gewone slingerzakpijp, geleikorst zakpijp (*Diplosoma listerianum*), vuilwitte zakpijp endoornzichtige zakpijp (bron: de Kluiver et al., 2014).

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

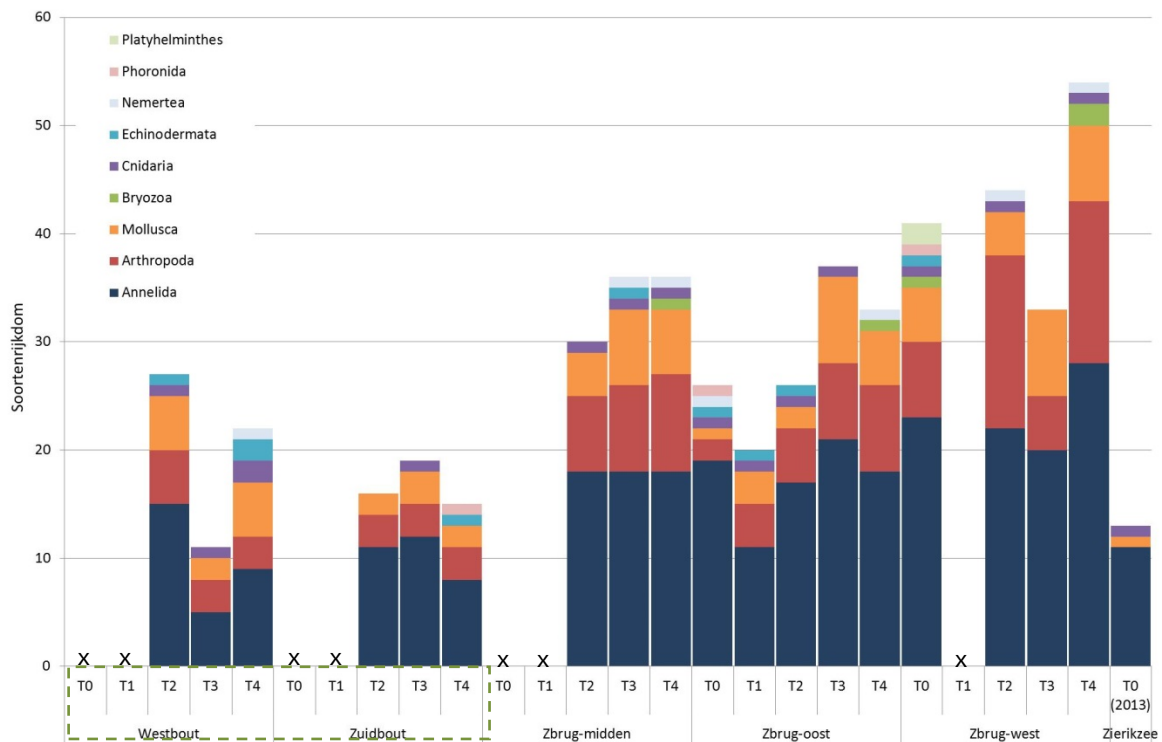
In dit gedeelte wordt ingegaan op de locaties Zeelandbrug (T4) en Zierikzee (T0) en referentielocaties Westbout en Zuidbout, omdat deze in 2013 zijn bemonsterd. De infauna bemonstering kon op alle locaties worden uitgevoerd, omdat overal voldoende sediment aanwezig was.

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 fyta 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.

OS-2009			Sch-w	Sch-o	Lok-a	Lok-b		Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o		
0-5			A1	A1	A1	A1		C1		A1		
5.1-10			C1	A1	B	A1		C1		A1		
>10.1			C2	A1	C1	C1		C1		A1		
OS-2010		Burgh-v	Sch-w	Sch-o						Zeel-o		
0-5			A1	A1								
5.1-10			A1	A1								
>10.1			A1	A1							E	
OS-2011	Wb		Sch-w	Sch-m	Sch-o	Lok		Zie	Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o	Zb
0-5	C2		I	A1	A1	A1		I	A1	A2	I	G
5.1-10	C2		C2		A1	A1	A1	N	C2	A1	A1	A1
>10.1	C2		C2	C2	C2	A1	A1	I	C1	C2	C1	A1
							C1		C1	C1	C1	
		Ecoriffen Zeelandbrug					C1			C1		
							C1	C1	C1		C1	
									C1			
		Sophia	Zandh									Katsh
0-5	C2		I									A1
5.1-10	C2		J									A1
>10.1	C2		C2									A1
OS-2012	Wb								Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o	Zb
0-5	I								C1	A1	F	C2
5.1-10	H								C1	C1	C1	A1
>10.1	F								C1	C1	C1	A1
									C1	C1	C1	
OS-2013	Wb							Zie	Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o	Zb
0-5	A2							A1	D	C1	A1	J
5.1-10	I							-	C1	A1	C1	A1
>10.1	H							J	C1	C1	C1	J
									C1	C1	C1	

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	CI	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
Asciacea	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	CI	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
Asciacea	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 tijdens 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 Lokersnol 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.

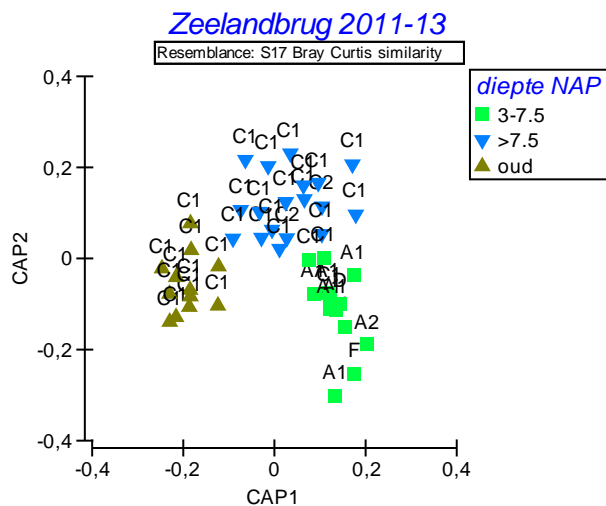
3. Clusters die beperkt zijn tot slibbige bodems met een hoog gehalte aan organisch stof (> 6%) en een laag percentage aan droge stof (< 50%): clusters A1, I, A2, D, N en zelfs een station zonder soorten. Cluster A1 was algemeen en is vooral hoger op de vooroever voor, boven de gemeenschappen C2 en C1, 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 gesedimenteerde 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 (canonical 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		>28	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 $\leq 90 \mu\text{m}$ 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).

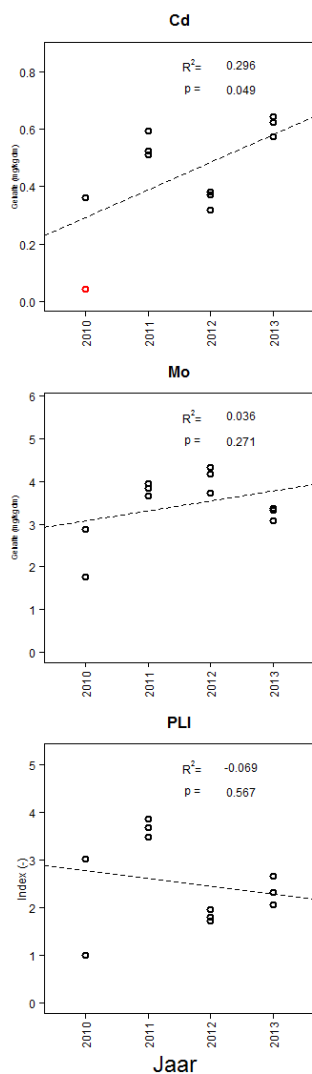
Figuur 18 en Figuur 19 geeft een overzicht van trends van metaalgehalten in oesters en mosselen en de Pollution Load Index (PLI) die in de periode 2009-2013 significante toe- of afname vertoonden. De overige dataserie van metaalconcentraties zijn opgenomen in Bijlage 6.

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).

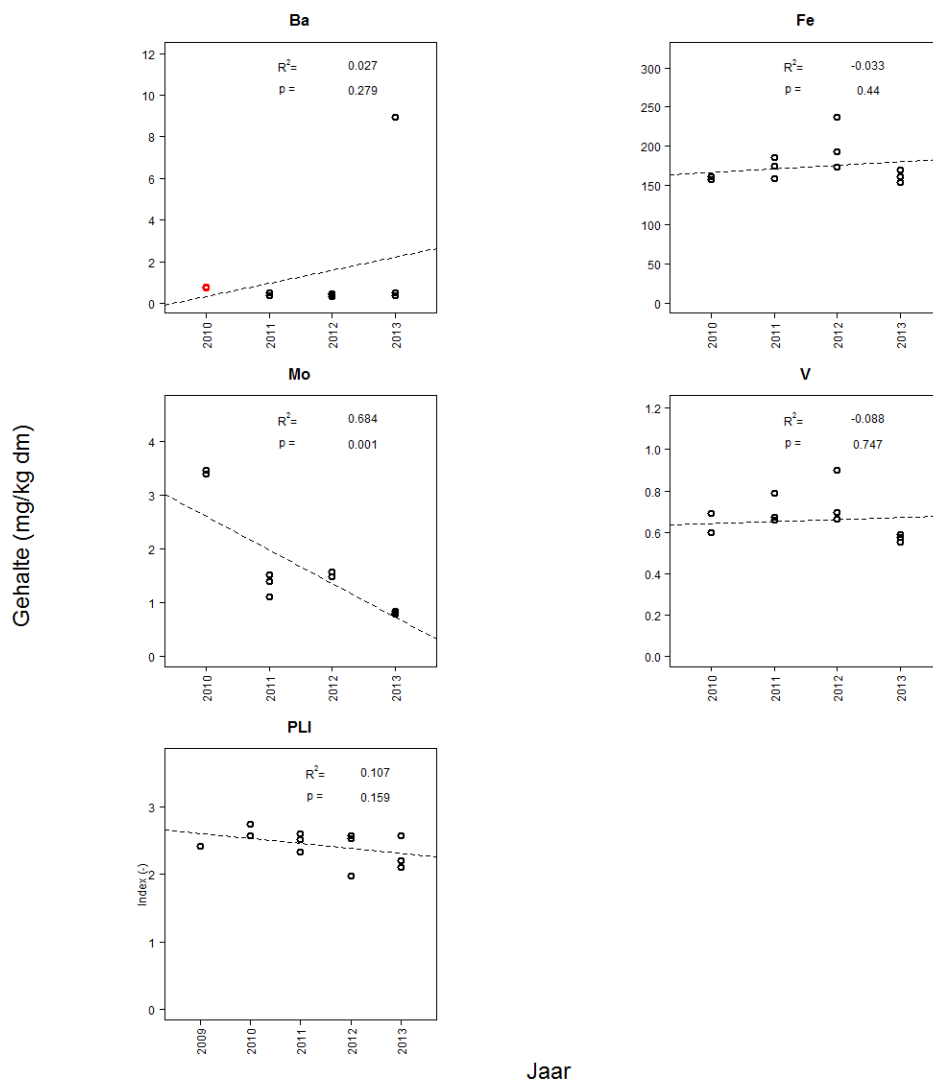
In Japanse oester neemt de molybdeenconcentratie significant af (Figuur 19). Hier geldt dat dit m.n. veroorzaakt wordt door verschil in concentratie van de eerste twee metingen (2009 en 2010) met metingen uitgevoerd in 2011 t/m 2013. Een significant negatief lineaire trend in bariumconcentratie tot 2012 (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).

Gehalte (mg/kg dm)



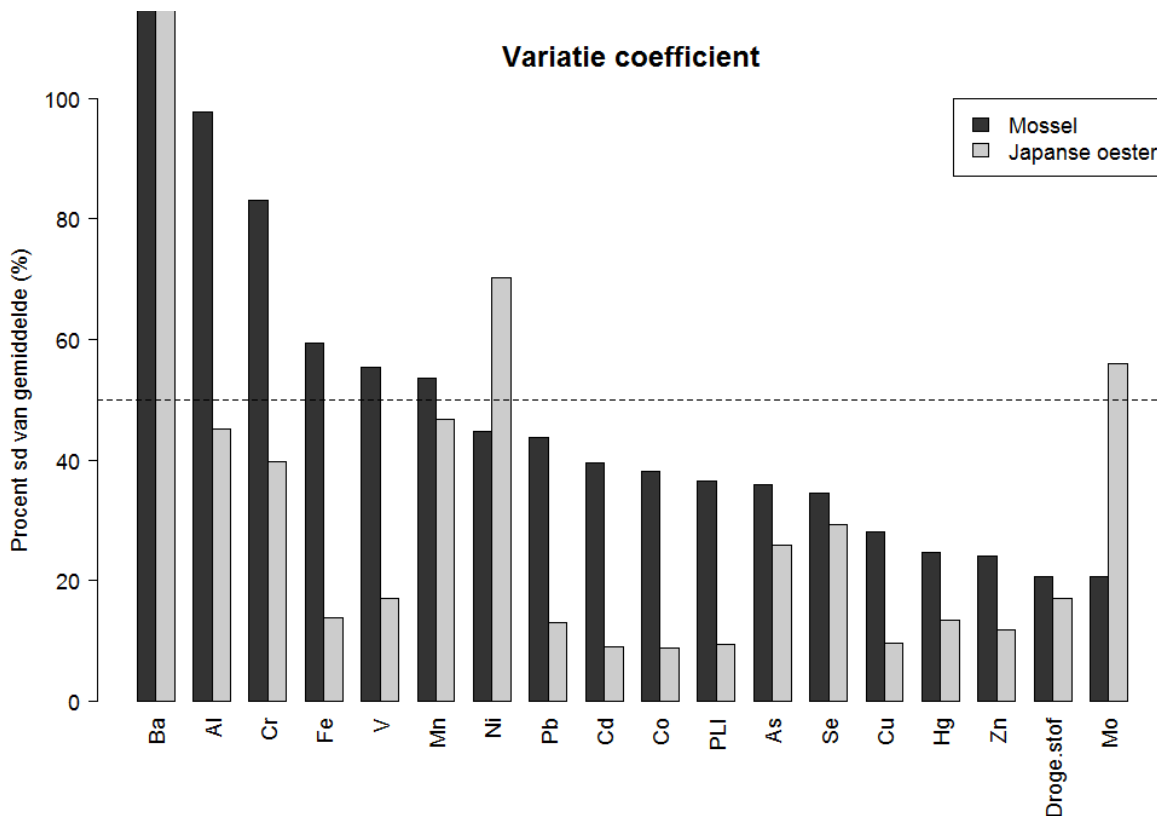
Figuur 18. Trend in metaalconcentratie (Cadmium, Barium en Pollution Load Index (PLI)) gemeten in **mosselen** (mg/kg droge stof). Rode datapunten betreffen waarden < detectielimiet. Met de stippellijn wordt de lineaire trendlijn weergegeven. Significantie van de lijn aangegeven in R^2 en p -waarde. 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 R^2 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 drooggewicht 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	chrom	0.8 – 5.3	1996 - 2002	Mubiana e.a. (2005)
Roompot tot Krabbendijke	chrom	1.5 – 2.0	2002	Mubiana & Blust (2006)
Burghsluis tot Yerseke	chrom	1.0 - 2.0	2009	Poelman e.a. (2010)
Burghsluis tot Yerseke	chrom	0.9 - 1.9	2010	Poelman e.a. (2011)
Schelphoek tot Zeelandbrug	chrom	0.8 – 1.9	T0 Cluster 1 (2009)	vdHeuvel-Greve (2009)
Zeelandbrug-pijler	chrom	<0.21 – 2.4	T1 Cluster 1 (2010)	vdHeuvel-Greve e.a. (2011)
Burghsluis-west	chrom	0.80 – 0.97	T0 Cluster 2 (2010)	vdHeuvel-Greve e.a. (2011)
Zeelandbrug-pijler	chrom	1.6 – 2.9	T2 Cluster 1 (2011)	vdHeuvel-Greve e.a. (2012)
Zeelandbrug-pijler	chrom	0.4 - 0.9	T3 Cluster 1 (2012)	vdHeuvel-Greve e.a. (2013)
Zeelandbrug-pijler	chrom	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	chromium	0.21 – 0.49	T0 Cluster 1 (2009)	vdHeuvel-Greve (2009)
Zeelandbrug-pijler	chromium	<0.61-<0.64	T1 Cluster 1 (2010)	vdHeuvel-Greve e.a. (2011)
Zeelandbrug-pijler	chromium	<0.37-<0.53	T2 Cluster 1 (2011)	vdHeuvel-Greve e.a. (2012)
Zeelandbrug-pijler	chromium	0.28 - 0.64	T3 Cluster 1 (2012)	vdHeuvel-Greve e.a. (2013)
Zeelandbrug-pijler	chromium	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 drieënhalve 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 sublittoraal 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-O 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 drieënhalve 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 $\leq 90 \mu\text{m}$

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 gevormd 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, drieënhalftot vier jaar na het aanbrengen van de vooroververdediging 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 bekeerglas 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 gehalten 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.

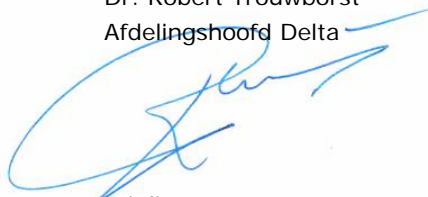
Akkoord: Dr. Diana Slijkerman
Onderzoeker afdeling Maritiem



Handtekening:

Datum: 9 juli 2014

Akkoord: Dr. Robert Trouwborst
Afdelingshoofd Delta



Handtekening:

Datum: 9 juli 2014

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 - hydroid, Po - polychaet, RW - roodwier, Sc - kwal, Sp - spons en Tu - zakpijp.

Gemeenschap		I1a	I1b1	I2a	I2b	I2c	I2d	I4
<i>Crassostrea gigas</i>	Bi	37.3	-	66.7	61.1	-	-	59.7
<i>Ceramium rubrum</i>	RW	25.4	10.7	11.7	3,1	3.7	1,8	0,6
<i>Polysiphonia nigrescens</i>	RW	16.2	10.2	15.3	2,0	1.5	4.2	0,2
<i>Ulva spec.</i>	GW	5.0	13.3	3.7	3.1	3.9	4.3	2.0
<i>Chondrus crispus</i>	RW	3.5	-	0,1	0.5	-	0,0	0.3
<i>Electra pilosa</i>	Br	2.1	0,4	2.4	0.8	0.4	0.6	0,2
<i>Polysiphonia violacea</i>	RW	1.5	2.8	0.9	3.2	0,4	1,2	1.2
<i>Cystoclonium purpureum</i>	RW	0.4	0.6	0,2	3.1	0,2	1.3	-
<i>Cladophora sericea</i>	GW	0.3	0,0	0.3	-	-	-	0,0
BL <i>Undaria pinnatifida</i>	BW	3.1	-	3.4	6.8	9.2	0,7	8.7
<i>Polysiphonia nigra</i>	RW	1.3	1.2	-	0.4	0.2	0,1	0,1
<i>Phyllophora pseudoceranoides</i>	RW	0.5	-	0.2	0.1	-	0,0	-
<i>Ectocarpus spec.</i>	BW	0.4	0,1	-	0,0	0.5	-	0.8
<i>Fucus serratus</i>	BW	0.4	-	0.2	0.0	-	-	-
<i>Undaria pinnatifida</i>	BW	0.4	-	-	1.1	1.5	0,2	0.9
<i>Laminaria saccharina</i>	BW	0.3	0,0	-	0.2	-	0.0	-
<i>Ceramium deslongchampsii</i>	RW	0.3	0.3	0.6	1.0	-	0,2	1.1
<i>Obelia dichotoma</i>	Hy	0.2	0.2	-	0.1	-	0,0	0.3
<i>Clytia hemisphaerica</i>	Hy	0.2	0.7	0.4	0.2	0.3	0.2	0,2
<i>Mytilus edulis</i>	Bi	0.2	0,1	0.1	1.3	-	0,0	0.1
<i>Bryopsis hypnoides</i>	GW	0.1	-	0.1	0,0	-	-	0.6
<i>Enteromorpha prolifera</i>	GW	0.1	0.4	0.2	0,0	0.2	0,0	0,0
<i>Scypha ciliata</i>	Sp	0.1	-	-	0,0	-	0.0	0.1
<i>Obelia geniculata</i>	Hy	0.1	-	0.1	0,0	-	-	-
<i>Halichondria panicea</i>	Sp	0.1	-	0.1	0.0	-	-	0,0
<i>Sphacelaria plumigera</i>	BW	0.1	-	0.2	-	-	-	-
<i>Cliona celata</i>	Sp	0.1	-	0.2	0,0	-	0.0	-
<i>Verruca stroemia</i>	Cr	0.1	-	0.2	-	-	-	-
<i>Hymeniacidon perlevis</i>	Sp	0.1	-	-	0.0	-	-	0.0
<i>Pedicularia carnua</i>	En	0.0	-	-	0,0	-	0.0	0.0
Spirorbidae	Po	0.0	-	-	0.0	-	-	-
<i>Sarsia tubulosa</i>	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
<i>Heterosiphonia japonica</i>	RW	0,1	9.8	2,0	16.2	17.3	23.6	8.3
<i>Enteromorpha linza</i>	GW	0,1	2.4	-	0,0	0.3	0,0	0,0
<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>	RW	0,7	1.1	3.4	2.0	1.7	1.3	3.4
<i>Ciona intestinalis</i>	Tu	0,0	4.0	0,2	0.4	0,2	0.6	0,2
BL <i>Sargassum muticum</i>	BW	0,9	2.1	0,2	4.6	1.7	7.0	2.2
<i>Sargassum muticum</i>	BW	0,4	0.5	0.4	2.0	0.5	2.7	0.7
<i>Chondria dasyphylla</i>	RW	-	0.4	-	0.6	-	0.4	-
<i>Ascidella aspersa</i>	Tu	-	0.3	-	0.2	0.4	0.5	0.2
<i>Lomentaria clavellosa</i>	RW	-	0.3	-	0.1	-	0.0	0,0
<i>Obelia bidentata</i>	Hy	-	0.3	-	0.0	-	0,0	-
<i>Sargaria troglodytes</i>	An	0,0	0.2	0.2	0,0	-	0.1	0.1
<i>Griffithsia devoniensis</i>	RW	-	0.2	-	0.2	-	0.4	0,0
<i>Bugula plumosa</i>	Br	-	0.1	-	0.1	0.2	0.2	-
<i>Gracilaria gracilis</i>	RW	-	0.0	-	-	-	0.0	-
<i>Eudendrium ramosum</i>	Hy	-	0.0	-	0.0	-	0.0	-

Vervolg

Gemeens chap		I1a	I1b1	I2a	I2b	I2c	I2d	I4
<i>Enteromorpha compressa</i>	GW	<u>0.2</u>	<u>0.1</u>	-	-	-	-	-
<i>Porphyra spec.</i>	RW	<u>0.3</u>	-	-	-	-	-	-
<i>Opercularella lacerata</i>	Hy	<u>0.0</u>	-	-	-	-	-	-
<i>Calycella syringa</i>	Hy	<u>0.0</u>	-	-	-	-	-	-
<i>Codium fragile</i>	GW	<u>0.0</u>	-	-	-	-	-	-
<i>Chaetomorpha melagonum</i>	GW	<u>0.0</u>	-	-	-	-	-	-
<i>Sargassum elegans</i>	An	-	<u>0.0</u>	-	-	-	-	-
<i>Dictyota dichotoma</i>	BW	-	0.9	0.1	<u>12.3</u>	<u>5.9</u>	<u>4.0</u>	<u>10.8</u>
<i>Didemnum vexillum</i>	Tu	-	0.0	0.2	<u>2.0</u>	<u>1.3</u>	<u>1.8</u>	<u>6.2</u>
<i>Botrylloides violacea</i>	Tu	-	-	-	0.2	<u>0.5</u>	0.4	<u>4.4</u>
<i>Antithamnion plumula</i>	RW	0.1	0.1	<u>3.5</u>	<u>1.2</u>	<u>0.7</u>	0.5	<u>1.5</u>
<i>Styela clava</i>	Tu	-	-	0.2	<u>0.4</u>	<u>0.8</u>	<u>0.3</u>	<u>1.4</u>
<i>Diplosoma listerianum</i>	Tu	0.1	-	<u>0.3</u>	<u>1.9</u>	-	<u>0.9</u>	<u>0.4</u>
<i>Griffithsia flosculosa</i>	RW	-	0.0	-	<u>0.4</u>	<u>0.8</u>	0.0	<u>0.6</u>
<i>Dasya baillouviana</i>	RW	-	-	-	<u>0.2</u>	<u>0.2</u>	<u>0.2</u>	<u>0.5</u>
<i>Aplidium glabrum</i>	Tu	-	-	-	<u>0.1</u>	-	0.0	<u>0.2</u>
<i>Metridium senile</i>	An	-	-	<u>2.2</u>	0.0	-	0.0	<u>0.2</u>
<i>Tricellaria inopinata</i>	Br	-	-	-	<u>0.4</u>	-	<u>0.5</u>	<u>0.1</u>
<i>Desmarestia viridis</i>	BW	-	-	-	<u>0.1</u>	-	-	<u>0.1</u>
<i>Mycale micracanthoidea</i>	Sp	-	-	-	<u>0.1</u>	-	-	<u>0.1</u>
<i>Diadumene cincta</i>	An	-	-	<u>0.1</u>	<u>0.1</u>	-	-	<u>0.1</u>
<i>Leucosolenia variabilis</i>	Sp	-	-	<u>0.1</u>	<u>0.1</u>	-	0.0	<u>0.1</u>
<i>Conopeum reticulum</i>	Br	-	-	-	<u>0.0</u>	-	-	<u>0.0</u>
<i>Bowerbankia spec.</i>	Br	-	-	<u>0.3</u>	0.0	-	0.0	<u>0.0</u>
<i>Molgula spec.</i>	Tu	-	-	<u>0.1</u>	-	-	<u>0.0</u>	<u>0.0</u>
<i>Lanice conchulega</i>	Po	-	-	-	<u>0.0</u>	-	<u>0.0</u>	<u>0.0</u>
<i>Grateloupia turururu</i>	RW	-	-	-	-	-	-	<u>4.2</u>
<i>Botryllus schlosseri</i>	Tu	-	-	-	-	-	-	<u>0.1</u>
Codiales (tjle fase)	GW	-	-	-	-	-	-	<u>0.0</u>
<i>Sargassum undulatus</i>	An	-	-	-	-	-	-	<u>0.0</u>
<i>Diadumene luciae</i>	An	-	-	-	-	-	-	<u>0.0</u>
<i>Agardhiella subulata</i>	RW	-	-	-	<u>1.2</u>	<u>1.7</u>	<u>4.9</u>	0.4
lokerbouwende organismen	Po/Cr	0.2	<u>0.3</u>	<u>0.7</u>	<u>1.1</u>	<u>16.9</u>	<u>1.4</u>	<u>0.4</u>
<i>Nitophyllum punctatum</i>	RW	-	-	-	<u>1.1</u>	<u>0.7</u>	<u>1.0</u>	-
<i>Callithamnion tetragonum</i>	RW	-	-	-	<u>2.1</u>	<u>0.7</u>	<u>2.4</u>	0.0
<i>Halictium halecinum</i>	Hy	-	-	-	<u>0.4</u>	-	<u>0.1</u>	-
<i>Scrupocellaria scruposa</i>	Br	-	-	<u>0.1</u>	<u>0.0</u>	<u>0.1</u>	<u>0.1</u>	-
<i>Fenestrulina cf. delicia</i>	Br	-	-	-	<u>0.0</u>	-	<u>0.0</u>	-
<i>Scruparia ambigua</i>	Br	-	-	-	-	-	<u>0.0</u>	-
BL <i>Laminaria saccharina</i>	BW	-	-	<u>0.9</u>	-	-	-	-
<i>Callopora cf. dumerilii</i>	Br	-	-	<u>0.3</u>	<u>0.0</u>	-	-	-
<i>Rhodochorton purpureum</i>	RW	-	-	-	<u>0.2</u>	-	-	-
<i>Halichondria bowerbanki</i>	Sp	-	-	-	<u>0.1</u>	-	-	-
<i>Bicellariella ciliata</i>	Br	-	-	-	<u>0.0</u>	-	-	-
<i>Smittioidea cf. prolifica</i>	Br	-	-	-	<u>0.0</u>	-	-	-
<i>Cryptosula pallasiiana</i>	Br	-	-	-	<u>0.0</u>	-	-	-
<i>Ceramium cimbriicum</i>	RW	-	-	-	<u>0.0</u>	-	-	-
<i>Barentsia gracilis</i>	En	-	-	-	<u>0.0</u>	-	-	-
<i>Chaetomorpha aerea</i>	GW	-	-	-	<u>0.0</u>	-	-	-
<i>Cladophora rupestris</i>	GW	-	-	-	<u>0.0</u>	-	-	-
<i>Cladostephus spongiosus</i>	BW	-	-	-	<u>0.0</u>	-	-	-
<i>Phymatolithon lenormandi</i>	RW	-	-	-	<u>0.0</u>	-	-	-
<i>Callithamnion byssoides</i>	RW	-	-	-	-	<u>0.1</u>	-	-
<i>Polysiphonia elongata</i>	RW	-	-	-	-	<u>0.2</u>	-	-
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	
<i>Scrupocellaria scruposa</i>	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	
<i>Obelia dichotoma</i>	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
<i>Sargatia troglodytes</i>	An	<u>0,2</u>	<u>0,1</u>	<u>0,3</u>	0,0	<u>0,1</u>	0,0	0,0	-	-	-	<u>0,2</u>	<u>0,2</u>	-	-	-	<u>0,1</u>	<u>1,2</u>
<i>Asciidiella aspersa</i>	Tu	-	-	0,1	0,1	<u>0,4</u>	<u>1,1</u>	<u>1,6</u>	-	-	0,3	1,3	1,4	-	0,6	0,9	0,4	
<i>Antithamion plumula</i>	RW	-	0,0	-	0,1	-	-	<u>0,2</u>	-	-	-	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	
<i>Didemnum vealium</i>	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	
<i>Diplosoma listerianum</i>	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	
<i>Bonyllodes violacea</i>	Tu	-	-	-	0,2	<u>7,0</u>	<u>1,5</u>	<u>4,6</u>	-	<u>2,2</u>	-	0,7	0,2	-	-	-	<u>4,2</u>	-
<i>Bowerbankia spec.</i>	Br	-	-	0,0	0,0	-	0,0	-	-	-	0,1	0,0	0,0	0,3	-	-	0,1	-
<i>Polysiphonia violacea</i>	RW	-	-	-	0,0	-	-	<u>0,0</u>	-	-	-	0,0	-	-	<u>0,2</u>	<u>0,0</u>	-	-
<i>Aurelia aurita (strobilus)</i>	Sc	<u>0,0</u>	<u>0,0</u>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<u>0,0</u>	-	-
<i>Crassostrea gigas</i>	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	-	-	-
<i>Metridium senile</i>	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
<i>Terruca stroemia</i>	Cr	0,5	0,4	-	0,0	-	-	-	-	-	0,2	0,0	-	-	-	-	-	-
<i>Electra pilosa</i>	Br	0,4	0,5	3,9	0,1	0,3	0,4	0,0	-	0,2	-	0,5	0,9	-	-	-	-	0,2
<i>Halichondria panicea</i>	Sp	0,7	0,6	-	0,3	-	<u>0,5</u>	0,0	0,3	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-
<i>Cliona celata</i>	Sp	0,2	0,1	0,1	0,0	0,5	1,0	0,1	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Callopora cf. dumerilii</i>	Br	0,1	0,3	-	0,0	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,2	-	-	-	-
Spirobridae	Po	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-
<i>Smittioidea cf. prolifica</i>	Br	0,0	0,0	-	-	-	0,0	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-
<i>Calycella syringa</i>	Hy	0,0	0,0	0,1	0,0	-	0,1	-	-	-	-	0,0	-	0,1	-	-	-	-
<i>Anguinella palmata</i>	Br	0,0	-	0,0	0,0	-	0,1	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-
<i>Conopeum reticulatum</i>	Br	0,1	0,4	0,1	0,0	-	<u>0,2</u>	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Diadumene cincta</i>	An	-	0,9	4,3	2,1	-	1,7	2,1	0,2	-	-	0,0	0,0	-	-	-	-	-
<i>Tubularia indivisa</i>	Hy	0,0	0,2	3,3	0,1	-	0,9	-	-	-	-	0,1	0,2	-	-	-	-	-
<i>Clytia hemisphaerica</i>	Hy	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,0	-	0,2	0,1	0,1	0,2	-	0,2	-	-	-
<i>Schizomavella linearis</i>	Br	-	0,0	0,1	0,0	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Molgula spec.</i>	Tu	-	0,0	0,2	0,0	-	0,1	0,0	-	-	-	0,0	0,0	-	-	-	-	-
<i>Pomatoceros triquetus</i>	Po	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,0	-	-	-	-	-	-
<i>Alcyonidium mytili</i>	Br	-	0,0	0,0	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ostrea edulis</i>	Bi	0,1	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>	RW	-	-	-	0,1	-	-	0,1	-	-	-	0,0	0,1	-	1,0	-	-	-
<i>Obelia bidentata</i>	Hy	0,1	0,1	-	1,4	-	1,1	0,1	-	-	-	0,1	0,8	-	3,9	-	-	-
<i>Polysiphonia nigrescens</i>	RW	-	-	-	-	0,4	-	-	-	-	-	0,0	0,0	-	2,0	-	-	0,1
<i>Halecium halecinum</i>	Hy	-	-	0,1	4,3	0,9	0,1	0,4	-	-	0,5	3,0	0,5	-	1,7	-	-	-
<i>Styela clava</i>	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	-	-
<i>Ceramium deslongchampsii</i>	RW	-	-	-	0,0	0,4	-	0,1	-	-	-	0,0	0,0	-	0,4	-	-	-
<i>Griffithsia devoniensis</i>	RW	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	0,2	-	-	-
<i>Aplidium glabrum</i>	Tu	-	-	0,1	-	-	0,8	0,0	-	-	-	0,1	0,1	-	0,2	-	-	-
<i>Bugula plumosa</i>	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	-	-
<i>Mycale micracanthoxea</i>	Sp	0,0	0,1	0,8	0,6	-	3,0	0,2	1,7	-	1,7	0,1	-	1,3	-	0,3	-	-
<i>Eudendrium ramosum</i>	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	-	-	-	-
<i>Haliclona xena</i>	Sp	-	-	-	0,0	-	-	0,3	-	-	-	0,1	-	1,0	-	0,0	-	-
<i>Leucosolenia variabilis</i>	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
<i>Heterosiphonia japonica</i>	RW	-	-	-	0,4	0,4	0,0	0,4	-	-	-	0,4	0,1	6,7	16,5	0,2	-
<i>Callithamnion tetragonum</i>	RW	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,7	0,4	-	-
<i>Dicryota dichotoma</i>	BW	-	0,0	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	0,3	-	-
<i>Nitophyllum punctatum</i>	RW	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,9	-	-
<i>Callithamnion byssoides</i>	RW	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-
<i>BL Undaria pinnatifida</i>	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,7	-	-	-
Codiales (ijle fase)	GW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,8	-	-	-
<i>Undaria pinnatifida</i>	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-
<i>Ciona intestinalis</i>	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
<i>Bicellariella ciliata</i>	Br	-	-	0,1	1,1	0,4	0,6	0,1	-	-	0,5	0,8	0,2	-	-	-	-
<i>Tubularia larynx</i>	Hy	-	-	0,4	0,2	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-
<i>Sabella pavonina</i>	Po	-	-	-	0,2	-	0,1	-	-	-	-	0,2	0,1	-	-	-	-
<i>Lamice conchilega</i>	Po	0,0	-	0,1	0,0	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	-	-	-	-
<i>Pedicellina carnea</i>	En	-	-	-	0,0	-	0,0	0,0	-	-	-	0,0	0,0	-	-	-	-
<i>Scruparia ambigua</i>	Br	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	0,0	0,0	-	-	-	-
<i>Ceramium rubrum</i>	RW	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	-	-	-	-
<i>Sernularia cupressina</i>	Hy	-	-	0,3	0,1	0,4	0,0	-	-	-	0,2	0,6	-	-	-	-	-
<i>Tricellaria inopinata</i>	Br	-	-	-	0,1	-	0,5	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-
<i>Scypha ciliata</i>	Sp	-	-	0,1	0,0	-	0,4	-	0,2	0,2	-	0,2	0,0	-	-	0,0	-
<i>Haliclona oculata</i>	Sp	-	-	0,1	0,6	0,1	0,3	0,1	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-
<i>KL Schizomavella linearis</i>	Br	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-
<i>Polysiphonia nigra</i>	RW	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-
<i>Cystoclonium purpureum</i>	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-
<i>Bowerbankia citrina</i>	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-
<i>KL Callopora cf dumerilii</i>	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-
<i>Halichondria bowerbanki</i>	Sp	-	0,1	2,9	0,5	-	0,5	0,1	-	3,7	1,5	0,1	-	-	-	-	-
<i>KL Electra pilosa</i>	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	-	0,0	-	-	-	-
<i>KL Conopeum reticulum</i>	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	0,0	-	-	-	-	-
<i>KL Fenestrulina cf delicia</i>	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,0	-	-	-	-	-
<i>KL Smittoidea cf prolifica</i>	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-
<i>Sagartia elegans</i>	An	0,0	-	0,5	0,2	-	0,0	-	-	2,7	0,1	-	0,1	-	-	-	-
<i>Sagartogiton undatus</i>	An	-	-	-	0,0	-	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-
<i>Fenestrulina cf delicia</i>	Br	0,0	-	-	0,1	-	-	0,0	0,2	-	-	0,0	-	-	-	-	-
<i>Bougainvillea ramosa</i>	Hy	-	-	0,2	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cryptozula pallasiana</i>	Br	-	-	-	-	0,1	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sarsia tubulosa</i>	Hy	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Griffithsia flosculosa</i>	RW	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mynius edulis</i>	Bi	0,2	0,3	15,0	0,2	-	3,6	0,1	-	-	0,4	0,0	0,2	0,2	-	-	-
<i>Hymeniacidon perlevis</i>	Sp	-	-	-	0,0	0,3	0,9	0,1	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-
<i>Prosuberites epiphyllum</i>	Sp	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Barentsia gracilis</i>	En	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Halisarca dujardini</i>	Sp	-	-	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-
<i>Alicyonema digitatum</i>	Aj	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Opercularella lacerata</i>	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	-	-
<i>Mytilus edulis</i>	Mol	1.3	-	-	11.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50.2	-	-
Actiniaria	An	60.5	-	-	59.5	127.2	-	200.9	-	-	125.6	-	-	351.6	-	-	-	-
<i>Malmgreniella (Harmothoe) lunulata</i>	Po	-	-	-	9.3	10.0	50.2	-	-	-	-	-	-	50.2	-	-	-	-
Ascidacea	Tu	3.9	-	-	6.6	-	-	-	-	-	25.1	-	-	50.2	-	-	-	-
<i>Asterias rubens</i>	Ech	-	-	-	5.3	-	-	-	-	-	25.1	-	-	50.2	-	-	-	-
<i>Photis</i> spec.	Cr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50.2	-	-	-	-
<i>Nephtys hombergii</i>	Po	59.2	-	50.2	76.7	73.7	-	-	-	-	-	21.5	150.7	-	-	-	-	-
<i>Streblospio shrubsoli</i>	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	-	-	-	-	-
<i>Ensis</i> spec.	Mol	1.3	-	-	41.0	16.7	-	50.2	-	-	-	-	12.6	-	-	-	-	-
<i>Eteone</i> spec.	Po	5.2	-	-	59.5	30.1	-	-	-	-	-	-	12.6	-	-	-	-	-
<i>Monocorophium insidiosum</i>	Cr	3.9	-	-	14.5	6.7	-	-	-	-	-	-	12.6	-	-	-	-	-
<i>Ruditapes philippinarum</i>	Mol	1.3	-	-	7.9	10.0	-	-	-	-	-	-	12.6	-	-	-	-	-
<i>Sycon ciliatum</i>	Sp	-	-	-	1.3	-	-	-	-	-	25.1	-	12.6	-	-	-	-	-
<i>Fabricia stellaris stellaris</i>	Po	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50.2	-	-	-	-	-
<i>Gammarus locusta</i>	Cr	-	-	-	4.0	10.0	-	-	-	50.2	-	14.4	-	-	-	-	-	-
<i>Ophiothrix fragilis</i>	Ech	6.4	-	-	1.3	3.3	-	-	-	-	-	14.4	-	-	-	-	-	-
<i>Cerastoderma edule</i>	Mol	-	-	-	2.6	-	-	-	-	-	-	7.2	-	-	-	-	-	-
<i>Plathynereis dumerilli</i>	Po	-	-	-	4.0	-	-	-	-	-	-	7.2	-	-	-	-	-	-
<i>Nephtys caeca</i>	Po	-	-	-	-	3.3	-	-	-	-	-	7.2	-	-	-	-	-	-
<i>Crangon crangon</i>	Cr	10.3	-	-	17.2	23.4	50.2	-	-	-	75.3	7.2	-	-	-	-	-	-
<i>Carcinus maenas</i>	Cr	-	-	-	4.0	-	50.2	-	-	-	25.1	-	-	-	-	-	-	-
Hydrozoa	Hy	-	-	-	4.0	-	-	-	-	-	25.1	-	-	-	-	-	-	-
Nemertea	Ne	56.7	-	-	18.5	6.7	-	-	-	-	25.1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nephtys</i> spec.	Po	18.0	-	-	6.6	36.8	-	50.2	25.1	-	25.1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pseudopolydora pulchra</i>	Po	10.3	-	-	7.2	16.7	-	-	-	-	25.1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Spiophanes bombyx</i>	Po	2.6	-	-	38.3	127.2	-	-	-	-	25.1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tornus subcarinatus</i>	Mol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25.1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gastrea cirrosa</i>	Po	5.2	-	-	42.3	-	-	-	-	50.2	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Arenicola</i> spec.	Po	-	-	-	-	-	-	-	-	50.2	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Heteromastus filiformis</i>	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	-	-	-	-	-	-	-
<i>Corophium</i> spec.	Cr	21.9	-	-	33.0	30.1	-	-	-	-	25.1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nereis diversicolor</i>	Po	-	-	-	4.0	-	-	50.2	25.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pholoe inornata</i>	Po	-	-	-	37.0	-	-	-	-	-	25.1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Streblospio</i> spec.	Po	-	-	-	1.3	-	-	-	-	-	25.1	-	-	-	-	-	-	-
Corophiidae	Cr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25.1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Scoloplos armiger</i>	Po	225.4	-	-	1628.4	1218.8	-	1054.8	-	50.2	-	7.2	-	-	-	-	-	-
<i>Phyllodoce mucosa</i>	Po	3.9	-	-	138.8	13.4	-	351.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cheirocratus sundevallii</i>	Cr	-	-	-	108.4	3.3	-	150.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lanice conchilega</i>	Po	5.2	-	-	434.9	144.0	-	150.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eumida</i> spec.	Po	-	-	-	29.1	16.7	-	100.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ampharete acutifrons</i>	Po	2.6	-	-	95.2	-	-	100.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Crepidula fornicata</i>	Mol	1.3	-	-	113.7	3.3	50.2	100.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Notomastus latericeus</i>	Po	10.3	-	-	196.9	26.8	-	50.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Decapoda	Cr	-	-	-	27.8	-	-	301.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ophiura</i> spec.	Ech	-	-	-	4.0	-	-	100.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bodotria pulchella</i>	Cr	-	-	-	1.3	-	-	50.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Autolytus</i> spec.	Po	1.3	-	-	-	-	-	50.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Syllis gracillis</i>	Po	-	-	-	-	-	-	50.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Aphelocheata marioni</i>	Po	604.0	25.1	-	1817.4	793.6	2260.2	-	200.9	-	75.3	28.7	12.6	-	-	-	-	-
Oligochaeta	Oi	2067.0	75.3	1255.7	1582.1	596.0	301.4	-	-	50.2	150.7	78.9	-	-	-	-	-	-
<i>Capitella capitata</i>	Po	179.0	401.8	-	227.3	3.3	200.9	-	25.1	-	-	78.9	-	-	-	-	-	-
<i>Cossura longocirrata</i>	Po	121.1	-	150.7	107.1	50.2	150.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Macoma balthica</i>	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	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Flabelligera affinis</i>	Po	-	-	-	19.8	-	50.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Polydora cornuta</i>	Po	2.6	-	-	44.9	-	50.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Veneridae	Mol	5.2	-	-	80.6	3.3	50.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Abra prismatica</i>	Mol	-	-	-	-	-	-	50.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Porifera	Sp	1.3	-	-	4.0	-	-	50.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Abra alba</i>	Mol	177.7	-	-	326.5	1895.2	50.2	50.2	50.2	-	-	35.9	-	-	-	-	-	-
<i>Aora typica</i>	Cr	11.6	-	-	93.8	26.8	-	-	-	-	-	7.2	-	-	-	-	-	-
Bivalvia	Mol	10.3	-	-	4.0	23.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Corophium sextonae</i>	Cr	33.5	-	-	89.9	60.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nereis</i> spec.	Po	5.2	-	-	1.3	6.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Exogone naidina</i>	Po	5.2	-	-	9.3	3.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Melita</i> spec.	Cr	2.6	-	-	-	3.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ophiura albida</i>	Ech	1.3	-	-	7.9	3.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Abra nitida</i>	Mol	2.6	-	-	14.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bodotria scorpioides</i>	Cr	2.6	-	-	14.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Echinocardium cordatum</i>	Ech	3.9	-	-	1.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Glycera</i> spec.	Po	5.2	-	-	74.0	3.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hesionidae	Po	3.9	-	-	5.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Melita obtusata</i>	Cr	3.9	-	-	1.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polynoidae	Po	5.2	-	-	2.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stenothoidae	Cr	1.3	-	-	1.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Venerupis corrugata</i>	Mol	3.9	-	-	39.7	3.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Owenia fusiformis</i>	Po	5.2	-	-	100.5	27.8	56.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Phyllodoce</i> spec.	Po	11.6	-	-	50.2	33.0	33.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bathyporeia</i> spec.	Cr	2.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gammaridae	Cr	2.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gammarus</i> spec.	Cr	2.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gastropoda	Mol	2.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Neomphitrite</i> spec.	Po	2.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tellina ferruginosa</i>	Mol	1.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tellina fabula</i>	Mol	1.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tellina tenuis</i>	Mol	1.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pectinaria koreni</i>	Po	1.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lumbrineridae	Po	1.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Spionidae	Po	1.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Vervolg.

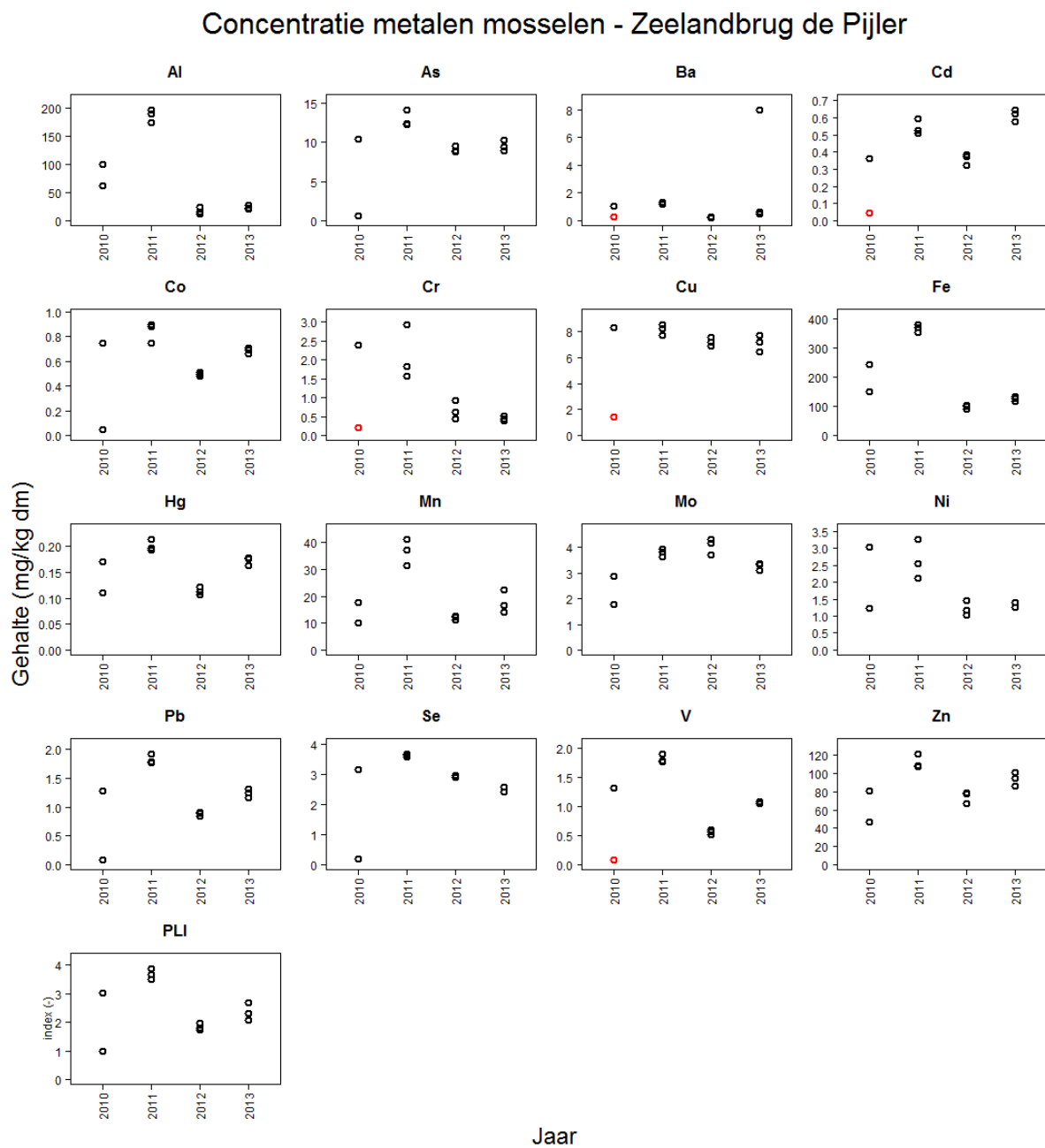
		A1	A2	B	C1	C2	D	E	F	G	H	I	J	K	M	N	O	leeg
<i>Pygospio elegans</i>	Po	1,3	-	50,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pholoe baltica</i>	Po	-	-	-	17,2	113,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Microdeutopus anomalus</i>	Cr	5,2	-	-	101,8	40,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sthenelais boa</i>	Po	6,4	-	-	51,5	33,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nereis longissima</i>	Po	2,6	-	-	38,3	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Microdeutopus spec.</i>	Cr	1,3	-	-	31,7	10,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Neoamphitrite figulus</i>	Po	1,3	-	-	33,0	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sabella spec.</i>	Po	-	-	-	9,3	16,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mya arenaria</i>	Mol	1,3	-	-	7,9	13,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pericolodes longimanus</i>	Cr	1,3	-	-	7,9	10,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Polychaeta</i>	Po	1,3	-	-	5,3	10,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Kefersteinia cirrata</i>	Po	-	-	-	13,2	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Jassa spec.</i>	Cr	-	-	-	2,6	13,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Crassicorophium bonellii</i>	Cr	1,3	-	-	7,9	6,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nassarius spec.</i>	Mol	-	-	-	5,3	10,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Idotea spec.</i>	Cr	1,3	-	-	10,6	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Anoplodactylus petiolatus</i>	Pyc	-	-	-	7,9	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Petricola pholadiformis</i>	Mol	-	-	-	7,9	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Phyllodoce groenlandica</i>	Po	-	-	-	4,0	6,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nereis virens</i>	Po	-	-	-	1,3	6,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Spisula subtruncata</i>	Mol	-	-	-	1,3	6,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bodotriidae</i>	Cr	-	-	-	1,3	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eteone longa</i>	Po	-	-	-	1,3	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Polycirrus spec.</i>	Po	2,6	-	-	103,1	6,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pholoe minuta</i>	Po	1,3	-	-	51,5	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ampelisca brevicornis</i>	Cr	-	-	-	38,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Harmothoe impar</i>	Po	-	-	-	33,0	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ostracoda</i>	Cr	1,3	-	-	23,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Glycera tridactyla</i>	Po	-	-	-	22,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cheirocratus spec.</i>	Cr	-	-	-	15,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Microphthalmus aberrans</i>	Cr	-	-	-	11,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eumida sanguinea</i>	Po	-	-	-	9,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Aonides oxycephala</i>	Po	-	-	-	7,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eteone flava/longa</i>	Po	-	-	-	6,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eiconinae</i>	Po	-	-	-	6,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GAMMARIDEA	Cr	-	-	-	6,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lepidonotus squamatus</i>	Po	-	-	-	6,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Syllidia armata</i>	Po	-	-	-	6,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Achelia echinata</i>	Pyc	-	-	-	5,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nephtys cirrosa</i>	Po	-	-	-	5,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nicolea zostericola</i>	Po	-	-	-	5,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Balanus crenatus</i>	Cr	-	-	-	5,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ensis directus</i>	Mol	-	-	-	5,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nereis succinea</i>	Po	-	-	-	4,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Kurtiella bidentata</i>	Mol	-	-	-	4,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pholoe spec.</i>	Po	-	-	-	4,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Amphilochus neapolitanus</i>	Cr	-	-	-	2,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lepidonotus spec.</i>	Po	-	-	-	2,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nymphon spec.</i>	Pyc	-	-	-	2,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Platyhelminthes</i>	Pl	-	-	-	2,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Proceraea cornuta</i>	Po	-	-	-	2,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ammonothea hilgendorfi</i>	Pyc	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Aphroditidae</i>	Po	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Arenicola marina</i>	Po	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Atylidae</i>	Cr	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Atylus swanmerdami</i>	Cr	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Autolytus edwardsi</i>	Po	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Autylus profler</i>	Po	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ciona intestinalis</i>	Tu	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Crangon spec.</i>	Cr	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Epitonium clathrus</i>	Mol	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eulalia viridis</i>	Po	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Harmothoe spec.</i>	Po	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Harmothoe imbricata</i>	Po	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hippolyte</i>	Cr	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hippolyte varians</i>	Cr	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Jassa marmorata</i>	Cr	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Liocarcinus holsatus</i>	Cr	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Liocarcinus navigator</i>	Cr	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Macropodia rostrata</i>	Cr	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Magelona spec.</i>	Po	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Polydora ciliata</i>	Po	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sabillida</i>	Po	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Scolelepis fuliginosa</i>	Po	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Spio martinensis</i>	Po	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Stenothoe marina</i>	Cr	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Stenothoe monoculoides</i>	Cr	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tanaidacea</i>	Cr	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Terebellidae</i>	Po	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nassarius reticulatus</i>	Mol	-	-	-	-	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Polydora spec.</i>	Po	-	-	-	-	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Spio spec.</i>	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 TO Zierikzee

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

		<i>Ciona intestinalis</i>			<i>Styela clava</i>			<i>Asciidiella spec</i>			<i>Crassostrea Japanese oester</i>			<i>Fucus vesiculosus</i>	
		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