



---

# Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde 2015

Locaties: Zeelandbrug en Lokkersnol

Auteur: Marijn Tangelder, martine van den Heuvel-Greve & Mario de Kluijver<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Stichting Zeeschelp

Wageningen Marine  
Research Rapport:  
C098/16

---

# Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde 2015

Locaties: Zeelandbrug en Lokkersnol

Auteur(s): Marijn Tangelder, Martine van den Heuvel-Greve & Mario de Kluijver<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> Stichting Zeeschelp

Publicatiedatum: 11 oktober 2016

Wageningen Marine Research  
Yerseke, oktober 2016

---

Wageningen Marine Research rapport  
C098/16



---

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

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

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

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van Rijkswaterstaat

Wageningen Marine Research is ISO 9001:2008 gecertificeerd.

© 2016 Wageningen Marine Research Wageningen UR

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

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

A\_4\_3\_1 V24

---

# Inhoud

<b>Samenvatting</b>	<b>5</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>7</b>
1.1 Vooroever bestortingen in de Ooster- en Westerschelde	7
1.2 Gevolgen voor het onderwaterleven	9
1.3 Doel van dit onderzoek	10
1.4 Monitoring in de afgelopen jaren in de Ooster- en Westerschelde	11
1.5 Resultaten uit andere onderzoeken	14
1.6 Leeswijzer	14
<b>2 Methoden</b>	<b>15</b>
2.1 Onderzoekslocaties	15
2.2 Werkverdeling	17
2.3 Inventarisatie van flora en fauna op hard substraat	17
2.4 Inventarisatie van fauna in zacht substraat (sediment)	19
2.5 Sedimentbelasting en sediment dikte	20
2.6 Determinatie van zware metalen in biota	21
<b>3 Resultaten</b>	<b>25</b>
3.1 Ontwikkeling van hard substraat gemeenschappen	25
Eulittoraal (getijden zone): talud en kreukelberm	25
Sublittoraal	31
3.2 Ontwikkeling van infauna gemeenschappen	36
Lokkersnol	41
Zeelandbrug T5	41
Sedimentkarakteristieken	42
3.3 Sedimentbelasting en sedimentdikte	44
Sedimentbelasting	44
3.4 Inventarisatie van zware metalen in schelpdieren	47
Uniformiteit van gehalten aan metalen in oesters en mosselen	47
Trends aan metaalgehalten in biota in de tijd	47
Vergelijking metaalgehalten op stortlocatie en referentielocatie	48
<b>4 Discussie</b>	<b>50</b>
4.1 Hard substraat gemeenschappen	50
Eulittoraal	50
Infralittoraal	50
Circalittoraal	51
Ontwikkeling Japanse Oester	51
4.2 Infauna gemeenschappen	51
Ontwikkeling infauna gemeenschappen 2009-2015	51
Sedimentsamenstelling en infauna	52
Invloed van de harde ondergrond (staalslakken of breukstenen)	52
Referentielocaties	52
4.3 Sedimentbelasting en sedimentdikte	53
4.4 Zware metalen	53
Trends aan metaalgehalten in biota in de tijd	53
Vergelijking metaalgehalten op stortlocatie en referentielocatie	54

---

	Vergelijking resultaten veldmonitoring en mesocosm experiment	55
	Vergelijking met milieunormen	56
<b>5</b>	<b>Conclusie en aanbevelingen</b>	<b>57</b>
5.1	Hard substraat gemeenschappen	57
5.2	Zacht substraat gemeenschappen	57
5.3	Zware metalen	58
5.4	Aanbevelingen	59
<b>6</b>	<b>Kwaliteitsborging</b>	<b>60</b>
	<b>Referenties</b>	<b>61</b>
	<b>Verantwoording</b>	<b>63</b>
	Bijlage 1. Hard substraat: soortensamenstelling eulittorale gemeenschappen in de Oosterschelde	65
	Bijlage 2. Hard substraat: soortensamenstelling infralittorale gemeenschappen Oosterschelde	68
	Bijlage 3. Hard substraat: soortensamenstelling circalittorale gemeenschappen Oosterschelde	70
	Bijlage 4. Verdeling van de sublitorale levensgemeenschappen op hard substraat	72
	Bijlage 5 Infauna: soortensamenstelling infauna gemeenschappen Oosterschelde	74
	Bijlage 6 Ruwe data sedimentvallen en sediment dikte	78
	Bijlage 7. Ruwe data zware metalen	82
	Bijlage 8. Relevante figuren mesocosm experiment 2015	84

---

# Samenvatting

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

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

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

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

---

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

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

In 2014 en 2015 zijn er hogere molybdeen en mangaangehalten aangetroffen in oesters bemonsterd op de stortlocatie in vergelijking tot oesters bemonsterd op de referentielocatie. Dit heeft waarschijnlijk een andere oorzaak dan de vooroeverbestedingen, aangezien:

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

Voor drie metalen zijn milieukwaliteitsnormen vastgesteld (OSPAR 2009). Er zijn geen overschrijdingen van deze normen geconstateerd.

Op basis van het in 2015 uitgevoerde mesocosm experiment en de (veld)monitoring tot nu toe zijn er geen ecologische effecten van uitloging van zware metalen uit verdedigde vooroevers waargenomen.

---

# 1 Inleiding

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

## 1.1 Vooroever bestortingen in de Ooster- en Westerschelde

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

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

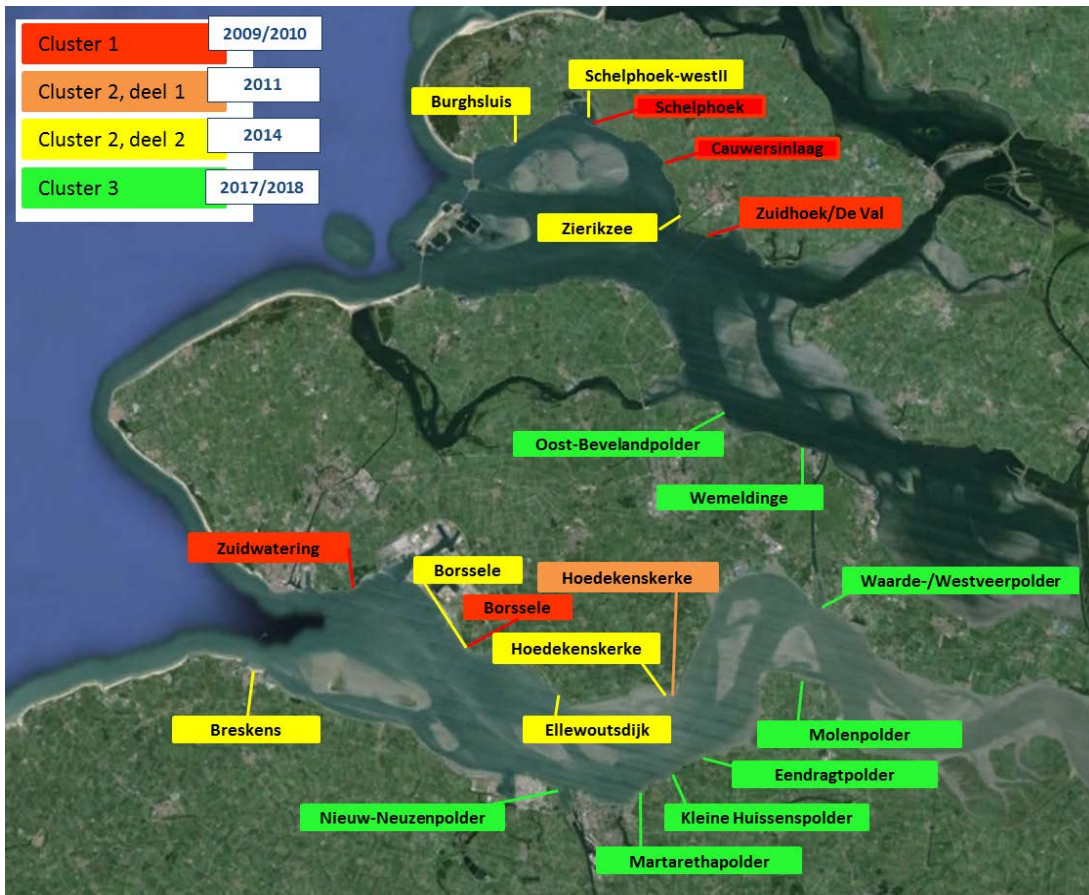


**Figuur 1.** Links: breuksteen (bron: RWS Beeldbank), rechts: LD-staalslakken (bron: [www.dehoop-bouwgrondstoffen.nl](http://www.dehoop-bouwgrondstoffen.nl))

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



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



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

**Tabel 1.**

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

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

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

\*\*Stroomzone: beneden 5 meter NAP

## 1.2 Gevolgen voor het onderwaterleven

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

---

tot dusverre weinig gepubliceerd. De data uit deze monitoring genereren hiervoor dus relevante informatie. Daarnaast is een mesocosmos studie uitgevoerd om de effecten van uitloging van zware metalen op biota te onderzoeken.

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

### 1.3 Doel van dit onderzoek

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

#### Hardsubstraat gemeenschappen:

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

#### Zacht substraat gemeenschappen (infauna):

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

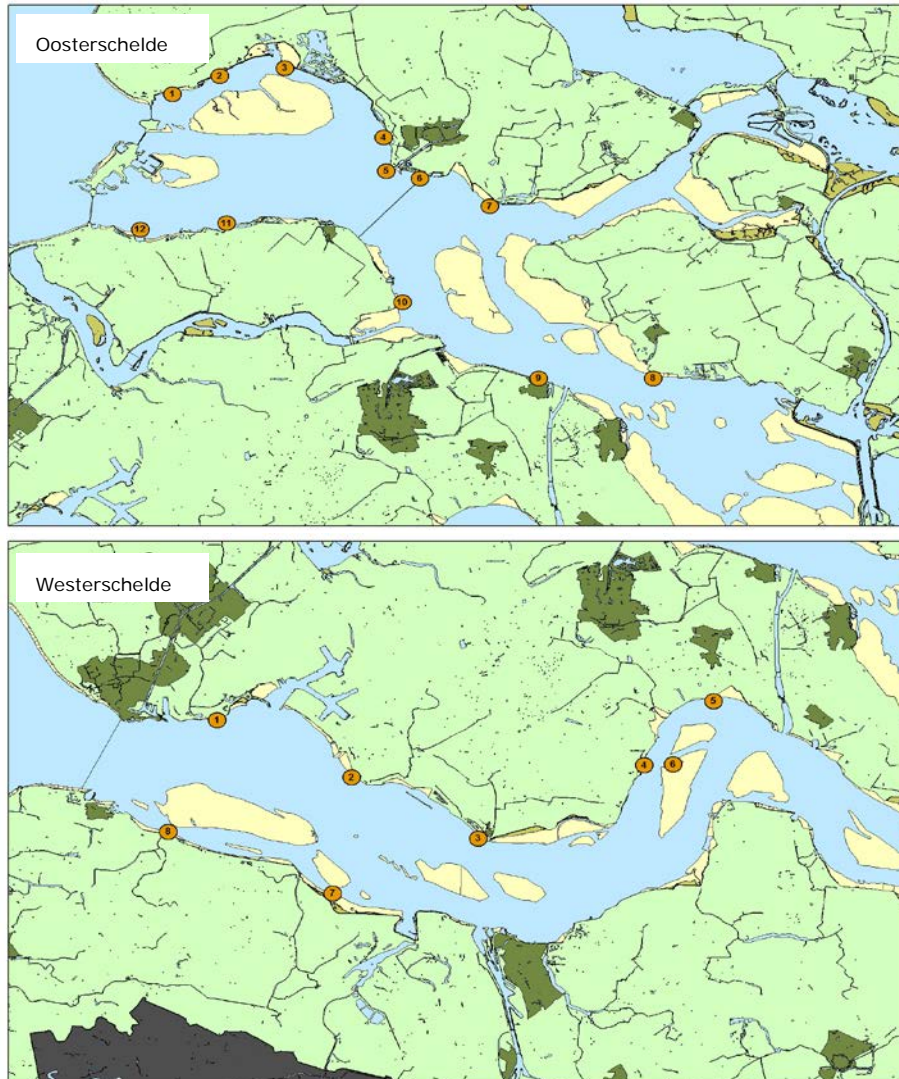
#### Uitloging zware metalen:

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

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

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

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



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

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

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

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

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

	Westbout	Brughsluis-ref	Burghsluis-west (T0)	Plompetoren	Flaauwers inlaag	Kisternol	Lokkersnol	Weldamsweg	Zierikzee	Kurkenol	De Val	Zuidbout	Neeltje Jans - Buitenhaven	Sophiahaven	Zandhoek	Katshoek	Zijpe-blinde dam	Zijpe-Zoetersbout	Zijpe-R	Gorishoek	
2009	■	■		■	■	■	■	■	■	■	■	■					■	■	■	■	
2010	■	■		■	■	■	■	■	■	■	■	■					■	■	■	■	
2011	■		*	■	■	■	■	■	■		■	■		■	■	■	■	■	■	■	
2012	■		*	■	■	■	■	■			■	■					■	■	■	■	
2013	* ■	■	*	■	■	■	■	■			■	■					■	■	■	■	
2014	* ■	■	*	■	■	■	■	■			■	■		■			■	■	■	■	■
2015	* ■	■		■	■	■	■	■			■	■		■			■	■	■	■	■

\* = alleen bemonstert in het eulittoraal

---

## 1.5 Resultaten uit andere onderzoeken

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

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

## 1.6 Leeswijzer

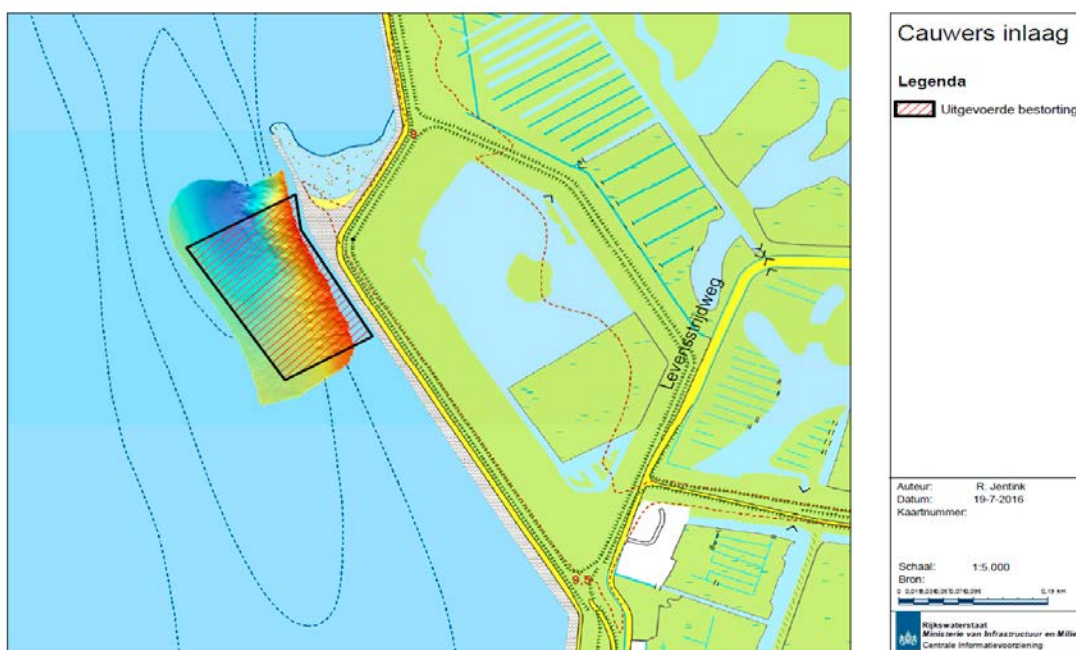
Dit rapport is opgebouwd volgens de gebruikelijke structuur van een onderzoeksrapport met methoden, resultaten, conclusie, discussie en aanbevelingen. In deze hoofdstukken wordt telkens een vierdeling gehanteerd waarbij hard substraat gemeenschappen, infauna gemeenschappen, sedimentatiepatronen en gehalten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

## 2 Methoden

### 2.1 Onderzoekslocaties

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

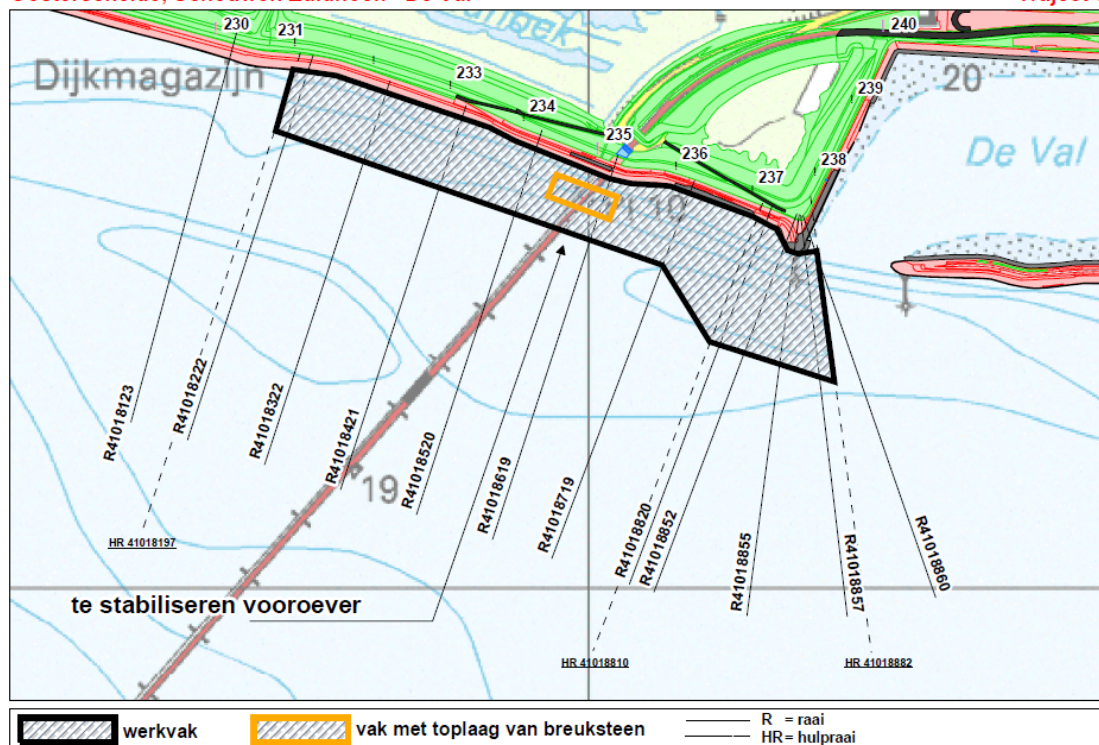
Hier volgt een beschrijving van de vooroeverbesteding per gemonitorde locatie (zie ook **Tabel 1**). Lokkersnol: eind 2009 / begin 2010 is de vooroever hier versterkt met staalslakken. In de golfzone en het eulittoraal zijn staalslakken afgedekt met breuksteen en is de kreukelberm (het horizontale gedeelte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



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

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





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

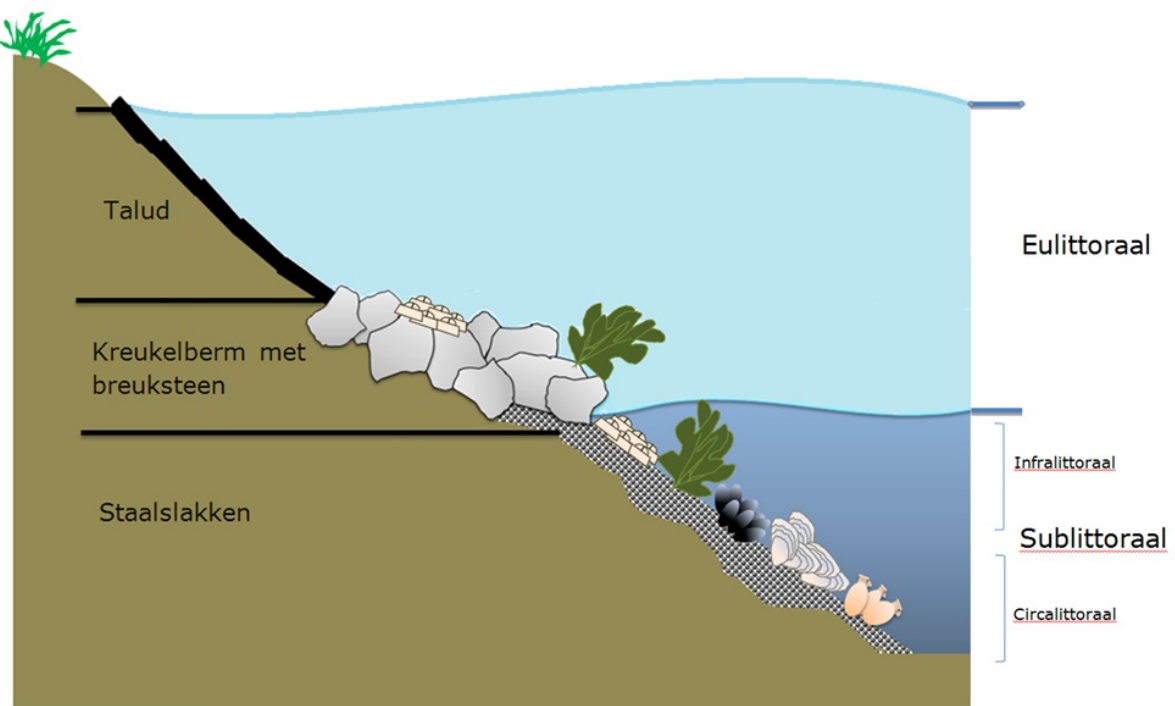
Om een vergelijking te kunnen maken zijn twee referentielocaties gemonitord. Locatie Westbout (nabij de monding van de Oosterschelde) en locatie Zuidbout (gelegen ten oosten van de Zeelandbrug) (Figuur 3)

## 2.2 Werkverdeling

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

## 2.3 Inventarisatie van flora en fauna op hard substraat

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



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

### Eulittoraal: bemonstering talud en kreukelberm

In het eulittoraal zijn opnames 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 eulittoraal bij de Zeelandbrug is onderzocht in 2015. In Tabel 4 staat een overzicht aangegeven van hoe het eulittoraal bij de Zeelandbrug in de afgelopen jaren is beïnvloed door zowel talud en kreukelberm vernieuwingen als uitvoering van vooroeverbestedingen waarbij de kreukelberm vaak is verlengd. Dit houdt in dat het horizontale deel van het talud breder is gemaakt (**Figuur 6**). Ook staan de verschillende substraten hier aangegeven.

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

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

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

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

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

#### Sublittoraal: bemonstering beneden laagwaterlijn

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

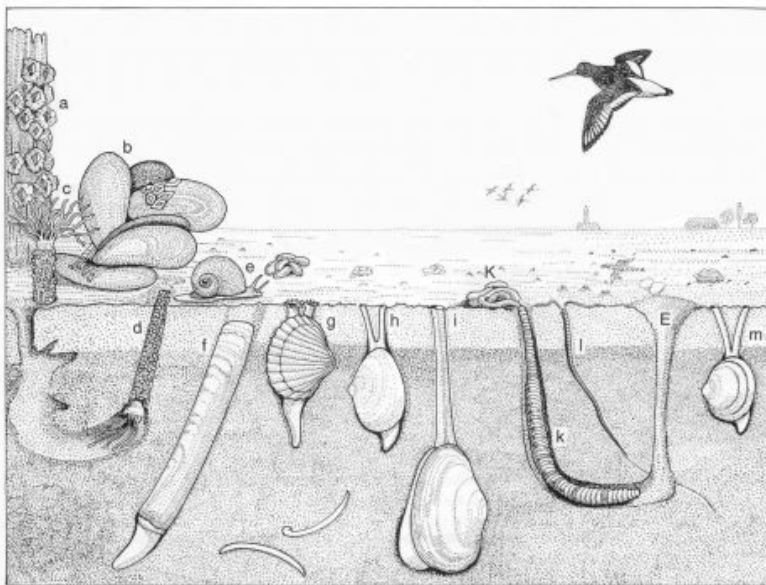
diepte zijn waar mogelijk zowel breuksteen als staalslakken bemonsterd. Op de stations zijn ook bodem- en watermonsters genomen voor de bepaling van de fractieverdeling van de bodemsedimenten en de temperatuur, pH, saliniteit en zuurstofverzadiging van het water. Het sublittoraal bij de Zeelandbrug (oost/midden/west)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

#### Analyse van gemeenschappen

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

## 2.4 Inventarisatie van fauna in zacht substraat (sediment)

Infauna zijn dieren die leven in de zachte bodem (**Figuur 7**). De monitoring richt 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. Voor de monitoring in 2015 zijn locaties Westbout en Zuidbout geselecteerd als referentielocaties. Voor meer achtergronden over de infauna analyse zie Tangelder et al., 2016.



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

### Bemonstering en identificatie

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

### Analyse van diversiteit, dichtheden en gemeenschappen

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

### Sedimentkarakteristieken

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

**Tabel 6.** Typologie voor de bodemsediment

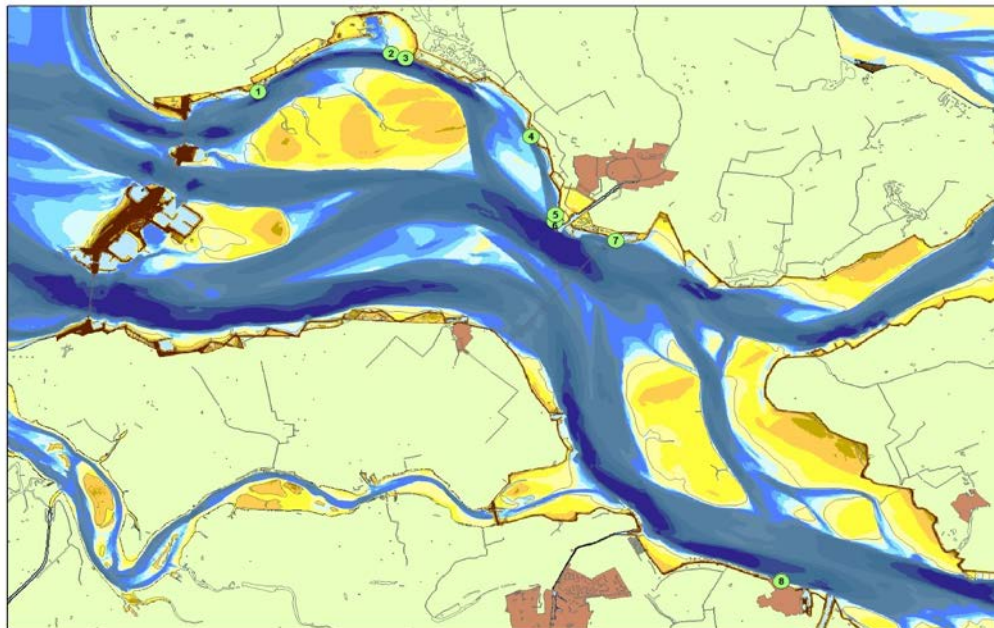
Type sediment:	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
dominante fractie in mm	>2.8	2.8-1.4	1.4-0.6	0.6-0.3	0.3-0.15	0.15-0.09	0.09-0.05	<0.05
Benaming	schelprest		zeer grof zand	grof zand	fijn zand	zeer fijn zand	ultra fijn zand	slib

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

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

## 2.5 Sedimentbelasting en sediment dikte

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



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

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

## 2.6 Determinatie van zware metalen in biota

### Bemonstering van biota

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

### Analyse van zware metalen

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

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

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

### Berekening Pollution Load Index (PLI)

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

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

- n = aantal metalen opgenomen in de index
- CF<sub>1</sub> = concentratie metaal nr. 1
- CF<sub>2</sub> = concentratie metaal nr. 2
- CF<sub>n</sub> = concentratie metaal nr. n

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

### Data analyse zware metalen

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

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

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

---

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

### Tijdstrends metalen in biota

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

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

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

$$y_i = \text{intercept} + \beta_1 \cdot \text{jaar}_i + \varepsilon_i$$

jaar                      verklarende factor

$\varepsilon_i = N(0, \sigma^2)$     de door het model niet verklaarde variatie waarvan verondersteld is dat deze normaal verdeeld is rondom de waarde 0.

$i = 1, 2, \dots$             de observaties (genomen monsters)

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

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

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

### Invloed van stortmateriaal op gehalten aan metalen in biota

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



---

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

---

## 3 Resultaten

### 3.1 Ontwikkeling van hard substraat gemeenschappen

#### *Eulittoraal (getijden zone): talud en kreukelberm*

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

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

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

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

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

---

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

#### Referentielocaties

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

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

#### Zeelandbrug

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



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

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

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

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

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

## Sublittoraal

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

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

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

## Referentielocaties

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



---

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

Circalittoraal - De circalittorale zone ligt onder de infralittorale zone waar onvoldoende licht is voor een dominantie van wieren en de gemeenschappen door dieren worden gedomineerd. Evenals in de infralittorale zone vertoonden de gemeenschappen in de circalittorale zone ook een duidelijke geografische verspreiding, met herkenbare gemeenschappen in de monding en in het Zijpe en gemeenschappen in het centrale gebied van de Oosterschelde. Gemeenschappen M1a en M1b zijn algemeen in de monding en worden gekenmerkt door dominante soorten Japanse oester en daarop de zeeanjelier (*Metridium senile*). De centrale gemeenschappen, hoofdzakelijk C1b1/C1b2/C1b3, worden gedomineerd door de Japanse oester, kolonie vormende zakpijpen, diverse soorten hydroïden en kokerbouwende organismen. Op de verticale betonnen pijler van de Zeelandbrug wordt hoofdzakelijk gemeenschap C3a gevonden die gedomineerd wordt door de Japanse oester, zeepokken, kokerbouwende organismen, de solitaire zakpijpen *Ciona intestinalis* en *Styela clava*, de kolonievormende zakpijp *Diplosoma listerianum* en het mosdiertje *Scrupocellaria scruposa*. In het Zijpe komt gemeenschap Z2b voor die vooral wordt gedomineerd door de Japanse oester en kolonievormende zakpijpen.

De gemeenschappen in de monding en het Zijpe blijven constant over de jaren. In het centrale deel zijn in 2009-2015 ook ieder jaar weer de centrale gemeenschappen aangetroffen. Deze gemeenschappen worden allen gedomineerd door de Japanse oester met daarop de overige dominante soorten in wisselende bedekkingen. Onder deze dominante soorten komen de kolonievormende zakpijpen *Didemnum vexillum* en *Diplosoma listerianum*, de golfbrekeranemoon en de spons *Celtodoryx girardae* in hoge bedekkingen voor. In 2015 is op referentielocaties Kisternol en Lokkersnol de nieuwe gemeenschap C2 ontstaan die wordt gedomineerd door de Japanse oester, de bryozoën *Scrupocellaria scruposa* en *Tricellaria inopinata*, zeepokken en de kolonievormende zakpijp *Didemnum vexillum* (**Figuur 13**). In de gemeenschapsanalyse clusterde deze gemeenschap bij Kom-gemeenschappen (oostelijk deel van de Oosterschelde). Hoewel de Japanse oester wel dominant was in deze gemeenschap, was de bedekking veel lager dan in de oorspronkelijke centrale gemeenschap. Daarnaast is op locatie Zuidbout gemeenschap C1b5 ontstaan (centrale gemeenschap) die wordt gedomineerd door de Japanse oester, de golfbrekeranemoon en de hydroïdpoliep *Eudendrium ramosum*.

### **Zeelandbrug T6**

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

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

---

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



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



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

2009	Westb	Burgh	Plt	Sch-w	Sch-m	Sch-m	Sch-o	Flau	Kis	Lok	Lok-o	Ww	Zier	Kul	Zeel-west	Zeel-midden	Zeel-pijler	Zeel-oost	Zuidb	Zijpe-B	Zijpe-Z	Zijpe-r	
				breuk	breuk	stsl	breuk				breuk				breuk	breuk	beton	breuk					
0.0-2.5		I3a3	I1a	I3a3			I3a3					I3a5			I3a3			I3a3			I3a1	I3a1	
2.6-5.0					I3a3			I3a3	I3a2	I3a3	I3a3	I3a3	I3a3	I3a3	I3a3	I3a3		I3a3		I3a2	I3a1	I3a1	
5.1-7.5							M1b		C1b1	C1b1	I5-diep1			C1b3	C1b3		C4	C1a	C1b3	C1b2	Z2b	Z2b	veen
7.6-10.0	M2	C1a	M1a	C1b1		MS		C1b1										C3a					
10.1-12.5											C1b1			C1b1				C3a					
12.6-15.0				C1b1														C3a					
15.1-17.5						MS			C1b1					M3							Z2b		
17.6-20.0							M1b		C1b1		C1b1									C1b1			
20.1-22.5			M1b																				
22.6-25.0		C1a																					

2015	Westb	Bur-w	Burgh	Plt	Sch-wII	Sch-wII	Sch-w	Sch-w	Sch-m	Sch-m	Sch-o	Sch-o	Flau	Kis	Lok	Lok-o	Lok-o	Ww	Zie	Zeel-west	Zeel-midden	Zeel-pijler	Zeel-oost	Zuidb	Zijpe-B	Zijpe-Z	Zijpe-r
					west	oost	breuk	stsl	breuk	stsl	breuk	stsl				breuk	stsl			breuk	stsl	breuk	stsl				
0.0-2.5			I1a	I1a										I3a5												I3a1	I3a1
2.6-5.0					M5b	M5b							I3a5	I3a5	I3a5					I3a5			I3a5	I3a5	I3a1	I3a1	
5.1-7.5					M5b	M5b										C2				C2	C2	C2			Z2b	Z2b	veen
7.6-10.0			M1a	M1a	M5b	M5b							M3	C2		C2				C2	C2	C2	C2				
10.1-12.5					M5b	M5b																					
12.6-15.0					M5b	M5b																					
15.1-17.5			M1a	M1a	M5b	M5b																		C1b5		Z2b	
17.6-20.0																						C2					
20.1-22.5																											
22.6-25.0																											

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

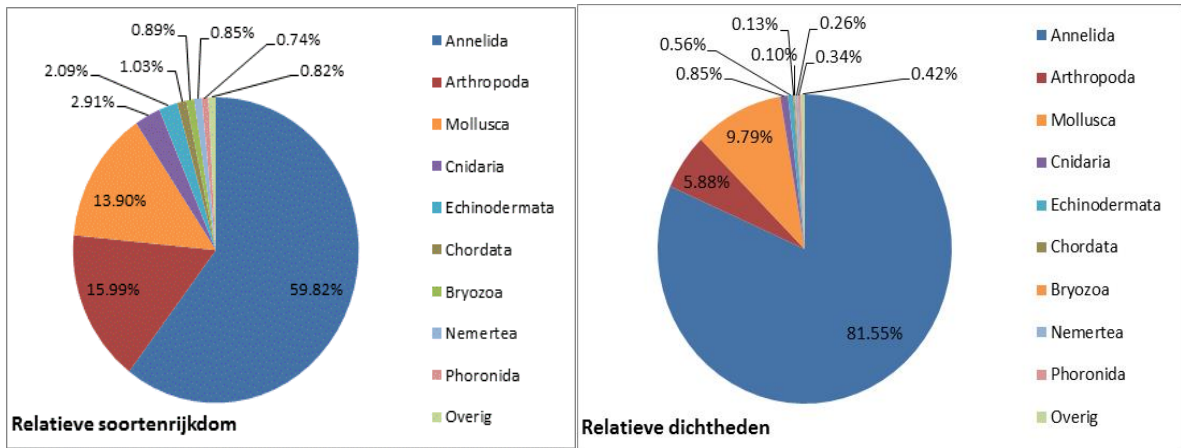
## 3.2 Ontwikkeling van infauna gemeenschappen

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

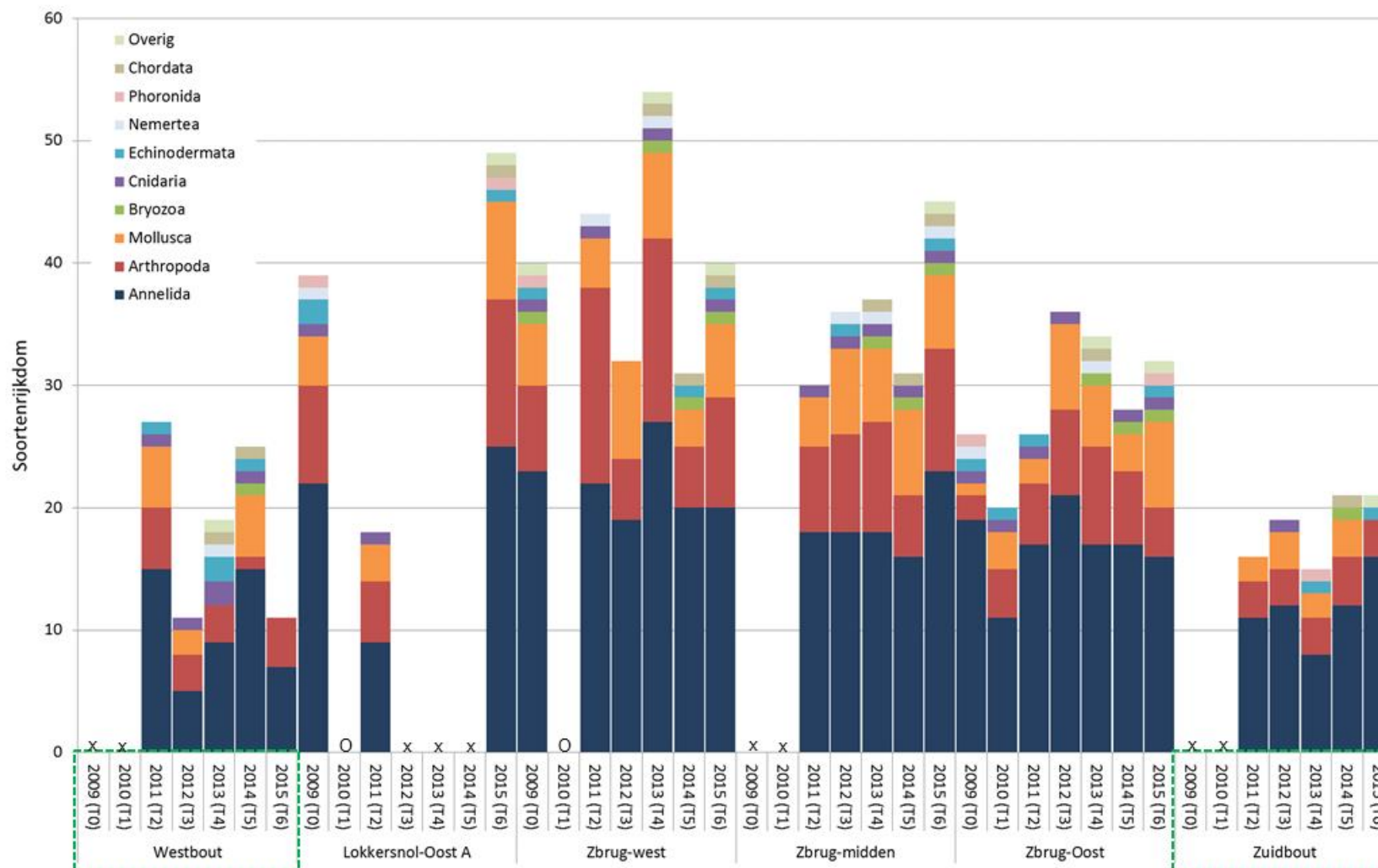


**Figuur 15.** De belangrijkste klassen die zijn gedetermineerd met een voorbeeld foto: Annelida, Bryozoa, Nemertea (foto: [www.dnr.sc.gov/marine](http://www.dnr.sc.gov/marine)), Arthropoda, Cnidaria ([www.actinaria.com](http://www.actinaria.com)), Phoronida (foto: Peter Grobe via Flickr), Mollusca,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

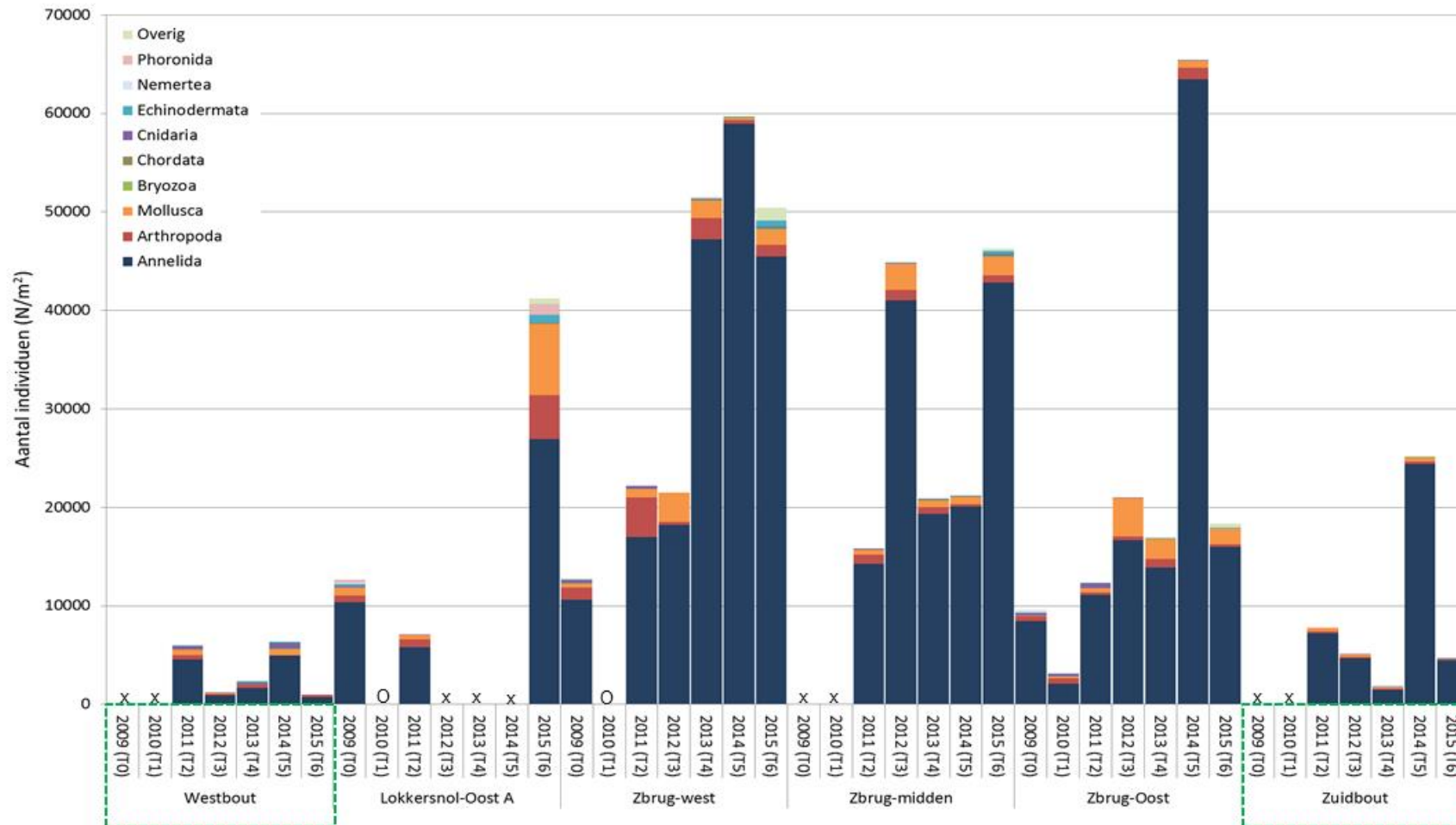
Op alle locaties behoren de meeste taxa en de grootste dichtheden tot de Annelida (wormachtigen) waarvan de klasse Polychaeten (borstelwormen) de hoogste soortenrijkdom en dichtheden vertegenwoordigen, gevolgd door de klasse Clitellata (ringwormen), Arthropoda (geleedpotigen) en Mollusca (weekdieren).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



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



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



**Figuur 18.** Dichtheid (indiv./m<sup>2</sup>) op de bemonsterde locaties (van west naar oost) in de Oosterschelde op T0 (2009), T1 (2010), T2 (2011), T3 (2012), T4 (2013), T5 (2014) en T6 (2015) in de Oosterschelde inclusief drie referentielocaties, Westbout en Zuidbout (aangegeven met een groen gebroken vierkant). X = niet bemonsterd, O = wel bemonsterd maar onvoldoende sediment aanwezig.



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

OS-2009			Sch-w	Sch-o	Lok-a	Lok-b		Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o		
0-5			A1	A5	A5	A5		B2		A5		
5.1-10			B1	B1	A5	A6		B2		A5		
>10.1			B1	B1	B2	B2		B2		B1		
OS-2010		Burgh-w	Sch-wII		Sch-o					Zeel-o		
0-5		B1	A1		M							
5.1-10		G	B1		O							
>10.1		A1	B1		I					D		
OS-2011	Wb		Sch-w	Sch-m	Sch-o	Lok		Zie	Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o	Zb
0-5	B1		E	B2	A5	B1		E	B2	E	G	G
5.1-10	B1		B1		A5	A5	B1	N	B1	A5	A5	A5
>10.1	B1		B1	B2	B1	A5	B2	A7	B2	B2	B2	A5
oud							B2		B2	B2	B2	
ecorif							B2			B2		
ecorif							B2	B2	B2		B2	
ecorif										B2		
		Sophia		Zandh						Katsh		
0-5		B1		G					A5			
5.1-10		B1		H					A5			
>10.1		B1		B1					B1			
OS-2012	Wb								Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o	Zb
0-5	E								B2	B2	E	A5
5.1-10	I								B2	B2	B2	A5
>10.1	E								B2	B2	B2	A5
oud									B2	B2	B2	
OS-2013	Wb							Zie	Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o	Zb
0-5	E							A5	A6	B2	A5	H
5.1-10	A5							-	B2	A5	B2	A5
>10.1	B3							K	B2	B2	B2	H
oud									B2	B2	B2	
OS-2014	Wb		Sch-wII	Sch-w	Sch-m	Sch-o			Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o	Zb
0-5	B1		A4	A5	A5	A4			B2	D	A5	A5
5.1-10	D		B1	A5	A5	H			B2	A5	B2	A5
>10.1	B1		B1	E	B2	B2			B2	B2	B2	A5
oud									B2	B3	B2	
										We-w	We-o	Gor
0-5										B2	A5	H
5.1-10										A5	H	H
>10.1										B2	H	H
30										B2		
OS-2015	Wb					Lok			Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o	Zb
0-5	A5					B2			B2	B2	B2	B1
5.1-10	A7					B2			B2	B2	B2	A5
>10.1	G					B2			B2	B2	B2	A5
oud						B2			B2	B2	B2	

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

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

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

### Lokkersnol

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

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

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

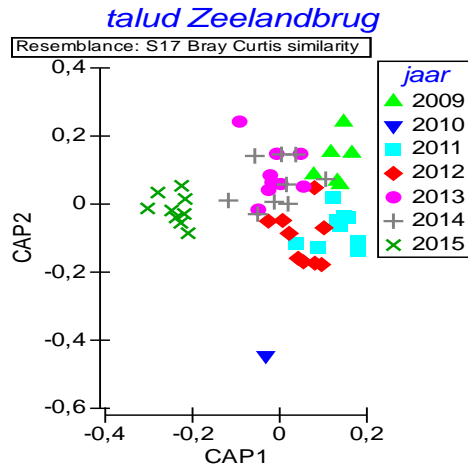
### Zeelandbrug T5

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

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

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

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



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

#### *Sedimentkarakteristieken*

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

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

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

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

OS-2009			Sch-w		Sch-o	Lok-a	Lok-b		Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o	
0-5			28,7		72,5	77,4	53,0		32,0		50,0	
5.1-10			-		40,3	49,7	63,3				39,6	
>10.1			42,1		23,5	65,6	85,3				4,7	
OS-2010		Burgh-w	Sch-wII	Sch-w	Sch-m	Sch-o	L-st	L-br				Zeel-o
0-5		29,6	20,2			65,6						
5.1-10		30,8	43,9			74,5						
>10.1		20,0	28,9			78,3						72,7
OS-2011	Wb		Sch-w	Sch-m	Sch-o	Lok		Zie	Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o	Zb
0-5	6,1		90,2	76,0	64,7	83,5		88,0	69,9	54,0	69,4	3,2
5.1-10	3,0		28,5		73,7	85,3	71,9	87,6	34,8	76,0	60,0	20,0
>10.1	4,0		49,2	43,1	33,6	70,9	69,3	75,7	10,4	23,1	26,6	36,8
oud							22,8		14,8	13,4	3,5	
ecorif							60,1			6,9		
ecorif							13,7	13,2	11,9		13,6	
ecorif										10,0		
		Sophia	Zandh							Katsh		
0-5		16,7	53,3							15,5		
5.1-10		8,4	38,6							15,7		
>10.1		7,3	37,0							18,0		
OS-2012	Wb								Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o	Zb
0-5	15,2								64,4	38,8	63,4	25,1
5.1-10	9,3								41,3	63,0	13,6	31,8
>10.1	20,7								22,3	17,5	15,4	31,3
oud									9,8	8,6	5,4	
OS-2013	Wb							Zie	Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o	Zb
0-5	17,7							43,6	59,0	52,6	74,4	7,2
5.1-10	10,0							77,2	63,6	71,4	30,9	31,5
>10.1	17,4							73,0	51,6	32,5	38,4	29,9
oud									38,9	11,6	11,0	
OS-2014	Wb	Sch-wII	Sch-w	Sch-m	Sch-o				Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o	Zb
0-5	7,6	41,5	48,9	71,7	77,0				61,9	41,5	61,8	4,2
5.1-10	2,4	27,4	34,7	66,7	61,9				47,0	54,4	42,1	24,2
>10.1	3,4	25,1	22,4	41,2	30,1				23,4	24,9	32,4	19,7
oud									8,0	15,1	7,6	
										We-w	We-o	Gor
0-5										19,3	49,7	15,4
5.1-10										15,0	30,7	23,6
>10.1										30,4	38,9	18,3
30										24,7		
OS-2015	Wb					Lok			Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o	Zb
0-5	5,8					40,0			52,5	41,9	49,0	7,8
5.1-10	7,2					62,2			39,8	37,3	52,7	16,4
>10.1	91,6					21,9			37,5	28,8	36,8	13,2
oud						44,2			29,6	33,8	10,4	

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

---

### 3.3 Sedimentbelasting en sedimentdikte

#### *Sedimentbelasting*

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

#### Sedimentsamenstelling langs de kust in de Oosterschelde

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

#### Sedimentatie

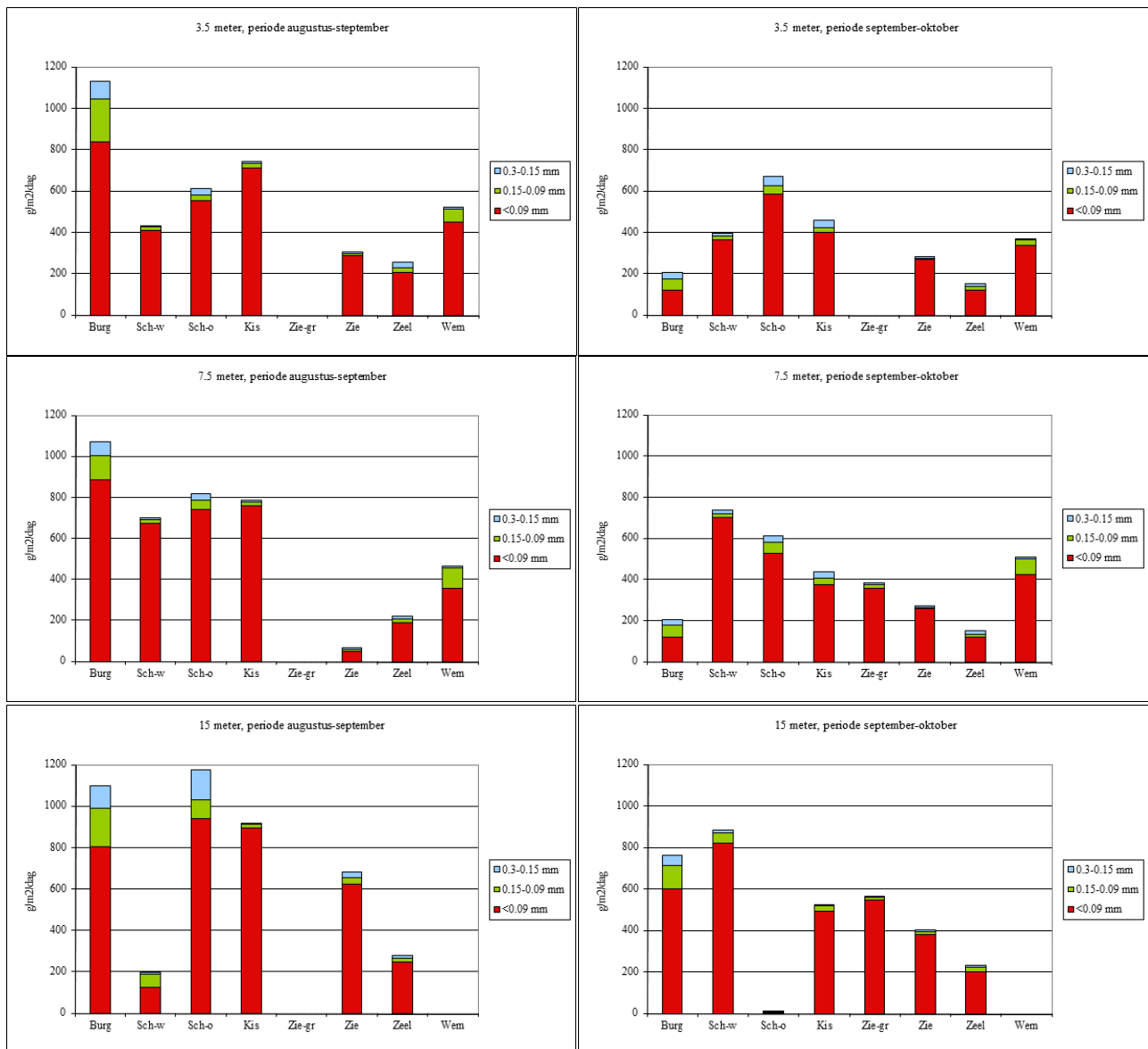
De resultaten van de metingen met sedimentvallen zijn gegeven in **Figuur 22** waarbij de hoeveelheid sediment en sedimenttypen per locatie staan weergegeven. De ruwe data zijn opgenomen in Bijlage 6. Voor een uitgebreid overzicht van de resultaten zie De Kluijver et al. (2016). Omdat in de sedimentvallen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

In de periode augustus-september, met een krachtige wind uit westelijke richting, is de hoogste potentiële sedimentbelasting (**Figuur 22**) van fracties kleiner dan 0.09 mm op alle diepten gevonden in de monding-Noord en het. Deze sedimentbelasting vond plaats tijdens de kentering en geeft een indicatie over de sediment aanvoer.

De hoogste potentiële sedimentbelasting van zandige fracties (0.3-0.09 mm) is gevonden in de monding-Noord en op de locatie Wemeldinge. Deze sedimentbelasting vond plaats tijdens de stromingsfase, tussen de kenteringen, en geeft een indicatie over de afvoer van fijne sedimenten en de horizontale sedimenttransporten. Dit beeld klopt met de samenstelling van de bodemsedimenten (zie vorige paragraaf) waarin op grotere diepten in de monding-Noord en bij de locatie Wemeldinge fijn zandig sediment is gevonden.

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

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



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

---

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

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

---

## 3.4 Inventarisatie van zware metalen in schelpdieren

### *Uniformiteit van gehalten aan metalen in oesters en mosselen*

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

### *Trends aan metaalgehalten in biota in de tijd*

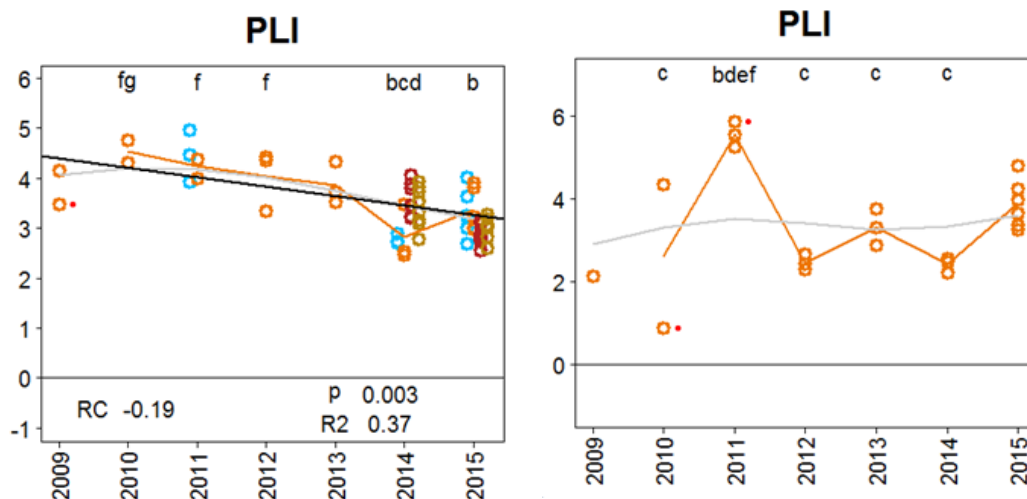
Japanse oesters en mosselen zijn jaarlijks bemonsterd op de Zeelandbrugpijler. Rond de pijler zijn staalslakken gestort die afgedekt zijn met breuksteen. De biota zijn op ongeveer één meter boven de bestortingen bemonsterd op een ondergrond van beton, in de nabijheid van zowel staalslakken als breukstenen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

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

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

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





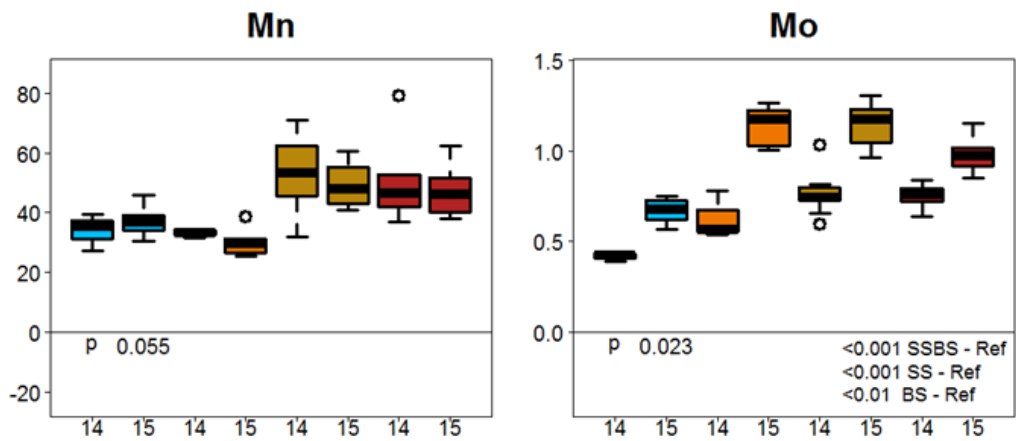
**Figuur 23.** Trend over de tijd in de periode van 2009 (T0 situatie, voor bestorting) tot en met 2015 voor de Pollution Load Index (PLI) in mosselen (links) en oesters (rechts) bemonsterd bij Zeelandbrugpijler en Zuidbout (referentie). Blauwe stippen zijn bemonsteringen op de referentielocatie, oranje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

#### Vergelijking metaalgehalten op stortlocatie en referentielocatie

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

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

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



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

---

## 4 Discussie

### 4.1 Hard substraat gemeenschappen

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

#### *Eulittoraal*

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

#### *Infralittoraal*

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

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

---

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

#### *Circalittoraal*

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

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

#### *Ontwikkeling Japanse Oester*

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

## 4.2 Infauna gemeenschappen

Op basis van gegevens verzameld in de jaren 2009-2015 is het duidelijk dat er een ruimtelijke en temporele variatie in de bodemdiergemeenschappen bestaat. Dit is in overeenstemming met eerdere onderzoeken naar bodemdiergemeenschappen in de Oosterschelde (Schaub et al., 2003). Net als in de andere jaren zijn bij de T6-monitoring in de Oosterschelde de borstelwormen (Annelida) de groep met de meeste soorten en hoogste dichtheden op alle locaties. Deze groep bestaat voor het overgrote deel uit Polychaeta. Geleedpotigen (Arthropoda), weekdieren (Mollusca) en neteldieren (Cnidaria) komen ook vaak voor. Stekelhuidigen (Echinodermata), mosdieren (Bryozoa), snoerwormen (Nemertea), hoefijzerwormen (Phoronida) en platwormen (Platyhelminthes) komen relatief gezien in veel mindere mate voor zowel in aantallen als soortenrijkdom.

#### *Ontwikkeling infauna gemeenschappen 2009-2015*

In de ongestoorde situatie in **2009** zijn er vijf infauna gemeenschappen langs de kust van Schouwen-Duiveland aangetroffen, waarvan er drie algemeen waren. Op de locatie Zeelandbrug kwamen alle drie deze algemene gemeenschappen voor. Op de ondiepe stations in de golfzone kwamen vaak minder soortenrijke varianten voor. In dit habitat is de samenstelling van het sediment en de samenstelling van de infauna door verstoringen vaak minder constant. Na de bestorting van de vooroever in de

---

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

#### *Sedimentsamenstelling en infauna*

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

#### *Invloed van de harde ondergrond (staalslakken of breukstenen)*

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

#### *Referentielocaties*

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

---

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

### 4.3 Sedimentbelasting en sedimentdikte

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

De resultaten laten grote verschillen zien tussen de verschillende locaties, diepten en meetperioden. Voor het verklaren van deze verschillen zijn meer metingen nodig, maar toch geven deze data belangrijke informatie over de sedimentatieprocessen. Op alle gemonitorde locaties sedimenteerde fijne fracties.

Zandige fracties werden vooral gevonden in de diepere sedimentvallen in de monding en in de zuidelijke

kom op de locatie Wemeldinge. Het zand wat hier neerslaat wordt vermoedelijk getransporteerd door een sterke stroming vlak boven de bodem. Het aanbrengen van een "ecotoplaag" op

verdedigde locaties kan sedimentatiepatronen beïnvloeden. De potentiële sedimentbelasting zegt niets over de hoeveelheid sediment die op het substraat achterblijft. Het meten van de sedimentdikte op de bestorting geeft hier wel informatie over zoals bij locatie Schelphoek-westII is gedaan vanuit het RAAKPRO Building for Nature onderzoek. De resultaten geven aan dat anderhalf tot twee jaar na bestorten met zeegrind met daar op riffen van breuksteen en zandsteen zich een laagje sediment heeft kunnen vormen wat lokaal kan verschillen in dikte en varieert van enkele centimeters tot enkele decimeters.

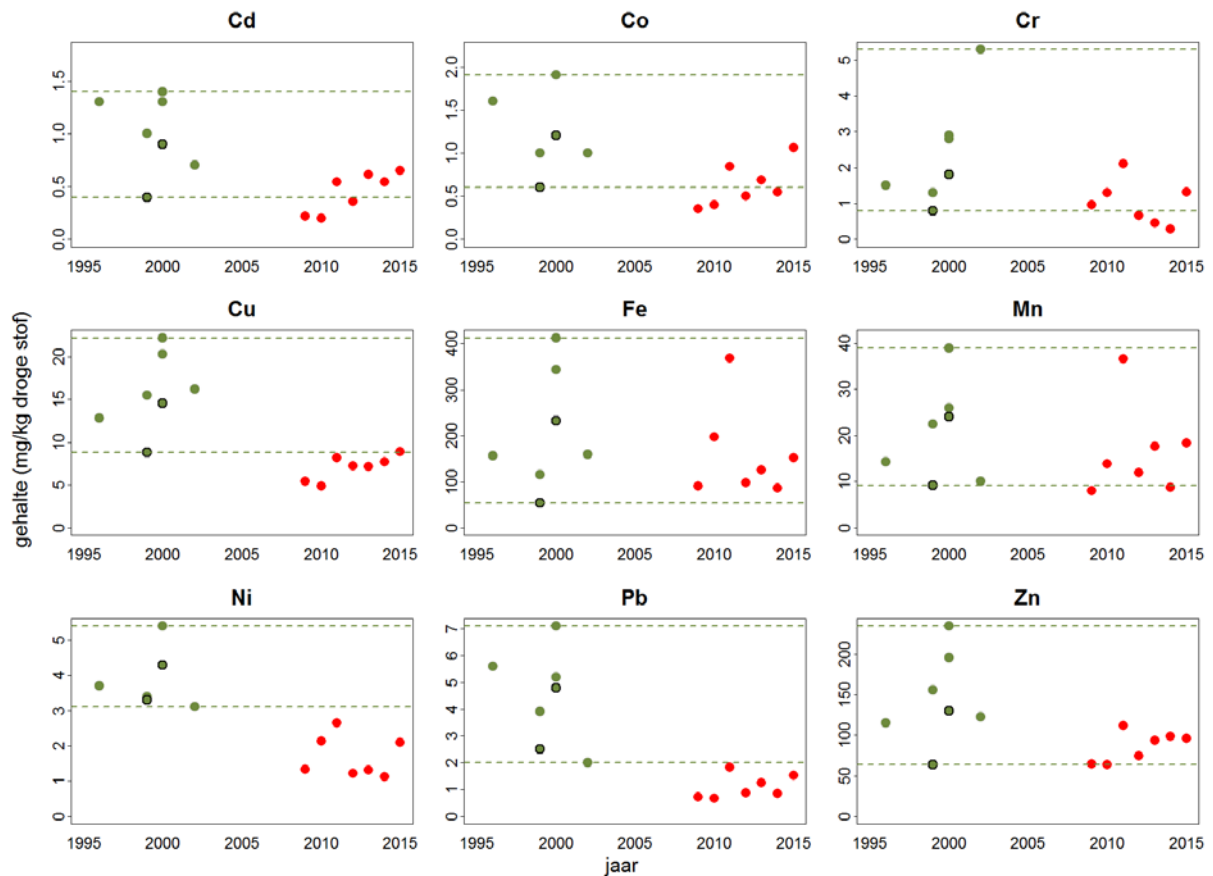
### 4.4 Zware metalen

#### *Trends aan metaalgehalten in biota in de tijd*

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

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

Metaalgehalte in mosselen bij zeelandbrug vergeleken met gehalten gerapporteerd in Mubiana ea 2005

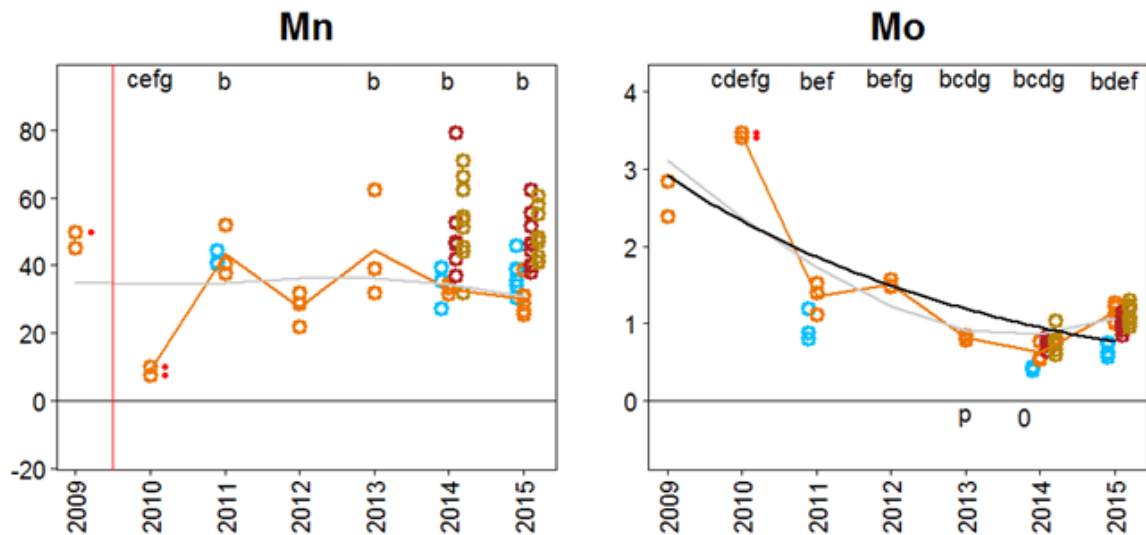


**Figuur 25.** Metaalgehalten in de mossel *Mytilus edulis* bemonsterd in de Oosterschelde, zoals gerapporteerd in Mubiana e.a. (2005) en in dit rapport. Groene stippen: mosselen verzameld in de Oosterschelde bij Wemeldinge, waarbij metingen in augustus en oktober zwart omlijnt zijn (Mubiana e.a. 2005).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

#### Vergelijking metaalgehalten op stortlocatie en referentielocatie

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

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



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

#### Vergelijking resultaten veldmonitoring en mesocosm experiment

Uit de veldmonitoring komen een aantal metalen naar voren:

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

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

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



---

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

#### *Vergelijking met milieunormen*

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

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

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

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

---

## 5 Conclusie en aanbevelingen

### 5.1 Hard substraat gemeenschappen

*Kennisvraag hard substraat gemeenschappen:*

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

*Eulittoraal*

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

*Sublittoraal*

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

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

### 5.2 Zacht substraat gemeenschappen

*Kennisvraag zacht substraat gemeenschappen:*

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

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

---

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

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

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

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

## 5.3 Zware metalen

*Kennisvraag zware metalen:*

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

Trendanalyse (2009-2015) van de metaalgehalten in mosselen *Mytilus edulis* en Japanse oesters *Crassostrea gigas* op de Zeelandbrug in de periode 2009 (voorafgaand) ten met 2015 (zes jaar na het storten van breukstenen en staalslakken) laat geen eenduidige trends variatie zien in beide schelpdieren. Jaarlijkse variatie kan eerder verklaard worden door autonome ontwikkelingen dan door het storten van de oeververdediging. De invloed van de bestortingen met staalslakken en breukstenen op de gehalten aan zware metalen in lokaal levende mosselen en oesters wordt als zeer gering ingeschat doordat:

- (1) er geen duidelijke verschillen in metaalgehalten voor (T0) en na (T1) bestorting geconstateerd zijn;
- (2) trends in metaalgehalten niet eenduidig zijn; trends kunnen stijgend zijn voor enkele metalen in mosselweefsel en afwezig dan wel dalend voor metalen in oesterweefsel;
- (3) in deze studie gemeten gehalten aan metalen in mosselen binnen of onder gerapporteerde waarden vallen die eerder gemeten zijn in mosselen in de Oosterschelde (Wemeldinge) in de periode 1996 – 2003 (vóór de vooroeverbestedingen).

Wel worden hogere molybdeen en mangaangehalten aangetroffen in oesters bemonsterd in 2014 en 2015 op de stortlocatie in vergelijking tot oesters bemonsterd op de referentielocatie. Dit heeft waarschijnlijk een andere oorzaak dan de vooroeverbestedingen, aangezien:

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

---

gehalten in biota aangetroffen na blootstelling aan staalslakken of breukstenen. Vanadium kwam in dit experiment naar voren als het metaal dat het sterkst uit staalslakken uitloopt en het best opgenomen wordt door biota en nikkel in het geval van breukstenen. Voor deze beide metalen (vanadium en nikkel) zijn geen verhoogde gehalten aangetroffen bij stortlocaties in het veld.

Op basis van het in 2015 uitgevoerde mesocosm experiment en de (veld)monitoring tot nu toe zijn er geen ecologische effecten van uitloging van zware metalen uit verdedigde vooroevers waargenomen.

## 5.4 Aanbevelingen

### *Hard substraat gemeenschappen*

Ecologische monitoring van verdedigde vooroevers is van belang om kennis op te bouwen over patronen en processen rondom ecologisch herstel van deze activiteiten en de effectiviteit van mitigerende maatregelen gericht op hard substraat soorten, zoals een ecotoplaag in de Oosterschelde. Tevens is deze informatie van essentieel belang om lokaal herstel te kunnen bepalen, aangezien de resultaten aantonen dat verschillen in belangrijke mate bepaald worden door de lokale omstandigheden.

### *Zacht substraat gemeenschappen*

Vervolgmonitoring geeft inzicht in de meer langjarige respons van de infauna gemeenschappen op verstoring. Deze respons kan enkele jaren duren en soorten kunnen zelfs tijdelijk profiteren van nieuw gevormd habitat zoals we zien bij de Zeelandbrug waar soortenrijkdom en dichtheden in sommige jaren hoger zijn vergeleken met de T0-situatie en de oude bodem. Zes jaar na bestorten in 2015 wordt een overeenkomstige gemeenschap aangetroffen als voor bestorten, echter met een hogere soortenrijkdom. Continuering van de monitoring leert ons of de infauna gemeenschap nog steeds in ontwikkeling is na verstoring, of dat de jaarlijkse variatie is toe te schrijven aan populatie dynamica/omgevingsfactoren. In het bijzonder vervolg van de monitoring bij locatie Zeelandbrug is waardevol omdat hier een continue tijdreeks is opgebouwd van zeven jaar (2009-2015). Resultaten laten zien dat er jaarlijkse fluctuaties zijn en dat soortenrijkdom en dichtheden over het algemeen hoger liggen dan op nabij gelegen referentielocatie Zuidbout. In 2015 is er een uniforme gemeenschap ontstaan die op gemeenschapsniveau hetzelfde is als 2011-2014 maar op soortsniveau verschuivingen vertoont ten opzichte van voorgaande jaren. Of dit een gevolg is van de autonome ontwikkelingen binnen de zacht substraat gemeenschappen in de Oosterschelde, ontwikkeling van langjarige soorten, of van het meer uniform worden van de bodemsedimenten moet uit vervolgonderzoek blijken. Een diepergaande analyse op soort niveau met focus op aanwezigheid van pionier soorten en langjarige soorten over de jaren geeft informatie over de 'volwassenheid' van de gemeenschap.

### *Zware metalen*

Het blijft wel verstandig een 'vinger aan de pols' te houden voor de Cluster 1 en 2 locaties om trends in de Oosterschelde te blijven volgen in relatie tot de vooroeververdediging. Hierbij zou de focus moeten liggen op de metalen vanadium en nikkel, omdat op basis van mesocosm studie voor deze metalen de sterkste uitloging en ophoping in biota verwacht wordt.

Van de Cluster 3 locaties, meer naar het oosten gelegen in de Oosterschelde, is veel minder bekend qua gehalten aan metalen in biota. Daarnaast is aan de oostelijke zijde de invloed van het getij geringer en wordt verondersteld dat de verblijftijden het grootst zijn van de Oosterschelde. Door zowel vooraf als kort na de oeverbestortingen monsters van water en biota te nemen is uitloging wellicht meetbaar. Bij afwezigheid van biota zo kort na bestorten kan als alternatief actieve biologische monitoring uitgevoerd worden waarbij soorten elders verzameld worden en vervolgens uitgehangen worden op de onderzoeklocatie voor enkele weken.

Een grote mate van verversing en watermengingen gedurende een getijde cyclus maakt het lastig dan wel onmogelijk referentielocaties aan te wijzen die zeker niet beïnvloed worden door de oeverbestortingen. Het is de verwachting dat geschiktste locaties zich stroomopwaarts bevinden. Modelstudies naar de waterstroming in de Oosterschelde kan hier mogelijk inzicht in verschaffen. Om variatie die niet veroorzaakt wordt door bestorting te minimaliseren wordt tevens aanbevolen om, wanneer mogelijk, nieuwe bemonsteringen in hetzelfde seizoen te laten plaatsvinden als voorgaande bemonsteringen en daarbij individuen van eenzelfde lengte te bemonsteren.

---

## 6 Kwaliteitsborging

Wageningen Marine Research beschikt over een ISO 9001:2008 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem (certificaatnummer: 187378-2015-AQ-NLD-RvA). Dit certificaat is geldig tot 15 september 2018. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV Certification B.V.

Het chemisch laboratorium te IJmuiden beschikt over een NEN-EN-ISO/IEC 17025:2005 accreditatie voor testlaboratoria met nummer L097. Deze accreditatie is geldig tot 1 april 2017 en is voor het eerst verleend op 27 maart 1997; deze accreditatie is verleend door de Raad voor Accreditatie. Het chemisch laboratorium heeft hierdoor aangetoond in staat te zijn op technisch bekwaame wijze valide resultaten te leveren en te werken volgens de ISO17025 norm. De scope (L097) met de geaccrediteerde analysemethoden is te vinden op de website van de Raad voor Accreditatie ([www.rva.nl](http://www.rva.nl)).

Op grond van deze accreditatie is het kwaliteitskenmerk Q toegekend aan de resultaten van die componenten die op de scope staan vermeld, mits aan alle kwaliteitseisen is voldaan. Het kwaliteitskenmerk Q staat vermeld in de tabellen met de onderzoeksresultaten. Indien het kwaliteitskenmerk Q niet staat vermeld is de reden hiervan vermeld.

De kwaliteit van de analysemethoden wordt op verschillende manieren gewaarborgd. De juistheid van de analysemethoden wordt regelmatig getoetst door deelname aan ringonderzoeken waaronder die georganiseerd door QUASIMEME. Indien geen ringonderzoek voorhanden is, wordt een tweede lijnscontrole uitgevoerd. Tevens wordt bij iedere meetserie een eerstelijnscontrole uitgevoerd. Naast de lijnscontroles wordende volgende algemene kwaliteitscontroles uitgevoerd:

- Blanco onderzoek.
- Terugvinding (recovery).
- Interne standaard voor borging opwerkmethode.
- Injectie standard.
- Gevoeligheid.

Bovenstaande controles staan beschreven in Wageningen Marine Research werkvoorschrift *ISW 2.10.2.105*.

Indien gewenst kunnen gegevens met betrekking tot de prestatiekenmerken van de analysemethoden bij het chemisch laboratorium worden opgevraagd.

Indien sprake is van onbeheerste kwaliteit worden passende maatregelen genomen.

---

# Referenties

- Abdul Jaffar ali, H., Tamilselvi, M., Akram, A.S., Kaleem Arshan, M.L., Sivakumar, V. Comparative study on bioremediation of heavy metals by solitary ascidian, *Phallusia nigra*, between Thoothukudi and Vizhinjam ports of India (2015). *Ecotoxicology and Environmental Safety*, in Press.
- Canli, M., & Furness, R. W. (1993). Toxicity of heavy metals dissolved in sea water and influences of sex and size on metal accumulation and tissue distribution in the Norway lobster *Nephrops norvegicus*. *Marine environmental research*, 36(4), 217-236.
- De Kluijver, M.J.; Dubbeldam, M.C.; Dooge, M. & Van Broekhoven, B.J.L. (2015, in prep). De effecten van de versterking van de vooroever op hard substraat gemeenschappen, situatie 2014. Stichting Zeeschelp, Jacobahaven.
- De Wilde, P.G.M., A.F. Peekel, S.E.J. Buykx (2002). Monitoring milieuhygiënische kwaliteit van bouwstoffen. RIVM-rapport 771402028/2002.
- De Wijs, J.W.M., R.F.M.J. Cleven (2007). Monitoring kwaliteit bouwstoffen 2006; een vergelijking met de monitoringsdata 2003/2004 en 2005. RIVM-rapport 711701062/2007. INTRON-rapport A825210/R20070220.
- EC (2006). VERORDENING (EG) Nr. 1881/2006 VAN DE COMMISSIE van 19 december 2006 tot vaststelling van de maximumgehalten aan bepaalde verontreinigingen in levensmiddelen. P 20.
- EC (2008). Richtlijn 2008/105/EG van het Europees parlement en de Raad van 16 december 2008 inzake milieukwaliteitsnormen op het gebied van het waterbeleid tot wijziging en vervolgens intrekking van de Richtlijnen 82/176/EEG, 83/513/EEG, 84/156/EEG, 84/491/EEG en 86/280/EEG van de Raad, en tot wijziging van Richtlijn 2000/60/EG.
- EC (2014). Verordening (EU) Nr. 488/2014 van de Commissie van 12 mei 2014 tot wijziging van Verordening (EG) nr. 1881/2006 wat de maximumgehalten voor cadmium in levensmiddelen betreft.
- Engelsma, M.Y., Roozenburg, I., Voorbergen-Laarman M., Haenen, O.L.M (2010) Eerste detectie van oosterherpesvirus OshV-1 in Nederland. *Aquacultuur*, 25: 36-39.
- Glorius, S. T.; Jansen, H.; Van den Heuvel-Greve, M.J.; Tangelder, M. (2015) Gehaltes aan zware metalen in biota op stort- en referentielocaties in de Oosterschelde & Westerschelde. Data rapport 2014. Technischrapport C079/15 IMARES Wageningen UR.
- Glorius, S. T.; Van den Heuvel-Greve, M.J. (2016, in prep.) Gehalte aan zware metalen in biota op stort- en referentielocaties in de Oosterschelde. Technisch rapport.
- Gray, J. S. (2002). Biomagnification in marine systems: the perspective of an ecologist. *Marine Pollution Bulletin*, 45(1), 46-52.
- Intron (2010a). Uitloging LD-staalslak HKM in zeewater; invloed van zeewater op de uitloging. Conceptrapport 12 mei 2010.
- Intron (2010b). Uitloging LD-staalslak Thyssen in zeewater; invloed van zeewater op de uitloging. Conceptrapport 7 mei 2010.
- Intron (2010c). Uitloging LD-staalslak Corus in zeewater; invloed van zeewater op de uitloging. Conceptrapport 7 mei 2010.
- Intron (2010d). Uitloging fosforslak in zeewater; invloed van zeewater op de uitloging. Conceptrapport 7 mei 2010.
- Intron (2010e). Uitloging LD-staalslak Arcelormittal in zeewater; invloed van zeewater op de uitloging. Conceptrapport 7 mei 2010.
- Intron (2010f). Toelatingsonderzoek steenslag in het kader van BRL 9324. Rapport 7 juni 2010.
- Jonkers, D. (1987). Opname van zware metalen uit en kolonisatie van ovenslakken en beton door bentische mariene organismen. *Mariene Zoologie*, Rijksuniversiteit Groningen, 86 pp.
- Kaandorp, J.A., 1986. Rocky substrate communities of the infralittoral fringe of the Boulonnais coast, NW France: a quantitative survey. *Mar. Biol.*, 92: 255-265.
- Kamermans, P., Poelman, M., Engelsma, M. (2013). Oosterherpesvirus: een overzicht. [https://www.wageningenur.nl/upload\\_mm/7/d/f/791725c2-9d64-44c8-ad4a-cb349993268d\\_Factsheet-Oosterherpesvirus-2013.pdf](https://www.wageningenur.nl/upload_mm/7/d/f/791725c2-9d64-44c8-ad4a-cb349993268d_Factsheet-Oosterherpesvirus-2013.pdf)
- Killick, R., Idris A. Eckley, (2014), "Changepoint: An R Package for Changepoint Analysis", *Journal of Statistical Software*, 58(3), 1-19.

- 
- Kovach, W.L., 1999. MVSP - A Multi Variate Statistical Package for Windows, version 3.1. Kovach Computing Services, Pentraeth, Wales, UK.
- Mubiana V.K., Qadah, D., Meys, J., Blust, R., (2005), "Temporal and spatial trends in heavy metal concentrations in marine mussel *Mytilus edulis* from the Western Scheldt estuary (The Netherlands)", *Hydrobiologica*, (540), 169 – 180.
- Mubiana, V.K., Blust, R. (2006), "Metal content of marine mussels from Western Scheldt Estuary and nearby protected Marine Bay, the Netherlands: impact of past and present contamination", *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 77(2): 203-210. OSPAR (2009). Background document on CEMP Assessment Criteria for QSR 2010.
- OSPAR (2009). Background document on CEMP Assessment Criteria for QSR 2010.
- R Development Core Team (2012). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.
- RWS Waterdienst (2009). Brondocument Waterlichaam Westerschelde. Doelen en maatregelen rijkswateren, Ministerie van VenW, Rijkswaterstaat.
- Schellekens, T., Glorius, S., Van den Heuvel-Greve, M.J. (2014) Variatie en trend van de gehalten zware metalen op locatie Zeelandbrug. Data rapport 2013. IMARES Wageningen UR, rapport C055/14.
- Segarra A, Pépin JF, Arzul I, et al. (2010) Detection and description of a particular Ostreid herpesvirus genotype associated with massive mortality outbreaks of Pacific oysters, *Crassostrea gigas*, in France in 2008. *Virus Res* 153:92-99
- Tangelder, M., Brummelhuis, E.B.M. de Kluijver M. & Van den Heuvel-Greve, M.J (2014). Data rapport: Het effect van vooroeververdediging op bodemorganismen in de Oosterschelde: 2013. IMARES Wageningen UR, rapport C119/14.
- Tangelder, M, De Kluijver, M.J., Craeymeersch, J., E.B.M. Brummelhuis, Van den Heuvel-Greve, M.J. (2016, in prep.) Data rapport: Effect van vooroeververdediging op bodemorganismen in de Oosterschelde in 2015. IMARES Wageningen UR, rapport.
- Tangelder, M, De Kluijver, M.J., Brummelhuis, E.B.M., Van den Heuvel-Greve, M.J. (2015) Data rapport: Effect van vooroeververdediging op bodemorganismen in Oosterschelde en Westerschelde in 2014. IMARES Wageningen UR, rapport C116/15.
- Tangelder, M., Schellekens, T., De Kluijver, M. en van den Heuvel-Greve, M (2014). Monitoring vooroeververdediging 2013. IMARES Wageningen UR, rapport C102/14.
- Tangelder, M., M.J. Van den Heuvel-Greve, S.T. Glorius, H. Jansen (2015) Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde en Westerschelde in 2014. IMARES Wageningen UR, rapport C102/15.
- Tomlinson, D. L., Wilson, J. G., Harris, C. R., en Jeffrey, D. W. (1980). Problems in the assessment of heavy-metal levels in estuaries and the formation of a pollution index, *Helgoland Marine Research* (33), pp 566 – 575.
- University of Applied Science (2012). RAAKPRO Voorstel: Building for Nature: innovatie van dijken en vooroevers. Vlissingen. P 42.
- Van den Heuvel-Greve, M.J. (2010). T0 monitoring vooroeververdediging Oosterschelde; cluster 1 - 2009. IMARES Wageningen UR, rapport C137/09.
- Van den Heuvel-Greve, M., A. van den Brink, S. Glorius, C. Schipper, M. de Kluijver, M. Dubbeldam (2011). Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde 2010: T1 Cluster 1/T0 Cluster 2. IMARES Wageningen UR, rapport C029/11.
- Van den Heuvel-Greve, M., A. van den Brink, S. Glorius, C. Schipper, A. Gittenberger, M.J. de Kluijver, M. Dubbeldam (2012). Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde en Westerschelde 2011: T2 Cluster 2. IMARES Wageningen UR, rapport C081/12.
- Van den Heuvel-Greve, M., A. van den Brink, S. Glorius, M.J. de Kluijver, M. Dubbeldam (2013). Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde en Westerschelde 2012: T3 Cluster 1. IMARES Wageningen UR, rapport C102/13.
- Van den Heuvel-Greve, M.; M. Tangelder; T. Ysebaert; M de Kluijver (2016) Notitie Kolonisatie van bodemgemeenschappen van zacht substraat in de Oosterschelde en Westerschelde na vooroeververdediging. IMARES Wageningen UR. p. 31

---

# Verantwoording

Rapport C098/16

Projectnummer: 4313100019

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en het verantwoordelijk lid van het managementteam van Wageningen Marine Research.

Akkoord: Edwin van Helmond, MSc  
Onderzoeker

Handtekening:



Datum: 11 oktober 2016

Akkoord: Drs. Jakob Asjes  
MT-lid Integratie

Handtekening:



Datum: 11 oktober 2016



---

# Bijlagen

In de volgende hoofdstukken zijn de volgende bijlagen opgenomen:

- Bijlage 1. Hard substraat: soortensamenstelling eulittorale gemeenschappen in de Oosterschelde
- Bijlage 2. Hard substraat: soortensamenstelling infralittorale gemeenschappen in de Oosterschelde
- Bijlage 3. Hard substraat: soortensamenstelling circalittorale gemeenschappen in de Oosterschelde
- Bijlage 4. Verdeling van de sublitorale levensgemeenschappen op hard substraat
- Bijlage 5. Soortensamenstelling infauna gemeenschappen Oosterschelde
- Bijlage 6. Ruwe data sedimentvallen
- Bijlage 7. Ruwe data zware metalen
- Bijlage 8. Relevante figuren van het mesocosm experiment 2015

# Bijlage 1. Hard substraat: soortensamenstelling eulittorale gemeenschappen in de Oosterschelde

Soortensamenstelling (in % bedekking) van de eulittorale gemeenschappen op Schouwen-Duiveland (2009-2014). Onderstreepte waarden geven per soort een voorkomen van minimaal 90% van de totale kwantiteit binnen de gemeenschappen aan. Afkortingen: An - anemoon, Bi - tweekleppige, Br - bryozoo, BW - bruinwier, Cr - kreeftachtige, Ech - stekelhuidige, Ga - slak, GW - groenwier, Hy - hydroid, In - insect, Li - korstmoss, Po - polychaet, RW - roodwier, Sp - spons en Tu - zakpijp.

		1-ld-Bld	1-ld-Bld	1-ld-cir	1-ld-Ls	2-ld-Fsp	2-Met	2-ld-c/c	2-ld-c/c	2-Fv-c/c	2-rw-mF	3-Fv/s-c	3-Axor-mF	3-Fv-rw	3-Fs-c/c
Xanthoria spec.	Li	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Porphyra spec.	RW	0,8	-	0,5	-	1,0	-	0,0	-	0,2	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2
Patella vulgata	Ga	0,0	-	0,0	-	0,1	-	1,8	-	0,4	1,2	0,3	0,8	1,1	0,7
Enteromorpha spec.	GW	0,2	-	0,0	-	4,8	-	1,2	-	0,1	2,6	2,4	2,8	4,8	1,8
Chondrus crispus	RW	0,0	-	-	-	-	-	0,1	-	-	0,6	0,0	0,2	0,1	1,3
Mytilus edulis	Br	0,0	-	0,0	-	0,3	50,0	0,5	0,5	1,0	0,7	0,7	0,1	0,7	0,2
Ulva spec.	GW	0,1	-	-	-	-	-	0,3	-	0,1	2,1	1,0	1,4	1,2	3,8
Ceramium rubrum	RW	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5
Dysamenia pusilla	Hy	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	0,0	0,1	0,0	0,0	0,6
Electra pilosa	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
Cystoclonium purpureum	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	0,1
Mastocarpus stellatus	RW	-	-	-	-	-	-	0,1	-	0,1	1,6	0,6	1,2	0,9	1,2
Blidingia minima	GW	19,0	7,0	0,0	-	0,2	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	-
Fucus spiralis	BW	15,0	-	0,0	-	19,1	-	0,2	-	-	3,0	3,8	0,0	0,2	-
Littorina saxatilis	Ga	0,3	0,1	0,3	0,5	0,4	-	0,1	0,5	0,1	0,2	0,0	0,1	0,1	0,0
Anarida maritima	In	0,1	-	0,1	-	0,2	-	0,1	-	0,1	0,2	0,1	0,0	0,1	-
Littorina obtusata	Ga	0,0	-	-	-	-	-	0,0	-	0,2	0,1	0,4	0,3	0,2	0,3
Ulothrix spec.	GW	-	0,1	-	-	-	-	0,0	-	-	-	0,0	-	0,1	0,0
Fucus vesiculosus	BW	1,3	-	-	-	0,3	-	1,9	-	44,0	14,2	35,7	29,1	22,3	3,6
Fucus serratus	BW	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	0,4	20,0	11,4	0,5	61,9
Crasospora gigas	Br	0,0	-	0,0	-	1,6	-	4,0	-	3,3	6,4	2,0	5,1	4,2	8,0
Obelia dichotoma	Hy	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	-	-	-
Littorina littorea	Ga	0,0	-	0,0	-	0,6	0,5	1,1	-	0,6	0,5	0,3	0,3	0,2	0,1
Griffithsia fasciculosa	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ascophyllium nodosum	BW	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,3	14,9	0,1	1,7
Cirripedia	Cr	2,0	-	2,0	-	10,3	4,0	28,8	2,0	34,0	14,0	27,0	20,7	25,0	34,3
Actinia equina	An	0,1	-	0,1	-	0,3	-	0,2	-	-	0,2	0,1	0,1	0,1	0,0
Callithamnion tetragonum	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Lanice conchilega	Po	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-
Ceramium deslongchampsii	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	-	0,0	0,1
Polysiphonia violacea	RW	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1
Cladophora albidula	GW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,0	0,0
Chaetomorpha aerea	GW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,0	-
Castellanus okamurae	RW	0,5	-	-	-	0,6	-	0,2	-	0,2	0,0	0,8	1,7	3,2	0,4
Sargassum muticum	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	-	-	0,3
Gelidium pacillum	RW	-	-	-	-	0,1	-	1,7	-	-	14,1	0,2	0,1	0,1	0,0
El-Phymatolithon lenormandii	RW	-	-	-	-	-	-	0,1	-	0,0	0,4	0,2	0,0	0,1	0,2
Syela clava	Tu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,0	0,0
Didemnum vexillum	Tu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,1	-
Heterosiphonia japonica	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	-	0,1	-
Spirobridae	Po	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	-
Tricellaria inopinata	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	0,0	-
Sycon ciliatum	Sp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-
Antithamnion plumula	RW	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	0,0	-
Bryopsis hypnoides	GW	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,0	-	-	-	-
Corella eumyota	Tu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	0,0
Hypoglossum hypoglossoides	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Polysiphonia nigrescens	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,2	-
Decyssia dichotoma	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,0	-	0,0	0,0	-
Udalaria pinnatifida	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	0,0
Nitophyllum punctatum	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-
Sarsia tubulosa	Hy	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-
Polysiphonia nigra	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-
Bowerbankia imbricata	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-
Griffithsia devoniensis	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-
Leucosolenia variabilis	Sp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cryptosula pallasiata	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Crepidula fornicata	Ga	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	-
Metridium senile	An	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	0,0
Colpomenia peregrina	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Aplidium glabrum	Tu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	0,0
Alcionidium gelatinosum	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	0,0
Halichondria panicea	Sp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	-
Acidella asperata	Tu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Diplosoma listerianum	Tu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Botrylloides violacea	Tu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dasya baillouviana	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Laomedea flexuosa	Hy	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Botryllus schlosseri	Tu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cladophora sericea	GW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Callithamnion byssoides	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Nucella lapillus	Ga	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sargatia troglodytes	An	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	0,0	0,0	-	0,0	0,0
Damoniu comorta	RW	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-
El-Ralfia verrucosa	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	-	-	-
Goniataria spec.	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-
Elachistia spec.	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-
El-Hildenbrandia rubra	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-
Cladophora rupestris	GW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-
Conopeum reticulatum	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-
Diadumene luciae	An	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-
Scytosiphon lomentaria	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-
Polysiphonia senticulosa	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Flustrellidra hispida	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Chondria coarulescens	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Diadumene cincta	Tu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Sphaelaria forcigera	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Obelia geniculata	Hy	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Sargatia elegans	An	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Sphaelaria rigulata	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Ceramium spec (boom)	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	-	-
Fucus juvenis	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ectocarpales	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	0,0
Clytia hemisphaerica	Hy	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
index		1,160	0,215	0,763	0,000	1,974	0,523	1,414	1,252	1,223	1,998	1,788	1,889	1,779	1,753
evenness		0,540	0,215	0,581	0,000	0,660	0,262	0,516	0,790	0,488	0,606	0,560	0,588	0,576	0,533
gemiddeld aantal soorten		4,6	1,5	2,1	1,0	8,3	4,0	6,5	3,0	5,8	9,9	9,2	9,4	8,7	10,1
aantal kwadranten		106	4	161	22	14	1	160	1	116	73	627	255	228	157
% talud		100	100	95	100	100	0	36	100	9	49	39	9	26	3
% kreukelberr		0	0	5	0	0	100	64	0	91	51	61	91	74	97
totaal aantal soorten		17	3	12	1	16	4	26	3	18	35	52	40	42	62

(vervolg).

	4-Fsp/gw	4-mf/bld	4-mf-ani	4-bd-Fv/gw	4-bd-Fv/gw	4-Fv/gw	4-gw-Fv	4-mf-rw	4-Fv-rw	5-pio-1	5-pio-3	5-pio-4	5-pio-6	5-pio-7	5-pio-8	5-pio-9
<i>Xanthoria spec.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Porphyra spec.</i>	0,7	0,4	0,1	0,2	0,0	-	0,0	0,1	-	2,9	1,8	8,2	-	0,6	-	0,2
<i>Patella vulgata</i>	0,2	0,1	0,1	0,0	-	-	0,3	0,6	-	0,5	0,0	-	-	-	-	-
<i>Enteromorpha spec.</i>	12,9	1,1	16,1	19,8	35,4	16,4	10,7	14,0	-	11,9	28,3	32,8	8,0	27,0	10,0	12,8
<i>Chondrus crispus</i>	-	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mytilus edulis</i>	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	-	0,1	0,3	-	0,0	0,0	-	-	-	-	-
<i>Ulva spec.</i>	0,3	0,0	1,5	1,5	3,7	-	0,1	1,6	3,0	0,5	-	6,7	4,0	22,0	6,0	27,4
<i>Ceramium rubrum</i>	-	-	0,0	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,1	-	1,5
<i>Dynamena pumila</i>	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-	0,0
<i>Electra pilosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	0,0
<i>Cystoclonium purpureum</i>	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mastocarpus stellatus</i>	-	-	0,0	-	0,0	-	0,0	0,2	1,0	-	-	-	-	0,1	-	-
<i>Blidingia minima</i>	2,0	5,3	0,2	-	-	9,9	0,3	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Fucus spiralis</i>	42,3	28,7	19,6	0,2	0,5	-	0,1	32,9	-	-	0,0	-	-	-	-	-
<i>Littorina saxatilis</i>	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,4	0,2	0,2	0,1	0,0	-	-	-	-
<i>Anarida maritima</i>	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,4	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Littorina obtusata</i>	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	-	-	0,2	0,5	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ulothrix spec.</i>	-	-	0,1	-	-	-	-	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Fucus vesiculosus</i>	1,7	33,0	37,0	41,8	26,7	28,3	8,8	13,0	60,0	0,8	0,8	9,6	-	4,6	-	2,7
<i>Fucus serratus</i>	-	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	1,0	-	-	-	-	-	1,2	-	1,5
<i>Crassostrea gigas</i>	0,1	0,4	0,6	1,2	-	1,7	0,6	0,6	-	-	-	0,2	-	0,3	1,0	0,2
<i>Obelia dichotoma</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Littorina littorea</i>	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,2	0,1	0,2	0,5	0,8	0,2	0,1	0,5	-	-	-
<i>Griffithsia flosculosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ascophyllum nodosum</i>	0,1	0,0	0,7	0,0	0,1	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Carpedia</i>	8,2	15,6	12,3	14,0	3,1	4,2	7,9	7,9	4,0	27,0	5,8	12,5	0,5	1,9	-	9,3
<i>Actinia equina</i>	0,2	0,1	0,0	0,0	-	-	0,4	0,3	-	-	-	-	-	-	-	0,0
<i>Callithamnion tetragonum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lanice conchilega</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ceramium deslongchampsii</i>	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3
<i>Polysiphonia violacea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13,6
<i>Cladophora albidia</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chaetomorpha aerea</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Caulacanthus okamurae</i>	0,8	0,1	0,5	0,0	0,3	-	2,8	13,3	80,0	-	-	0,0	-	-	-	0,4
<i>Sargassum muticum</i>	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6
<i>Gelidium pusillum</i>	0,3	0,1	0,0	-	-	-	0,3	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>EL-Phymatolithon lenormandii</i>	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Styela clava</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
<i>Didemnum vexillum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1
<i>Heterosiphonia japonica</i>	-	-	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2
<i>Spirobridae</i>	-	0,0	-	0,0	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
<i>Tricellaria inopinata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
<i>Sycon ciliatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
<i>Anthamion plumula</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,1	-	0,2
<i>Bryopsis hypnoides</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Corella eumyota</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1
<i>Polysiphonia nigrescens</i>	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,8
<i>Dictyota dichotoma</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2
<i>Undaria pinnatifida</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nitophyllum punctatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sarsia tubulosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Polysiphonia nigra</i>	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
<i>Bowerbankia imbricata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Griffithsia devoniensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Leucosolenia variabilis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cryptosula pallasiana</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Crepidula fornicata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Metridium senile</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Colpomenia peregrina</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Aplidium glabrum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Alcyonidium gelatinosum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
<i>Halichondria panicea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
<i>Ascidella aspersa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Diplosoma listerianum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Botrylloides violacea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dasya bailloniana</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Laomedea flexuosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Botryllus schlosseri</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cladophora sericea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
<i>Callithamnion byssoides</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nucella lapillus</i>	-	-	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sargatia troglodytes</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Damonita contorta</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>EL-Ralfsia verrucosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gracilaria spec.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Elachista spec.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>EL-Hildenbrandia rubra</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cladophora rupestris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Conopeum reticulatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Diadumene luciae</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Scytosiphon lomentaria</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Polysiphonia senticulosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Flastrellidra hispida</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chondria coeulescens</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Diadumene cincta</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sphacelaria furcigera</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Obelia geniculata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sargatia elegans</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sphacelaria rigidula</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ceramium spec (boom)</i>	-	-	-	-	-	-	-	1,5	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Fucus juveniel</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,2	-	-	-	1,2
<i>Ectocarpales</i>	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,0	-	0,1
<i>Clytia hemisphaerica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
index	1,166	1,295	1,560	1,369	1,177	1,649	1,817	2,025	1,395	1,177	0,974	1,654	1,316	1,983	1,221	1,982
evenness	0,508	0,549	0,597	0,533	0,591	0,696	0,663	0,615	0,465	0,453	0,503	0,686	0,658	0,722	0,770	0,648
genskdeld aantal soorten	5,3	5,6	6,5	6,1	4,3	5,3	6,9	9,9	8,0	5,9	3,6	5,4	4,0	7,0	3,0	8,6
aantal kwadranten	110	174	180	120	44	9	40	83	1	12	28	65	1	5	1	34
% talud	95	82	59	19	48	33	80	99	100	0	57	5	0	80	100	0
% kreukeBerm	5	18	41	81	52	67	20	1	0	100	43	95	100	20	0	100
total aantal soorten	18	22	26	25	17	8	19	26	8	8	10	14	4	11	3	32

(vervolg).

	6-sub-1	6-sub-2	6-sub-3	6-sub-4	6-sub-5	6-sub-7	7-Myr	8-Id-Asco	9-Id-Asc/Pv	10-Fv/Cras	0-sub-rw-1	0-sub-rw-3	0-Ent	0-Pat	0-Por	0-Xan
<i>Xanthoria spec.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,1
<i>Porphyra spec.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	0,5	-
<i>Patella vulgata</i>	0,5	0,0	-	0,0	-	2,4	0,2	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-
<i>Enteromorpha spec.</i>	1,5	-	-	0,4	-	2,5	1,7	-	3,8	-	-	-	40,5	-	-	-
<i>Chondrus crispus</i>	1,0	0,3	2,6	0,0	-	15,0	1,7	-	-	0,5	30,0	-	-	-	-	-
<i>Mytilus edulis</i>	-	0,1	-	0,0	-	-	2,3	-	0,0	-	20,0	-	-	-	-	-
<i>Ulva spec.</i>	-	10,1	9,4	14,2	4,0	6,5	-	-	3,1	-	6,0	10,0	-	-	-	-
<i>Ceramium rubrum</i>	-	0,0	3,6	0,5	1,0	-	0,3	-	-	-	-	1,0	-	-	-	-
<i>Dynamena pumila</i>	0,3	0,0	0,6	0,0	-	0,1	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-
<i>Electra pilosa</i>	0,8	0,1	1,0	0,2	-	0,1	0,2	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-
<i>Cystoclonium purpureum</i>	-	0,4	3,5	1,7	-	0,4	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-
<i>Mastocarpus stellatus</i>	0,5	0,5	0,3	0,0	-	0,4	0,2	-	0,0	-	4,0	-	-	-	-	-
<i>Blidingia minima</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Fucus spiralis</i>	-	-	-	-	-	-	-	1,8	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Littorina saxatilis</i>	-	-	0,1	-	-	-	0,3	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Anurida maritima</i>	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Littorina obtusata</i>	-	0,0	-	0,1	0,5	0,4	-	0,2	-	0,5	-	-	-	-	-	-
<i>Ullothrix spec.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Fucus vesiculosus</i>	-	-	0,9	11,2	-	-	0,7	14,8	31,2	80,0	-	-	-	-	-	-
<i>Fucus serratus</i>	75,0	38,3	33,1	22,2	80,0	0,3	1,0	1,0	-	20,0	-	-	-	-	-	-
<i>Crassostrea gigas</i>	6,5	10,3	5,0	2,0	-	8,0	0,2	0,4	0,0	4,0	-	-	-	-	-	-
<i>Obelia dichotoma</i>	-	-	0,0	-	-	-	0,2	-	-	1,0	-	-	-	-	-	-
<i>Littorina littorea</i>	-	0,0	0,0	0,0	0,5	0,3	1,2	0,1	-	0,5	-	-	-	-	-	-
<i>Griffithsia foscusola</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ascophyllum nodosum</i>	0,3	0,8	0,9	0,1	-	-	-	60,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cirripedia</i>	35,0	5,0	42,4	7,5	50,0	44,0	3,0	12,7	6,5	-	-	-	-	-	-	-
<i>Actinia equina</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,6	0,0	-	-	-	-	-	-	-
<i>Callithamnion tetragonum</i>	-	-	-	0,0	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lanice conchilega</i>	-	-	-	-	-	-	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ceramium deslongchampsii</i>	-	0,0	-	0,0	-	2,3	1,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Polysiphonia violacea</i>	-	0,2	0,2	0,8	1,0	0,6	1,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cladophora albida</i>	-	-	-	-	-	0,1	6,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chaetomorpha aerea</i>	-	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Caulacanthus okamurae</i>	-	0,3	-	-	-	7,4	1,3	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sargassum muticum</i>	-	1,7	3,0	1,2	-	1,4	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gelidium pusillum</i>	-	-	-	-	-	0,6	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>El-Phymatolithon lenomandii</i>	0,3	-	-	-	-	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Styela clava</i>	-	0,1	0,1	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Didemnum vexillum</i>	-	0,5	0,2	0,3	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Heterosiphonia japonica</i>	0,3	3,1	1,9	1,3	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Spirobidae</i>	0,3	0,3	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tricellaria inopinata</i>	0,5	0,0	0,2	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sycon ciliatum</i>	-	0,1	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Antithamnion plumula</i>	-	0,0	0,2	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bryopsis hypnoides</i>	-	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Corella eumyota</i>	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>	-	-	0,1	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Polysiphonia nigrescens</i>	-	2,1	2,8	2,0	1,0	3,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dicryota dichotoma</i>	0,3	0,6	0,7	0,8	-	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Undaria pinnatifida</i>	-	-	1,3	-	-	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nitophyllum punctatum</i>	-	0,0	-	0,0	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sarsia tubulosa</i>	-	0,0	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Polysiphonia nigra</i>	-	0,0	0,3	0,4	0,5	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bowerbankia imbricata</i>	-	0,0	0,0	0,0	0,5	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Griffithsia devoniensis</i>	-	-	-	-	-	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Leucosolenia variabilis</i>	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cryptosula pallasiana</i>	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Crepidula fornicata</i>	0,8	0,2	0,2	0,0	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Metridium senile</i>	0,5	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Colpomenia peregrina</i>	1,0	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Apilidium glabrum</i>	1,0	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Alcyonidium gelatinosum</i>	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Halicondria panicea</i>	-	0,3	0,3	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ascidia aspersa</i>	-	0,1	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Diplosoma listerianum</i>	-	0,1	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Botrylloides violacea</i>	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dasys baillouiana</i>	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Laomedea flexuosa</i>	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Botryllus schlosseri</i>	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cladophora sericea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Callithamnion byssoides</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nucella lapillus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sargatia troglodytes</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Damontia contorta</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>El-Ralfsia verrucosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gracilaria spec.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Elachista spec.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>El-Hildenbrandia rubra</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cladophora rupestris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Conopeum reticulum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Diadumene luciae</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Scytosiphon lomentaria</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Polysiphonia senticulosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Flustrellidra hispida</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chondria coarulescens</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Diadumene cincta</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sphacelaria furcigera</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Obelia geniculata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sargatia elegans</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sphacelaria rigidula</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ceramium spec (boom)</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Fucus juvenel</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ectocarpales</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Clytia hemisphaerica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
index	1,682	2,059	2,426	2,153	1,465	2,704	2,945	1,306	0,940	1,075	1,201	1,720	0,000	0,000	0,000	0,000
evenness	0,444	0,614	0,628	0,679	0,409	0,678	0,849	0,477	0,641	0,416	0,758	0,613	0,000	0,000	0,000	0,000
gemiddeld aantal soorten	14,0	10,4	14,5	9,5	12,0	16,2	11,3	6,4	3,1	6,0	3,0	7,0	1,0	1,0	1,0	1,0
aantal kwadranten	2	40	11	60	1	5	3	5	21	1	1	1	8	1	1	68
% tahd	0	0	0	0	0	0	67	80	67	100	0	0	100	100	100	100
% kruiselbem	100	100	100	100	100	100	33	20	33	0	100	100	0	0	0	0
toaal aantal soorten	19	41	37	38	12	33	20	14	14	6	3	7	1	1	1	1

## Bijlage 2. Hard substraat: soortensamenstelling infralittorale gemeenschappen Oosterschelde

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

		11a	11b	12a1	13a1	13a2	13a3	13a5	14b	15-diep1	15-diep2
<i>Crassostrea gigas</i>	Bi	<b>33.3</b>	-	<b>66.7</b>	<b>62.2</b>	<b>39.8</b>	<b>70.4</b>	23,8	-	<b>91.7</b>	0,1
<i>Ceramium rubrum</i>	RW	<b>20.1</b>	<b>10.7</b>	<b>11.7</b>	0,3	<b>1.8</b>	<b>2.2</b>	1,9	-	-	-
<i>Polysiphonia nigrescens</i>	RW	<b>18.4</b>	<b>10.2</b>	<b>15.3</b>	0,1	<b>0.7</b>	<b>2.7</b>	<b>3.1</b>	<b>6.7</b>	2,0	<b>0.5</b>
<i>Ulva spec.</i>	GW	<b>5.9</b>	<b>13.3</b>	<b>3.7</b>	<b>1.5</b>	<b>2.4</b>	<b>2.7</b>	<b>4.0</b>	-	-	-
<i>Polysiphonia violacea</i>	RW	<b>2.8</b>	<b>2.8</b>	<b>0.9</b>	<b>1.2</b>	<b>0.3</b>	<b>3.9</b>	<b>2.8</b>	<b>5.3</b>	0,2	0,1
<i>Laminaria saccharina</i>	BW	<b>0.2</b>	<b>0.0</b>	-	-	-	<b>0.3</b>	0,0	<b>0.1</b>	-	-
<i>Obelia dichotoma</i>	Hy	<b>0.2</b>	<b>0.2</b>	-	<b>0.3</b>	<b>0.2</b>	0,1	<b>0.2</b>	<b>0.2</b>	-	<b>0.4</b>
<i>Clytia hemisphaerica</i>	Hy	<b>0.1</b>	<b>0.7</b>	<b>0.4</b>	0,1	<b>0.2</b>	0,1	<b>0.2</b>	<b>0.2</b>	<b>0.2</b>	<b>0.4</b>
<i>Enteromorpha prolifera</i>	GW	<b>0.1</b>	<b>0.4</b>	<b>0.2</b>	-	<b>0.1</b>	0,0	0,0	<b>0.1</b>	-	-
<i>Sagartia troglodytes</i>	An	<b>0.0</b>	<b>0.2</b>	<b>0.2</b>	<b>0.1</b>	0,0	-	<b>0.0</b>	-	-	-
<i>Chondrus crispus</i>	RW	<b>3.1</b>	-	0,1	<b>0.6</b>	-	0,2	<b>0.5</b>	-	-	-
<i>Electra pilosa</i>	Br	<b>1.8</b>	<b>0.4</b>	<b>2.4</b>	0,1	<b>0.4</b>	<b>0.7</b>	<b>0.7</b>	0,2	-	-
<i>Polysiphonia nigra</i>	RW	<b>0.9</b>	<b>1.2</b>	-	0,1	0,1	<b>0.6</b>	0,1	<b>0.4</b>	-	<b>0.2</b>
<i>Phyllophora pseudoceranoides</i>	RW	<b>0.4</b>	-	<b>0.2</b>	-	-	-	<b>0.1</b>	-	-	-
<i>Ectocarpus spec.</i>	BW	<b>0.4</b>	0,1	-	<b>0.9</b>	<b>1.1</b>	0,0	0,0	-	-	-
<i>Fucus serratus</i>	BW	<b>0.4</b>	-	<b>0.2</b>	-	-	0,0	-	-	-	-
<i>Sargassum muticum</i>	BW	<b>0.3</b>	<b>0.5</b>	<b>0.4</b>	<b>1.3</b>	0,3	<b>1.1</b>	<b>3.0</b>	0,2	-	-
<i>Cladophora sericea</i>	GW	<b>0.2</b>	<b>0.0</b>	<b>0.3</b>	-	0,0	-	-	-	-	-
<i>Mytilus edulis</i>	Bi	<b>0.1</b>	0,1	<b>0.1</b>	0,1	<b>0.1</b>	<b>0.3</b>	<b>0.8</b>	-	-	-
<i>Bryopsis hypnoides</i>	GW	<b>0.1</b>	-	<b>0.1</b>	<b>0.5</b>	<b>0.1</b>	0,0	-	-	-	-
<i>Scypha ciliata</i>	Sp	<b>0.1</b>	-	-	<b>0.0</b>	<b>0.1</b>	-	0,0	-	-	<b>0.2</b>
<i>Obelia geniculata</i>	Hy	<b>0.1</b>	-	<b>0.1</b>	-	-	-	0,0	-	-	-
<i>Sphacelaria plumigera</i>	BW	<b>0.0</b>	-	<b>0.2</b>	-	-	-	0,0	-	-	-
<i>Pedicellina cernua</i>	En	<b>0.0</b>	-	-	-	<b>0.0</b>	-	0,0	<b>0.1</b>	-	-
<i>Ciona celata</i>	Sp	<b>0.0</b>	-	<b>0.2</b>	-	-	-	<b>0.0</b>	-	-	-
<i>Verruca stroemia</i>	Cr	<b>0.0</b>	-	<b>0.2</b>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hymeniacion perlevis</i>	Sp	<b>0.0</b>	-	-	<b>0.1</b>	<b>0.1</b>	-	0,0	-	-	-
<i>Chaetomorpha aerea</i>	GW	<b>0.0</b>	-	-	-	-	-	<b>0.0</b>	-	-	-
Spirobidae	Po	<b>0.0</b>	-	-	-	-	0,0	<b>0.1</b>	-	<b>0.1</b>	-
<i>Sarsia tubulosa</i>	Hy	<b>0.0</b>	-	-	<b>0.1</b>	<b>0.1</b>	<b>0.0</b>	0,0	-	-	-
zèepokken	Cr	0,8	<b>20.8</b>	<b>0.4</b>	<b>18.7</b>	<b>5.2</b>	<b>1.6</b>	<b>2.5</b>	0,1	<b>0.9</b>	-
<i>Heterosiphonia japonica</i>	RW	0,1	<b>9.8</b>	<b>2.0</b>	<b>8.5</b>	<b>12.1</b>	<b>19.7</b>	<b>20.6</b>	<b>7.7</b>	<b>16.5</b>	<b>6.4</b>
<i>Ciona intestinalis</i>	Tu	-	<b>4.0</b>	0,2	0,2	0,2	<b>0.5</b>	<b>0.4</b>	-	<b>0.9</b>	<b>2.1</b>
BL.Sargassum muticum	BW	0,7	<b>2.1</b>	0,2	<b>1.6</b>	<b>2.6</b>	<b>1.2</b>	<b>5.8</b>	-	-	-
<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>	RW	0,5	<b>1.1</b>	<b>3.4</b>	<b>1.5</b>	<b>5.3</b>	<b>1.9</b>	<b>1.1</b>	0,5	<b>1.0</b>	<b>0.2</b>
<i>Cystoclonium purpureum</i>	RW	0,3	<b>0.6</b>	0,2	-	0,0	<b>2.5</b>	<b>2.0</b>	0,1	-	<b>1.0</b>
<i>Chondria dasyphylla</i>	RW	-	<b>0.4</b>	-	-	-	-	<b>0.8</b>	-	-	-
<i>Asciidiella aspersa</i>	Tu	-	<b>0.3</b>	-	<b>0.3</b>	<b>0.4</b>	0,1	<b>0.4</b>	-	<b>0.6</b>	<b>2.8</b>
<i>Lomentaria clavellosa</i>	RW	-	<b>0.3</b>	-	-	<b>0.1</b>	-	<b>0.1</b>	-	-	-
<i>Ceramium deslongchampsii</i>	RW	0,2	<b>0.3</b>	<b>0.6</b>	<b>0.3</b>	<b>1.7</b>	<b>1.6</b>	0,1	0,2	<b>0.4</b>	<b>0.5</b>
<i>Obelia bidentata</i>	Hy	-	<b>0.3</b>	-	-	-	0,1	0,0	-	<b>3.9</b>	0,2
<i>Griffithsia devoniensis</i>	RW	-	<b>0.2</b>	-	0,0	-	<b>0.3</b>	<b>0.2</b>	<b>1.1</b>	0,2	-
<i>Bugula plumosa</i>	Br	-	<b>0.1</b>	-	0,0	0,0	0,1	<b>0.2</b>	<b>2.5</b>	0,1	<b>0.4</b>
<i>Gracilaria gracilis</i>	RW	-	<b>0.0</b>	-	-	-	-	<b>0.3</b>	-	-	-
<i>Eudendrium ramosum</i>	Hy	-	<b>0.0</b>	-	-	-	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	-	-	-
<i>Enteromorpha compressa</i>	GW	<b>0.1</b>	<b>0.1</b>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Porphyra spec.</i>	RW	<b>0.2</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Opercularella lacerata</i>	Hy	<b>0.0</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Calycella syringa</i>	Hy	<b>0.0</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Codium fragile</i>	GW	<b>0.0</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chaetomorpha melagonium</i>	GW	<b>0.0</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Enteromorpha linza</i>	GW	0,1	<b>2.4</b>	-	0,0	0,1	0,1	0,0	-	-	-
<i>Sagartia elegans</i>	An	-	<b>0.0</b>	-	-	-	-	-	-	-	-

(vervolg).

		I1a	I1b	I2a1	I3a1	I3a2	I3a3	I3a5	I4b	I5-diep1	I5-diep2
<i>Diplosoma listerianum</i>	Tu	0,1	-	<b>0,3</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>	<b>2,5</b>	<b>1,0</b>	<b>2,3</b>	<b>6,2</b>	<b>3,2</b>
<i>Halecium halecinum</i>	Hy	-	-	-	-	-	0,3	<b>0,3</b>	<b>1,3</b>	1,7	<b>2,3</b>
<i>Callithamnion tetragonum</i>	RW	-	-	-	0,1	0,2	<b>2,9</b>	<b>1,2</b>	-	0,4	<b>1,1</b>
<i>Botrylloides violacea</i>	Tu	-	-	-	<b>4,2</b>	<b>1,7</b>	0,0	0,3	-	-	<b>0,9</b>
kokerbouwende organismen	Po/Cr	0,1	<b>0,3</b>	<b>0,7</b>	<b>0,3</b>	<b>5,3</b>	<b>0,9</b>	<b>0,9</b>	<b>0,8</b>	<b>0,6</b>	<b>0,4</b>
<i>Styela clava</i>	Tu	-	-	0,2	<b>1,0</b>	<b>1,5</b>	<b>0,4</b>	<b>0,4</b>	-	1,0	<b>0,4</b>
<i>Didemnum vexillum</i>	Tu	-	0,0	0,2	<b>5,7</b>	<b>4,0</b>	<b>1,6</b>	<b>2,1</b>	0,1	<b>4,7</b>	<b>0,5</b>
<i>Nitophyllum punctatum</i>	RW	-	-	-	-	0,2	<b>1,6</b>	<b>0,6</b>	<b>1,3</b>	<b>0,9</b>	-
<i>Callithamnion byssoides</i>	RW	-	-	-	-	0,0	-	-	-	0,2	-
<i>Metridium senile</i>	An	0,1	-	<b>2,2</b>	<b>0,1</b>	<b>0,2</b>	0,1	0,0	-	0,2	-
<i>Aplidium glabrum</i>	Tu	-	-	-	<b>0,3</b>	0,0	-	<b>0,1</b>	-	0,2	-
<i>Mycale micracanthoxea</i>	Sp	-	-	-	<b>0,1</b>	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>	0,0	-	-	<b>0,3</b>
<i>Halichondria bowerbanki</i>	Sp	-	-	-	-	-	<b>0,1</b>	0,0	<b>0,4</b>	-	<b>0,3</b>
<i>Leucosolenia variabilis</i>	Sp	-	-	<b>0,1</b>	0,0	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	-	<b>0,2</b>
<i>Bowerbankia spec.</i>	Br	-	-	<b>0,3</b>	0,0	<b>0,0</b>	-	0,0	-	-	<b>0,1</b>
<i>Lanice conchilega</i>	Po	-	-	-	-	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	-	-	<b>0,1</b>
<i>Scrupocellaria scruposa</i>	Br	-	-	0,1	-	0,0	0,1	0,2	0,5	0,2	<b>10,2</b>
<i>Bicellariella ciliata</i>	Br	-	-	-	-	-	0,0	0,0	-	-	<b>0,4</b>
<i>Sertularia cupressina</i>	Hy	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>0,2</b>
KL <i>Conopeum reticulum</i>	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>0,1</b>
<i>Sabella pavonina</i>	Po	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>0,1</b>
KL <i>Fenestrulina cf. delicia</i>	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>0,1</b>
KL <i>Callopora cf. dumerilii</i>	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>0,1</b>
<i>Dictyota dichotoma</i>	BW	-	0,9	0,1	<b>11,8</b>	<b>6,9</b>	<b>13,5</b>	<b>6,6</b>	<b>15,7</b>	0,3	-
<i>Agardhiella subulata</i>	RW	-	-	-	0,5	<b>0,7</b>	<b>1,8</b>	<b>3,1</b>	<b>3,3</b>	-	-
<i>Tricellaria inopinata</i>	Br	-	-	-	0,1	<b>0,2</b>	0,2	<b>1,6</b>	<b>2,0</b>	-	0,1
<i>Antithamnion plumula</i>	RW	0,0	0,1	<b>3,5</b>	<b>0,8</b>	<b>2,0</b>	<b>1,5</b>	<b>0,5</b>	<b>0,9</b>	<b>0,3</b>	<b>0,3</b>
<i>Scruparia ambigua</i>	Br	-	-	-	-	-	-	<b>0,0</b>	<b>0,2</b>	-	-
<i>Halichondria panicea</i>	Sp	0,1	-	0,1	0,0	-	0,0	0,1	<b>3,5</b>	-	-
<i>Anguinea palmata</i>	Br	-	-	-	-	-	-	-	<b>0,2</b>	-	-
BL <i>Undaria pinnatifida</i>	BW	2,3	-	<b>3,4</b>	<b>3,9</b>	<b>15,0</b>	<b>10,5</b>	1,3	-	-	-
<i>Diadumene cincta</i>	An	-	-	<b>0,1</b>	-	<b>0,3</b>	0,0	<b>0,0</b>	-	-	-
<i>Molgula spec.</i>	Tu	-	-	<b>0,1</b>	-	<b>0,0</b>	-	<b>0,0</b>	-	-	-
BL <i>Laminaria saccharina</i>	BW	-	-	<b>0,9</b>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Callopora cf. dumerilii</i>	Br	-	-	<b>0,3</b>	-	-	-	0,0	-	-	-
<i>Undaria pinnatifida</i>	BW	0,3	-	-	<b>0,6</b>	<b>1,9</b>	<b>1,7</b>	<b>0,3</b>	-	-	-
<i>Dasya baillouviana</i>	RW	-	-	-	<b>0,6</b>	<b>0,2</b>	<b>0,1</b>	<b>0,2</b>	-	-	-
<i>Desmarestia viridis</i>	BW	-	-	-	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,2</b>	-	-	-	-
<i>Botryllus schlosseri</i>	Tu	-	-	-	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>	-	-	-	-	-
<i>Conopeum reticulum</i>	Br	-	-	-	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	-	<b>0,0</b>	-	-	-
Codiales (gje fase)	GW	-	-	-	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	-	-	-	-	-
<i>Sagartogeton undatus</i>	An	-	-	-	<b>0,0</b>	-	-	<b>0,0</b>	-	-	-
<i>Polysiphonia senticulosa</i>	RW	-	-	-	<b>0,0</b>	-	-	<b>0,0</b>	-	-	-
<i>Phymatolithon lenormandii</i>	RW	-	-	-	<b>0,0</b>	-	-	<b>0,0</b>	-	-	-
<i>Grateloupia turuturu</i>	RW	-	-	-	<b>6,8</b>	0,3	-	0,0	-	-	-
<i>Diadumene luciae</i>	An	-	-	-	<b>0,0</b>	-	-	-	-	-	-
<i>Laurencia pinnatifida</i>	RW	-	-	-	<b>0,0</b>	-	-	-	-	-	-
<i>Haliclona xena</i>	Sp	-	-	-	<b>0,0</b>	-	-	-	-	-	-
<i>Fenestrulina cf. delicia</i>	Br	-	-	-	-	-	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	-	-	-
<i>Cryptosula pallasiana</i>	Br	-	-	-	-	-	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	-	-	-
<i>Cryptopleura ramosa</i>	RW	-	-	-	-	-	-	<b>0,3</b>	-	-	-
<i>Rhodochorton purpureum</i>	RW	-	-	-	-	-	-	<b>0,1</b>	-	-	-
<i>Bowerbankia citrina</i>	Br	-	-	-	-	-	-	<b>0,0</b>	-	-	-
<i>Smittoidea cf. prolifica</i>	Br	-	-	-	-	-	-	<b>0,0</b>	-	-	-
<i>Celtodoryx girardae</i>	Sp	-	-	-	-	-	-	<b>0,0</b>	-	-	-
<i>Antithamnionella spirographidis</i>	RW	-	-	-	-	-	-	<b>0,0</b>	-	-	-
<i>Ceramium cimbricum</i>	RW	-	-	-	-	-	-	<b>0,0</b>	-	-	-
<i>Caulacanthus okamurae</i>	RW	-	-	-	-	-	-	<b>0,0</b>	-	-	-
<i>Haliclona oculata</i>	Sp	-	-	-	-	-	-	<b>0,0</b>	-	-	-
<i>Dendrodoa grossularia</i>	Tu	-	-	-	-	-	-	<b>0,0</b>	-	-	-
<i>Celleporella hyalina</i>	Br	-	-	-	-	-	-	<b>0,0</b>	-	-	-
<i>Griffithsia flosculosa</i>	RW	-	0,0	-	0,1	<b>1,2</b>	<b>0,7</b>	0,0	-	-	-
<i>Polysiphonia elongata</i>	RW	-	-	-	-	<b>0,0</b>	-	-	-	-	-
<i>Barentsia gracilis</i>	En	-	-	-	-	-	<b>0,0</b>	-	-	-	-
<i>Cladophora rupestris</i>	GW	-	-	-	-	-	<b>0,0</b>	-	-	-	-
<i>Cladostephus spongiosus</i>	BW	-	-	-	-	-	<b>0,0</b>	-	-	-	-
index (base2)		2,438	2,931	2,487	2,652	2,966	2,619	2,936	3,390	1,800	3,471
evenness		0,600	0,696	0,504	0,578	0,616	0,563	0,635	0,751	0,424	0,731
gemiddeld aantal soorten		17,9	18,6	30,5	24,1	28,3	25,6	25,3	23,0	19,0	27,0
kaal		55,3	57,5	23,4	22,0	32,9	18,8	50,5	60,0	13,35	56,7
totaal aantal soorten		50	38	43	59	62	63	90	32	27	36
aantal stations		11	8	2	18	7	18	45	2	2	2



(vervolg)

		M1a	M1b	C1a	C1b1	C1b2	C1b3	C1b4	C1b5	M2	Z2b	M3	C2	C3a	kol-3	kol-2	M5	C4	Mz-1	M5b	kol-1	veen	kol-2b
<i>Diplosoma listerianum</i>	Tu	0.1	<b>0.3</b>	<b>8.9</b>	<b>11.6</b>	<b>12.0</b>	<b>10.5</b>	<b>6.7</b>	<b>3.3</b>	<b>4.0</b>	<b>3.2</b>	<b>0.8</b>	<b>2.7</b>	<b>4.6</b>	<b>15.6</b>	<b>7.8</b>	<b>21.8</b>	<b>4.0</b>	<b>4.7</b>	<b>0.7</b>	<b>0.9</b>	<b>2.4</b>	1.7
<i>Anguinella palmata</i>	Br	0.0	-	-	0.0	-	-	-	-	0.1	-	-	<b>0.8</b>	0.1	0.2	0.0	-	-	<b>4.0</b>	0.0	-	-	-
<i>Tubularia indivisa</i>	Hy	0.0	0.3	<b>5.4</b>	0.0	-	-	<b>4.0</b>	-	<b>0.1</b>	-	-	-	<b>1.1</b>	-	0.1	-	-	<b>0.7</b>	<b>0.4</b>	0.2	-	-
<i>Halictona oculata</i>	Sp	-	-	<b>0.2</b>	<b>0.5</b>	<b>0.2</b>	<b>0.9</b>	<b>0.7</b>	-	-	-	-	0.0	<b>0.2</b>	0.1	0.2	-	-	<b>0.3</b>	-	-	-	-
<i>Aplidium glabrum</i>	Tu	-	-	0.1	-	-	-	-	-	-	0.0	-	<b>0.3</b>	<b>1.5</b>	0.4	0.1	-	-	<b>0.1</b>	-	0.1	-	-
<i>Scypha ciliata</i>	Sp	-	-	<b>0.1</b>	0.0	-	<b>0.1</b>	-	-	<b>0.2</b>	-	<b>0.1</b>	0.0	<b>0.4</b>	<b>0.1</b>	<b>0.2</b>	-	-	<b>0.0</b>	-	0.0	0.0	-
<i>Alcyonium digitatum</i>	An	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>0.1</b>	-	-	-	-	-	<b>0.0</b>	-	-	<b>0.0</b>	-	-	-	-
<i>Sagartogeton undatus</i>	An	-	-	-	0.0	-	-	-	-	<b>0.1</b>	-	-	-	0.0	<b>0.1</b>	-	-	-	<b>0.0</b>	-	-	-	-
<i>Crisia aculeata</i>	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>0.0</b>	-	-	-	-
<i>Heterosiphonia japonica</i>	RW	-	-	-	0.0	0.0	<b>3.6</b>	-	-	-	<b>0.5</b>	-	0.1	0.0	0.3	0.1	-	-	<b>6.7</b>	-	-	0.1	<b>0.3</b>
<i>Eudendrium ramosum</i>	Hy	0.0	0.1	<b>1.7</b>	<b>10.0</b>	<b>4.6</b>	<b>8.2</b>	<b>1.7</b>	<b>4.0</b>	<b>1.0</b>	0.1	<b>1.9</b>	<b>2.0</b>	<b>1.3</b>	0.7	<b>3.1</b>	0.2	<b>1.3</b>	<b>1.0</b>	0.2	<b>1.0</b>	-	-
<i>Mycate micracanthoxea</i>	Sp	0.0	0.2	<b>0.4</b>	<b>0.4</b>	<b>0.9</b>	<b>1.2</b>	<b>0.7</b>	-	<b>0.9</b>	0.1	<b>0.9</b>	0.2	<b>2.2</b>	-	0.1	<b>1.7</b>	<b>1.3</b>	0.1	-	-	0.2	-
<i>Halictona xena</i>	Sp	-	-	-	0.0	<b>0.2</b>	-	-	-	-	<b>0.2</b>	-	-	-	-	<b>0.1</b>	-	-	<b>1.0</b>	-	-	0.0	-
<i>Callithamnion tetragonum</i>	RW	-	-	-	-	-	<b>0.4</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>0.7</b>	-	-	-	-
<i>Dicyota dichotoma</i>	BW	-	0.0	-	-	-	<b>0.1</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>0.3</b>	-	-	-	-
<i>BL Undaria pinnatifida</i>	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>6.7</b>	-	-	-	-
<i>Codiales (ijle fase)</i>	GW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>0.8</b>	-	-	-	-
<i>Undaria pinnatifida</i>	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>0.7</b>	-	-	-	-
<i>Halichondria bowerbanki</i>	Sp	-	0.1	<b>0.4</b>	<b>1.1</b>	0.1	0.3	<b>0.5</b>	<b>0.8</b>	<b>5.6</b>	0.1	-	<b>2.7</b>	<b>0.6</b>	-	0.1	<b>1.5</b>	-	-	0.4	-	-	-
<i>Styela clava</i>	Tu	0.0	0.1	<b>0.9</b>	<b>1.0</b>	<b>2.4</b>	<b>1.3</b>	<b>0.7</b>	-	-	<b>1.9</b>	0.2	<b>1.9</b>	<b>6.3</b>	<b>0.7</b>	<b>0.6</b>	<b>1.1</b>	-	0.3	0.0	0.0	0.0	-
<i>KL Fenestrulina cf delicia</i>	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>0.1</b>	-	-	0.0	<b>0.1</b>	-	-	-	-	-	-
<i>KL Smittoidea cf prolifica</i>	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>0.0</b>	-	-	-	<b>0.1</b>	-	-	-	-	-	-
<i>KL Electra pilosa</i>	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>0.3</b>	-	-	0.0	-
<i>Griffithsia devoniensis</i>	RW	-	-	-	-	-	<b>0.1</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>0.0</b>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Fenestrulina cf delicia</i>	Br	0.0	-	-	<b>0.1</b>	0.0	<b>0.3</b>	-	<b>0.2</b>	-	0.0	<b>0.3</b>	<b>0.2</b>	0.1	0.1	0.0	-	-	-	0.0	-	-	-
<i>Hymeniacion perlevis</i>	Sp	0.0	-	-	0.0	-	-	-	<b>0.3</b>	-	0.1	-	<b>0.1</b>	<b>1.4</b>	<b>0.1</b>	0.0	-	-	0.0	-	-	-	-
<i>Dendrodoa grossularia</i>	Tu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>0.1</b>	<b>0.1</b>	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mytilus edulis</i>	Bi	0.2	<b>0.3</b>	<b>24.8</b>	0.2	0.1	0.1	-	-	<b>0.2</b>	0.1	-	0.1	<b>2.7</b>	0.0	0.0	<b>0.4</b>	<b>0.2</b>	<b>0.2</b>	-	0.2	-	-
<i>Diadumene cincta</i>	An	0.1	1.1	<b>6.7</b>	<b>1.8</b>	<b>2.7</b>	<b>2.6</b>	<b>3.7</b>	<b>4.7</b>	0.4	<b>1.2</b>	<b>1.0</b>	-	<b>1.9</b>	0.1	0.0	-	-	0.0	-	0.0	-	-
<i>Celtodoryx girardae</i>	Sp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>0.1</b>	-	-	<b>0.0</b>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Oscarella lobularis</i>	Sp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>0.0</b>	-	-	<b>0.0</b>	-	-	-	-	-	-	-
<i>KL Schizomavella linearis</i>	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>0.1</b>	-	<b>0.0</b>	-	-	-	-	-	-	-
<i>KL Callopora cf dumerilii</i>	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>0.0</b>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bowerbankia citrina</i>	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>0.4</b>	-	<b>0.6</b>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Prosuberites epiphytum</i>	Sp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>0.2</b>	<b>0.6</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Botryllus schlosseri</i>	Tu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>0.2</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cryptopleura ramosa</i>	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>0.1</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Barentsia gracilis</i>	En	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>0.0</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ceramium deslongchampsii</i>	RW	-	-	-	-	-	<b>0.2</b>	-	-	-	<b>0.1</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	-	-
<i>Polysiphonia nigra</i>	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>0.0</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Callithamnion byssoides</i>	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>0.0</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Polysiphonia elongata</i>	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>0.0</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sarsia tubulosa</i>	Hy	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>0.0</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Griffithsia flosculosa</i>	RW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>0.0</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Diadumene luciae</i>	An	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>0.0</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Celleporella hyalina</i>	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>0.0</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Halsarella dujardini</i>	Sp	-	-	-	<b>0.0</b>	-	-	-	-	<b>0.1</b>	-	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tubularia larynx</i>	Hy	-	-	<b>0.6</b>	0.0	0.1	-	<b>4.7</b>	-	0.1	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	0.1	0.1	-	-
<i>Cryptosula pallasiانا</i>	Br	-	-	-	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nitophyllum punctatum</i>	RW	-	-	-	-	-	<b>0.2</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
index(base2)		0.858	1,127	2,798	2,321	1,863	2,247	2,377	1,612	2,062	1,785	1,092	3,268	3,486	2,882	2,650	3,1	1,979	2,824	2,555	1,934	1,596	2,790
evenness		0.263	0.277	0.653	0.535	0.442	0.479	0.525	0.356	0.461	0.445	0.264	0.697	0.721	0.646	0.609	0.7	0.444	0.654	0.597	0.494	0.503	0.841
gemiddeld aantal soorten		10,4	17,0	20,3	20,4	19,0	26,0	23,0	23,0	23,0	16,4	17,5	26,0	28,8	22,0	20,2	22,0	22,0	20,0	19,5	14,9	9,4	10,0
totaal aantal soorten		39	34	32	54	35	38	23	23	34	47	25	53	58	41	60	28	22	40	37	41	21	13
aantal stations		21	7	3	37	7	4	1	1	3	21	2	13	21	7	46	2	1	8	12	22	7	2
kaal		21,0	14,0	5,0	21,2	13,3	10,4	6,7	16,7	18,3	19,1	20,0	48,7	20,7	53,6	42,1	64,9	16,7	53,1	88,3	49,3	57,6	95,5



## Bijlage 4. Verdeling van de sublitorale levensgemeenschappen op hard substraat

*Westb = Westbout, Burgh-w = Burghsluis-west, Burg = Burghsluis, Pt = Plompetoren, Sch-wII = Schelphoek-westII, Sch-w = Schelphoek-west, Sch-m = Schelphoek-midden, Sch-o = Schelphoek-oost, Flau = Flauwers inlaag, Kts = Kisternol, Lok = Lokkersnol, Ww = Weldamseweg, Zie= Zierikzee, Kul = Kurkernol, Zeel-w = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-west, Zeel-m = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-midden, Zeel-o = Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-oost, Zuidb = Zuidbout, Zijpe-b = Zijpe Blindedam, Zijpe-z = Zijpe Zoetersbout, Zijpe-r = Zijpe-referentie. Breuk = breukstenen bestorting, staal = staalslakkenbestorting.*



## Bijlage 5 Infauna: soortensamenstelling infauna gemeenschappen Oosterschelde

Tabel. Geordende tabel van de zachtsubstraat gemeenschappen in de Oosterschelde in 2009-2014. Vet gedrukte dichtheden geven een presentie van de soort in 66.7% van de stations van een gemeenschap, onderstreepte waarden geven per soort een voorkomen van minimaal 90% van de totale kwantiteit binnen de onderzochte stations. Afkortingen: An - Anthozoa, Br -- Bryozoa, Cr - Crustacea, Ech - Echinodermata, Echi - Echiura, Mol - Mollusca, Ne - Nemertea, Ol - Oligochaeta, Ph - Phoronida, Pl - Plathyhelminthes, Po - Polychaeta, Pyc -Pycnogonidae, Sp - Porifera en Tu - Tunicaten.

		A1	A4	A5	A6	A7	B1	B2	B3	D	E	G	H	I	K	M	N	O	leeg	
Nudibranchia	(Mol)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50,2	-
Brachyura	(Cr)	-	-	-	-	-	5,6	0,7	-	16,7	-	-	-	-	-	-	-	-	50,2	-
Mytilus edulis	(Mol)	-	-	1,3	-	-	-	7,0	-	16,7	-	-	-	-	-	-	-	-	50,2	-
Streblospio shrubsoi	(Po)	184,2	-	323,8	-	-	76,3	99,1	-	-	6,3	10,0	39,1	-	50,2	-	-	-	-	-
Sycon ciliatum	(Sp)	-	-	-	-	-	-	1,4	25,1	-	-	-	-	-	50,2	-	-	-	-	-
Fabricia stellaris stellaris	(Po)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	200,9	-	-	-	-	-
Actiniaria	(An)	83,7	25,1	19,8	-	-	139,5	58,6	75,3	100,5	-	10,0	-	226,0	-	-	-	-	-	-
Ascidacea	(Tu)	-	-	9,3	-	-	1,9	13,3	75,3	-	-	-	-	25,1	-	-	-	-	-	-
Asterias rubens	(Ech)	-	-	-	-	-	-	2,8	25,1	-	-	-	-	25,1	-	-	-	-	-	-
Crangon crangon	(Cr)	-	-	11,9	50,2	-	9,3	12,6	50,2	-	-	-	11,2	25,1	-	-	-	-	-	-
Malmgreniella darbouxi	(Po)	-	-	-	25,1	-	14,9	5,6	-	50,2	-	-	-	25,1	-	-	-	-	-	-
Photis (spec.)	(Cr)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25,1	-	-	-	-	-	-
Tornus subcarinatus	(Mol)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25,1	-	-	-	-	-	-
Ruditapes philippinarum	(Mol)	-	-	2,6	-	-	-	54,4	75,3	50,2	-	-	-	184,2	-	-	-	-	-	-
Bivalve (spec.)	(Mol)	-	-	18,5	-	-	83,7	7,7	50,2	-	-	-	-	184,2	-	-	-	-	-	-
Nephtys hombergii	(Po)	167,4	100,5	55,5	50,2	75,3	93,0	61,4	-	16,7	-	10,0	167,4	-	-	-	-	-	-	-
Phoronida	(Ph)	16,7	-	-	-	-	68,8	26,5	-	-	-	-	39,1	-	-	-	-	-	-	-
Abra prismatica	(Mol)	-	-	10,6	25,1	-	-	4,9	-	-	-	-	27,9	-	-	-	-	-	-	-
Owenia fusiformis	(Po)	-	-	9,3	-	-	37,2	30,7	-	-	-	-	27,9	-	-	-	-	-	-	-
Spisula subtruncata	(Mol)	-	-	1,3	-	-	5,6	0,7	-	-	-	-	22,3	-	-	-	-	-	-	-
Ophiothrix fragilis	(Ech)	-	-	2,6	-	-	7,4	7,0	-	-	-	30,1	11,2	-	-	-	-	-	-	-
Ophiuroidea	(Ech)	-	-	1,3	-	-	7,4	57,9	50,2	33,5	-	-	11,2	-	-	-	-	-	-	-
Ampelisca brevicornis	(Cr)	-	-	2,6	-	-	3,7	28,6	-	-	-	-	5,6	-	-	-	-	-	-	-
Cerastoderma edule	(Mol)	-	-	-	-	25,1	-	1,4	-	-	-	-	5,6	-	-	-	-	-	-	-
Gammaridea	(Cr)	-	-	4,0	-	-	5,6	11,9	-	-	-	-	5,6	-	-	-	-	-	-	-
Monocorophium insidiosum	(Cr)	-	-	1,3	-	-	7,4	9,1	-	-	-	-	5,6	-	-	-	-	-	-	-
OSTRACODA	(Cr)	-	-	2,6	-	-	-	34,2	-	-	-	-	5,6	-	-	-	-	-	-	-
Oligochaeta	(Oli)	3147,5	351,6	1831,9	452,0	25,1	788,7	3342,2	351,6	83,7	583,9	753,4	27,9	25,1	-	-	-	-	-	-
Nereis succinea	(Po)	-	-	-	-	-	-	2,1	-	-	-	20,1	-	-	-	-	-	-	-	-
Aora typica	(Cr)	-	-	1,3	-	-	11,2	87,9	-	-	-	10,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Arenicola (spec.)	(Po)	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	10,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Gammarus locusta	(Cr)	-	-	2,6	-	-	5,6	2,8	-	-	-	10,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Gatryana cirrosa	(Po)	-	-	1,3	-	-	7,4	24,4	25,1	-	-	10,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Nephtys caeca	(Po)	-	-	-	-	-	1,9	-	-	-	-	10,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Plathynereis dumerilli	(Po)	-	-	-	-	-	-	2,1	-	-	-	10,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Capitella capitata	(Po)	-	-	260,4	100,5	75,3	29,8	204,4	-	-	144,4	10,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Abra alba	(Mol)	-	-	148,0	150,7	-	965,5	628,5	-	16,7	131,8	50,2	16,7	-	-	-	-	-	-	-
Heteromastus filiformis	(Po)	184,2	100,5	70,1	25,1	-	346,0	482,0	477,2	33,5	75,3	-	-	50,2	-	-	-	-	-	-
Corophiidae	(Cr)	-	-	1,3	-	-	14,9	41,9	-	-	12,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aoridae	(Cr)	-	-	14,5	-	-	13,0	24,4	-	-	6,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BRYOZOA	(Br)	-	-	7,9	25,1	-	3,7	10,5	-	-	6,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Caprellidae	(Cr)	-	-	5,3	50,2	-	3,7	285,3	-	-	6,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nereis diversicolor	(Po)	-	-	-	-	-	-	2,1	-	16,7	6,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pholoe inornata	(Po)	-	-	-	-	-	3,7	51,6	-	-	6,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(vervolg)

		A1	A4	A5	A6	A7	B1	B2	B3	D	E	G	H	I	K	M	N	O	leg
<i>Scoloplos armiger</i>	(Po)	-	-	146,7	-	-	<b>591,6</b>	<b>1064,5</b>	-	<b>368,3</b>	-	10,0	33,5	-	-	-	-	-	-
<i>Lanice conchilega</i>	(Po)	-	-	-	-	-	145,1	237,9	25,1	<b>150,7</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Phyllodoce mucosa</i>	(Po)	-	-	2,6	-	-	5,6	108,8	-	117,2	-	-	5,6	-	-	-	-	-	-
Decapoda	(Cr)	-	-	-	-	-	1,9	14,6	-	<b>100,5</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ensis (spec.)	(Mol)	-	-	2,6	-	-	11,2	34,2	75,3	<b>50,2</b>	-	-	5,6	-	-	-	-	-	-
<i>Cheirocratus sundevallii</i>	(Cr)	-	-	-	-	-	-	73,2	-	<b>50,2</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nephtys (spec.)	(Po)	<b>33,5</b>	-	15,9	-	-	24,2	4,2	25,1	<b>50,2</b>	6,3	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ampharete acutifrons</i>	(Po)	-	-	1,3	-	-	1,9	60,0	-	<b>33,5</b>	-	-	5,6	-	-	-	-	-	-
<i>Crepidula fornicata</i>	(Mol)	-	-	1,3	<b>50,2</b>	-	1,9	145,8	25,1	<b>33,5</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Eumida (spec.)	(Po)	-	-	-	-	-	14,9	17,4	-	<b>33,5</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Glycera (spec.)	(Po)	-	-	15,9	-	-	1,9	<b>89,3</b>	<b>50,2</b>	16,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Kurtiella bidentata</i>	(Mol)	-	<b>50,2</b>	-	-	-	1,9	20,2	-	16,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polynoidea	(Po)	-	-	2,6	-	-	7,4	3,5	-	16,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Autolytus (spec.)	(Po)	-	-	-	-	-	1,9	-	-	16,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bodotria pulchella</i>	(Cr)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	16,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Syllis gracillis</i>	(Po)	-	-	-	-	-	-	-	-	16,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Aphelocheata marioni</i>	(Po)	<b>301,4</b>	-	<b>674,1</b>	<b>1155,2</b>	<b>75,3</b>	<b>381,3</b>	<b>2978,0</b>	<b>1130,1</b>	<b>33,5</b>	62,8	-	22,3	-	-	-	-	-	-
<i>Venerupis corrugata</i>	(Mol)	-	-	1,3	25,3	-	-	48,8	100,5	-	-	-	11,2	-	-	-	-	-	-
<i>Notomastus latericeus</i>	(Po)	-	<b>25,1</b>	17,2	-	-	20,5	<b>258,8</b>	25,3	16,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Carcinus maenas</i>	(Cr)	-	-	-	25,1	-	-	7,0	25,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nemertea	(Ne)	-	-	10,6	<b>50,2</b>	-	63,2	13,3	25,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Abra nitida</i>	(Mol)	-	-	2,6	-	-	-	7,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pseudopolydora pulchra</i>	(Po)	-	-	22,5	-	-	18,6	333,4	<b>50,2</b>	-	-	-	11,2	-	-	-	-	-	-
<i>Cossura longocirrata</i>	(Po)	-	-	88,6	<b>150,7</b>	-	40,9	135,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Veneridae	(Mol)	-	-	-	25,1	-	1,9	45,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Macoma balthica</i>	(Mol)	-	<b>25,1</b>	2,6	<b>100,5</b>	-	11,2	25,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Flabelligera affinis</i>	(Po)	-	-	-	25,1	-	-	10,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mya arenaria</i>	(Mol)	-	-	-	25,1	-	1,9	9,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Crassirophium bonellii</i>	(Cr)	-	-	1,3	-	-	3,7	7,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Exogone naidina</i>	(Po)	-	-	5,3	-	-	-	7,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Idotea (spec.)	(Cr)	-	-	1,3	-	-	1,9	5,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hesionidae	(Po)	-	-	1,3	-	-	3,7	4,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pericolodes longimanus</i>	(Cr)	-	-	4,0	-	25,1	5,6	4,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pygospio elegans</i>	(Po)	-	-	1,3	-	-	1,9	2,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Neoamphitrite (spec.)	(Po)	16,7	-	1,3	-	-	1,9	2,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PORIFERA	(Sp)	-	-	1,3	25,1	-	-	2,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Jassa marmorata</i>	(Cr)	-	-	2,6	-	-	-	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nereis (spec.)	(Po)	16,7	-	1,3	-	-	7,4	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Diastylis bradyi</i>	(Cr)	-	-	1,3	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stenothoidea	(Cr)	-	-	1,3	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Polydora cornuta</i>	(Po)	-	-	2,6	25,1	25,1	52,1	7,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Spiophanes bombyx</i>	(Po)	-	-	-	-	-	109,8	23,7	<b>50,2</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Beone (spec.)	(Po)	-	-	4,0	-	-	14,9	66,3	<b>50,2</b>	-	-	-	5,6	-	-	-	-	-	-
HYDROZOA	(Hy)	-	-	1,3	-	-	1,9	3,5	25,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Neoamphitrite figulus</i>	(Po)	-	-	2,6	-	-	1,9	21,6	25,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Palaeomon (spec.)	(Cr)	-	-	-	-	-	-	-	25,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sthenelais boa</i>	(Po)	-	-	-	-	-	31,6	76,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Monocorophium sextonae</i>	(Cr)	-	-	1,3	-	-	27,9	68,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Microdeutopus anomalus</i>	(Cr)	-	-	-	-	-	29,8	55,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pholoe baltica</i>	(Po)	-	-	-	-	-	37,2	35,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nereis longissima</i>	(Po)	-	-	4,0	-	-	11,2	30,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Microdeutopus (spec.)	(Cr)	-	-	2,6	-	-	3,7	23,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Phyllodoce (spec.)</i>	(Po)	-	-	2,6	-	-	18,6	23,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bodotria scorpioides</i>	(Cr)	-	-	1,3	-	-	1,9	9,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sabella (spec.)</i>	(Po)	-	-	-	-	-	9,3	7,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Melita obtusata</i>	(Cr)	-	-	-	-	-	5,6	6,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Petricola pholadiformis</i>	(Mol)	-	-	-	-	-	5,6	5,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Anoplodactylus petiolatus</i>	(Pyc)	-	-	-	-	-	1,9	4,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ophiura albida</i>	(Ech)	-	-	-	-	-	1,9	4,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Aonides oxycephala</i>	(Po)	-	-	-	-	-	1,9	5,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nassarius (spec.)	(Mol)	-	-	-	-	-	5,6	3,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polychaeta (spec.)	(Po)	-	-	-	-	-	7,4	3,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Phyllodoce groenlandica</i>	(Po)	-	-	-	-	-	1,9	2,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nereis virens</i>	(Po)	-	-	-	-	-	1,9	2,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jassa (spec.)	(Cr)	-	-	-	-	-	7,4	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aphroditidae	(Po)	-	-	-	-	-	1,9	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Malmgreniella (spec.)	(Po)	-	-	-	-	-	1,9	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nymphon (spec.)	(Pyc)	-	-	-	-	-	1,9	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Spio martinensis</i>	(Po)	-	-	-	-	-	1,9	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tellina fabula</i>	(Mol)	-	-	-	-	-	3,7	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(vervolg)

		A1	A4	A5	A6	A7	B1	B2	B3	D	E	G	H	I	K	M	N	O	leeg
<i>Mediomastus fragilis</i>	(Po)	-	-	2,6	-	-	-	310,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hemichordata	(Tu)	-	-	1,3	-	-	-	62,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polycirrus (spec.)	(Po)	-	-	2,6	-	-	1,9	59,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Harmothoe impar</i>	(Po)	-	-	-	-	-	-	18,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cheirocratus (spec.)	(Cr)	-	-	-	-	-	-	13,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Kefersteinia cirrata</i>	(Po)	-	-	-	-	-	-	7,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TANAIDACEA	(Cr)	-	-	-	-	-	-	7,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Microphthalmus aberrans</i>	(Po)	-	-	-	-	-	-	6,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Balanus crenatus</i>	(Cr)	-	-	-	-	-	-	4,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eumida sanguinea</i>	(Po)	-	-	-	-	-	-	4,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Eeoninae	(Po)	-	-	-	-	-	-	4,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Melinna elisabethae</i>	(Po)	-	-	-	-	-	-	4,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Amphilochus neapolitanus</i>	(Cr)	-	-	-	-	-	-	3,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lepidonotus squamatus</i>	(Po)	-	-	-	-	-	-	3,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Syllidia armata</i>	(Po)	-	-	-	-	-	-	3,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Achelia echinata</i>	(Pyc)	-	-	-	-	-	-	2,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nephtys cirrosa</i>	(Po)	-	-	-	-	-	-	2,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nicolea zostericola</i>	(Po)	-	-	-	-	-	-	2,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ammothea hilgendorfi</i>	(Pyc)	-	-	-	-	-	-	2,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hippolyte varians</i>	(Cr)	-	-	-	-	-	-	2,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pholoe (spec.)	(Po)	-	-	-	-	-	-	2,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bodotriidae	(Cr)	-	-	-	-	-	-	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hippolyte (spec.)</i>	(Cr)	-	-	-	-	-	-	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lepidonotus (spec.)</i>	(Po)	-	-	-	-	-	-	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lysianassa ceratina</i>	(Cr)	-	-	-	-	-	-	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Platyhelminthes	(Pla)	-	-	-	-	-	-	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Proceraea cornuta</i>	(Po)	-	-	-	-	-	-	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Amphipoda (spec.)	(Cr)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Arenicola marina</i>	(Po)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Atylidae	(Cr)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Atylus swammerdami</i>	(Cr)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Autolytus edwardsi</i>	(Po)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Autylus prolifex</i>	(Po)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ciona intestinalis</i>	(Tu)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Crassostrea gigas</i>	(Mol)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Elminius modestus</i>	(Cr)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Epitonium clathrus</i>	(Mol)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eulalia viridis</i>	(Po)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Harmothoe imbricata</i>	(Po)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Liocarcinus holsatus</i>	(Cr)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Liocarcinus navigator</i>	(Cr)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lumbrineridae	(Po)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Macropodia (spec.)	(Cr)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Macropodia rostrata</i>	(Cr)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Magelona (spec.)	(Po)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Monocorophium acherusicum</i>	(Cr)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ophiodromus flexuosus</i>	(Po)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pectinaria koreni</i>	(Po)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Poecilochaetus serpens</i>	(Po)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Polydora ciliata</i>	(Po)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SABELLIDA	(Po)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Scolelepis fuliginosa</i>	(Po)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Stenothoe marina</i>	(Cr)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Stenothoe monoculoides</i>	(Cr)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Terebellidae	(Po)	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Melita (spec.)</i>	(Cr)	-	-	-	-	-	7,4	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ophiura ophiura</i>	(Ech)	-	-	-	-	-	7,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bathyporeia (spec.)	(Cr)	-	-	-	-	-	3,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gastropoda	(Mol)	-	-	-	-	-	3,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Polydora (spec.)</i>	(Po)	-	-	-	-	-	1,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Spio (spec.)</i>	(Po)	-	-	-	-	-	1,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Spionidae	(Po)	-	-	-	-	-	1,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tellina tenuis</i>	(Mol)	-	-	-	-	-	1,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gammarus (spec.)	(Cr)	-	-	2,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Echiurus echiurus</i>	(Echiura)	-	25,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Echinocardium cordatum</i>	(Ech)	50,2	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tellima ferruginosa</i>	(Mol)	16,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Index (base 2)		1,805	1,674	2,149	2,689	2,047	2,816	3,022	3,280	3,043	1,130	1,567	2,099	1,955	1,252	0,000	0,000	0,000	****
Evenness		0,623	0,704	0,674	0,709	0,946	0,728	0,663	0,810	0,891	0,527	0,793	0,842	0,842	0,790	0,000	0,000	0,000	****
gemiddeld aantal soorten		7,3	5,0	9,5	14,5	4,5	15,5	24,3	17,0	12,3	3,8	4,2	6,4	5,0	3,0	1,0	1,0	1,0	0,0
dichtheid		4219,0	703,2	3888,6	2687,1	326,5	4574,3	12572,7	3063,8	1573,8	1054,8	964,3	898,5	452,0	301,4	50,2	50,2	50,2	0,0
totaal aantal soorten		12	8	70	22	7	95	163	27	29	13	15	26	9	3	1	1	1	1
n stations		3	2	38	2	2	27	72	2	3	8	5	9	2	1	1	1	1	1

## Bijlage 6 Ruwe data sedimentvallen en sediment dikte

Inhoud van de sedimentvallen, fracties in g.m<sup>-2</sup>.dag<sup>-1</sup>.

september	1	2	3	4	5	6	7	8
3.5 meter	Burg	Sch-w	Sch-o	Kis	Zie-gr	Zie	Zeel	Wem
in:	21-08	18-08	17-08	17-08		19-08	19-08	20-08
uit:	22-09	14-09	14-09	21-09		11-09	21-09	16-09
n dagen:	32	27	28	35		23	33	27
>2.8	214,5	0,0	59,5	3,2		1,6	2,3	2,4
2.8-1.4	50,9	0,0	114,3	1,3		0,8	0,3	0,3
1.4-0.6	229,9	0,3	377,7	4,5		1,6	2,5	1,0
0.6-0.3	117,1	0,7	178,4	2,4		2,8	18,9	2,8
0.3-0.15	86,3	5,5	34,5	7,2		10,5	28,5	9,0
0.15-0.09	207,0	18,6	23,6	25,2		9,3	22,5	63,0
0.09-0.05	157,2	22,4	34,2	43,6		25,5	12,7	34,8
<0.05	679,3	385,5	520,5	666,2		259,6	190,8	414,1
% org in slib	8,6	8,4	11,4	7,8		7,5	8,7	9,5

september	1	2	3	4	5	6	7	8
7.5 meter	Burg	Sch-w	Sch-o	Kis	Zie-gr	Zie	Zeel	Wem
in:	21-08	18-08	17-08	17-08		19-08	19-08	20-08
uit:	22-09	14-09	14-09	21-09		11-09	21-09	16-09
n dagen:	32	27	28	35		23	33	27
>2.8	192,7	0,7	1,7	2,1		0,0	6,5	0,0
2.8-1.4	5,2	0,3	38,5	1,1		0,0	2,5	1,7
1.4-0.6	334,8	0,7	131,5	5,0		0,4	6,8	0,3
0.6-0.3	371,2	2,1	70,1	0,5		2,4	10,1	1,4
0.3-0.15	66,6	6,2	31,9	9,0		6,9	15,8	11,4
0.15-0.09	118,3	19,3	47,8	21,0		11,3	16,9	97,5
0.09-0.05	120,9	17,2	41,5	39,3		20,6	13,0	84,7
<0.05	764,4	656,3	697,9	717,3		24,7	173,9	272,8
% org in slib	12,3	8,1	8,3	9,0		8,2	8,6	8,5

september	1	2	3	4	5	6	7	8
15 meter	Burg	Sch-w	Sch-o	Kis	Zie-gr	Zie	Zeel	Wem
in:	21-08	18-08	17-08	17-08		19-08	19-08	20-08
uit:	22-09	14-09	14-09	21-09		11-09	21-09	-
n dagen:	32	27	28	35		23	33	
>2.8	198,2	0,0	419,2	0,8		0,4	0,3	
2.8-1.4	216,0	0,0	1095,2	0,3		0,0	1,1	
1.4-0.6	1380,9	0,3	711,2	1,1		2,0	1,4	
0.6-0.3	523,8	2,4	66,4	0,3		14,6	3,7	
0.3-0.15	106,4	12,7	145,5	2,7		29,1	15,2	
0.15-0.09	188,1	59,9	90,4	18,1		29,9	16,9	
0.09-0.05	82,3	46,9	143,5	41,2		60,7	13,0	
<0.05	719,4	79,6	795,9	852,5		563,7	235,1	
% org in slib	12,5	5,7	15,8	7,4		8,1	9,0	

(vervolg).

oktober	1	2	3	4	5	6	7	8
3.5 meter	Burg	Sch-w	Sch-o	Kis	Zie-gr	Zie	Zeel	Wem
in:	22-09	14-09	14-09	21-09		11-09	21-09	16-09
uit:	13-10	13-10	12-10	12-10		14-10	14-10	15-10
n dagen:	21	29	28	21		33	23	29
>2.8	337,9	0,0	0,3	2,7		0,0	0,0	58,4
2.8-1.4	35,0	1,3	140,8	1,8		0,0	0,0	2,9
1.4-0.6	129,8	2,2	483,0	1,8		0,6	0,4	6,7
0.6-0.3	38,1	0,6	120,3	0,9		1,7	0,8	1,6
0.3-0.15	27,9	11,5	43,5	34,5		6,5	15,4	5,5
0.15-0.09	58,0	18,0	39,5	24,4		6,5	15,0	27,6
0.09-0.05	53,6	24,1	61,8	23,0		14,7	9,3	36,2
<0.05	64,2	339,7	522,9	374,7		252,0	111,2	298,0
% org in slib	6,2	8,7	11,2	9,2		8,6	8,0	9,7
oktober	1	2	3	4	5	6	7	8
7.5 meter	Burg	Sch-w	Sch-o	Kis	Zie-gr	Zie	Zeel	Wem
in:	22-09	14-09	14-09	21-09	11-09	11-09	21-09	16-09
uit:	13-10	13-10	12-10	12-10	14-10	14-10	14-10	15-10
n dagen:	21	29	28	21	33	33	23	29
>2.8	664,4	0,0	64,1	0,4	0,3	0,6	4,9	18,6
2.8-1.4	5,3	0,0	454,8	0,4	0,3	0,3	0,0	2,9
1.4-0.6	13,7	0,6	96,7	1,3	1,4	0,8	0,4	6,4
0.6-0.3	16,8	1,0	209,9	0,9	0,3	1,4	2,8	1,6
0.3-0.15	23,9	16,4	31,2	28,3	9,6	6,5	16,6	9,6
0.15-0.09	60,7	18,6	51,8	34,1	17,5	6,8	17,0	76,3
0.09-0.05	46,1	44,3	43,5	46,9	24,8	14,9	11,7	66,7
<0.05	71,8	657,8	484,7	325,1	332,0	241,3	105,5	356,7
% org in slib	8,6	7,9	13,8	8,0	8,4	8,4	8,0	9,4
oktober	1	2	3	4	5	6	7	8
15 meter	Burg	Sch-w	Sch-o	Kis	Zie-gr	Zie	Zeel	Wem
in:	22-09	14-09	14-09	21-09	11-09	11-09	21-09	16-09
uit:	13-10	13-10	12-10	12-10	14-10	14-10	14-10	-
n dagen:	21	29	28	21	33	33	23	
>2.8	20,4	2,6	0,0	0,0	12,7	3,9	0,0	
2.8-1.4	15,1	0,3	0,0	0,4	0,3	0,3	0,0	
1.4-0.6	188,7	1,3	0,0	0,9	0,8	0,6	0,4	
0.6-0.3	348,1	0,6	0,0	0,9	0,0	0,6	2,0	
0.3-0.15	50,0	13,8	1,7	7,1	2,5	6,2	9,3	
0.15-0.09	112,9	50,7	2,0	23,0	16,1	16,6	22,6	
0.09-0.05	89,5	55,8	0,7	46,1	34,4	27,1	15,4	
<0.05	510,7	764,9	2,0	447,8	510,4	351,2	184,0	
% org in slib	11,7	8,8	16,7	8,4	8,8	9,0	9,0	



Sedimentdikte op vier transecten bij de Schelphoek-westII.

transect: west			transect: west-midden			transect: midden-oost			transect: oost		
N51 41,132; O3 48,719			N51 41,128; O3 48,753			N51 41,122; O3 48,785			N51 41,118; O3 48,827		
N51 41,153; O3 48,749			N51 41,150; O3 48,776			N51 41,142; O3 48,802			N51 41,142; O3 48,823		
substraat	diepte NAP	sed in m	substraat	diepte NAP	sed in m	substraat	diepte NAP	sed in m	substraat	diepte NAP	sed in m
grind	14,7	0,00	grind	13,9	0,14	grind	15,8	0,04	grind	16,0	0,02
grind	14,5	0,00	grind	13,7	0,10	grind	15,7	0,02	grind	15,9	0,01
grind	14,4	0,01	grind	13,6	0,02	grind	15,6	0,04	grind	15,8	0,01
grind	14,4	0,01	grind	13,6	0,02	grind	15,5	0,04	grind	15,7	0,03
grind	14,2	0,01	grind	13,6	0,01	grind	15,4	0,08	grind	15,6	0,01
grind	14,1	0,03	grind	13,4	0,01	grind	15,2	0,03	grind	15,4	0,01
grind	14,0	0,04	grind	13,2	0,03	grind	15,0	0,03	grind	15,2	0,02
grind	14,0	0,02	grind	12,8	0,03	grind	14,8	0,01	grind	15,0	0,02
grind	13,8	0,01	grind	12,5	0,09	grind	14,7	0,04	grind	14,8	0,02
grind	13,7	0,02	grind	12,4	0,13	grind	14,5	0,05	steen	14,5	0,02
grind	13,6	0,02	grind	12,2	0,14	steen	14,3	0,03	steen	14,4	0,00
grind	13,5	0,02	grind	12,1	0,21	steen	14,1	0,04	steen	14,1	0,00
grind	13,4	0,01	grind	12,0	0,20	steen	14,1	0,01	steen	14,0	0,02
grind	13,2	0,01	grind	11,7	0,20	grind	14,0	0,01	steen	14,0	0,01
grind	13,0	0,02	grind	11,6	0,15	grind	13,8	0,04	steen	13,7	0,07
steen	12,6	0,00	grind	11,6	0,16	grind	13,7	0,01	steen	13,7	0,03
grind	12,6	0,01	grind	11,4	0,10	grind	13,5	0,05	steen	13,3	0,07
grind	12,5	0,02	grind	11,3	0,13	grind	13,3	0,03	steen	13,2	0,03
grind	12,4	0,02	grind	11,3	0,12	grind	13,2	0,01	steen	13,0	0,01
grind	12,4	0,01	grind	11,1	0,14	grind	13,1	0,01	steen	12,9	0,02
grind	12,3	0,02	grind	11,0	0,11	grind	12,8	0,01	grind	12,8	0,03
grind	12,2	0,01	grind	11,0	0,11	grind	12,6	0,03	grind	12,5	0,03
grind	12,1	0,01	grind	10,8	0,14	grind	12,6	0,05	grind	12,3	0,03
grind	11,9	0,02	grind	10,7	0,07	grind	12,5	0,02	grind	12,1	0,06
grind	11,8	0,03	grind	10,6	0,07	grind	12,4	0,03	grind	11,9	0,10
grind	11,8	0,02	grind	10,4	0,05	grind	12,3	0,1	grind	11,9	0,12
grind	11,7	0,02	grind	10,3	0,03	grind	12,1	0,02	grind	11,9	0,16
grind	11,6	0,00	grind	10,1	0,01	grind	11,9	0,02	grind	11,8	0,13
grind	11,5	0,02	grind	9,9	0,01	grind	11,7	0,02	grind	11,7	0,15
grind	11,4	0,00	grind	9,8	0,02	grind	11,4	0,01	grind	11,5	0,01
grind	11,3	0,00	grind	9,6	0,02	grind	11,3	0,02	grind	11,3	0,01
grind	11,2	0,02	grind	9,4	0,02	grind	11,0	0,03	grind	11,1	0,04
grind	11,1	0,02	grind	9,2	0,02	grind	10,7	0,04	grind	10,9	0,01
grind	10,9	0,01	grind	9,2	0,02	grind	10,6	0,03	grind	10,7	0,02
grind	10,9	0,03	grind	9,0	0,01	grind	10,3	0,02	grind	10,5	0,02
grind	10,8	0,06	grind	8,9	0,01	grind	10,2	0,02	grind	10,3	0,02
grind	10,8	0,06	grind	8,8	0,02	grind	10,0	0,02	grind	10,1	0,01
grind	10,7	0,04	steen	8,2	0,01	grind	9,9	0,02	grind	9,9	0,01
grind	10,6	0,05	steen	7,9	0,02	grind	9,7	0,03	grind	9,7	0,02
grind	10,6	0,03	steen	7,6	0,13	grind	9,6	0,02	grind	9,5	0,02
grind	10,4	0,04	steen	7,4	0,06	grind	9,5	0,03	grind	9,3	0,01
steen	10,3	0,01	steen	7,5	0,07	grind	9,4	0,01	grind	9,1	0,02
grind	10,2	0,02	steen	7,4	0,06	grind	9,3	0,01	grind	8,8	0,03
grind	10,1	0,01	steen	7,3	0,08	grind	9,1	0,03	grind	8,6	0,03
grind	10,1	0,01	grind	7,1	0,03	grind	8,9	0,01	grind	8,4	0,01
grind	9,9	0,03	grind	6,8	0,01	grind	8,8	0,02	grind	8,2	0,02
grind	9,7	0,01	grind	6,6	0,02	grind	8,6	0,02	grind	8,0	0,02
grind	9,5	0,01	grind	6,4	0,02	grind	8,5	0,01	grind	8,0	0,01

(vervolg).

substraat	diepte NAP	sed in m	substraat	diepte NAP	sed in m	substraat	diepte NAP	sed in m	substraat	diepte NAP	sed in m
grind	9,5	0,02	grind	6,3	0,01	grind	8,3	0,02	grind	7,6	0,02
grind	9,2	0,01	grind	6,1	0,02	grind	8,0	0,05	grind	7,5	0,02
grind	9,1	0,00	grind	6,0	0,01	grind	7,8	0,02	grind	7,5	0,01
grind	9,1	0,01	grind	5,9	0,01	grind	7,6	0,02	grind	7,1	0,07
grind	9,0	0,03	grind	5,7	0,02	grind	7,4	0,01	grind	6,9	0,03
grind	8,9	0,01	grind	5,5	0,09	grind	7,3	0,03	grind	6,6	0,02
grind	8,7	0,02	grind	5,3	0,05	steen	7,0	0,15	grind	6,4	0,01
grind	8,5	0,03	grind	5,1	0,02	steen	6,9	0,18	grind	6,2	0,02
grind	8,3	0,01	grind	4,9	0,02	steen	6,7	0,13	steen	6,0	0,01
grind	8,1	0,04	grind	4,8	0,03	grind	6,5	0,01	steen	5,9	0,04
grind	8,0	0,02	grind	4,6	0,04	grind	6,3	0,05	steen	5,5	0,00
grind	8,0	0,02	grind	4,3	0,05	grind	6,1	0,12	steen	5,4	0,00
grind	7,9	0,01	grind	4,2	0,05	grind	5,9	0,21	steen	5,1	0,00
grind	7,8	0,01	grind	4,1	0,02	grind	5,7	0,12	steen	4,9	0,00
grind	7,7	0,01	grind	3,9	0,02	grind	5,5	0,14	steen	4,7	0,00
grind	7,6	0,01	grind	3,7	0,05	grind	5,4	0,11	steen	4,8	0,00
grind	7,4	0,02	steen	3,2	0,03	grind	5,2	0,15	steen	4,8	0,00
grind	7,3	0,01	steen	2,7	0,02	grind	4,9	0,13	steen	4,9	0,00
grind	7,0	0,02	steen	2,2	0,00	grind	4,8	0,12	steen	5,0	0,00
grind	7,0	0,01	steen	2,7	0,02	grind	4,6	0,09	steen	4,9	0,00
grind	6,9	0,03	steen	2,3	0,01	grind	4,5	0,06			
grind	6,9	0,03	steen	2,0	0,01	grind	4,3	0,08			
grind	6,8	0,01				grind	4,1	0,18			
grind	6,7	0,02				grind	4,0	0,13			
grind	6,6	0,01				grind	3,7	0,05			
grind	6,5	0,01				steen	3,6	0,09			
grind	6,2	0,01				steen	3,2	0,04			
grind	6,1	0,01				steen	3,2	0,03			
grind	6,0	0,01									
grind	5,9	0,00									
grind	5,7	0,01									
grind	5,6	0,01									
grind	5,6	0,01									
grind	5,5	0,01									
grind	5,4	0,01									
grind	5,4	0,01									
grind	5,2	0,01									
grind	5,0	0,02									
grind	5,1	0,03									
grind	4,9	0,02									
grind	4,7	0,01									
grind	4,5	0,01									
grind	4,3	0,00									
grind	4,3	0,01									
grind	4,2	0,02									
grind	4,0	0,02									
grind	3,9	0,02									
grind	3,9	0,03									
grind	3,7	0,00									
grind	3,8	0,04									
grind	3,7	0,01									
steen	3,4	0,00									
steen	3,2	0,00									
steen	2,9	0,00									
steen	2,6	0,00									
steen	2,5	0,00									
steen	2,5	0,00									
steen	2,4	0,00									
steen	2,2	0,00									

## Bijlage 7. Ruwe data zware metalen

Gehalten aan de zware metalen (mg/kg droge stof) aluminium (Al), arseen (As), barium (Ba), cadmium (Cd), kobalt (Co), chroom (Cr), koper (Cu), ijzer (Fe), kwik (Hg), mangaan (Mn) molybdeen (Mo), nikkel (Ni), lood (Pb), antimoon (Sb), seleen (Se), vanadium (V), zink (Zn) in mg/kg droge stof en pollution load index (PLI) voor mosselen bemonsterd op locaties in de Oosterschelde in 2015. Type= type dijkversteving waarbij REF = referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = nabij staalslak en breuksteen bestortingen op pijler van de Zeelandbrug.

ID	Loc	Type	Al	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	V	Zn	PLI	Drc
9	Zld pijler	SSBS	20	13	2.13	0.6	1.01	1.91	9.4	136	0.181	26	2.56	2.29	1.26	<0.066	3.43	<0.133	1.29	88	4.25	
0	Zld pijler	SSBS	18	12	0.392	0.594	0.992	0.994	7.1	133	0.183	16	2.7	1.92	1.42	<0.087	3.65	<0.174	0.894	86	3.38	
1	Zld pijler	SSBS	24	14	0.611	0.807	1.46	1.65	8.8	187	0.209	22	4.17	2.72	2.29	<0.086	4.1	<0.172	2.28	113	4.81	
2	Zld pijler	SSBS	23	13	0.751	0.619	0.932	1.01	8.5	154	0.179	18	2.05	1.72	1.38	<0.069	3.35	<0.137	1.26	97	3.67	
3	Zld pijler	SSBS	17	11	0.343	0.657	0.911	1.09	8.3	142	0.177	14	1.86	1.84	1.39	<0.09	3.4	<0.181	0.941	100	3.27	
4	Zld pijler	SSBS	28	13	0.496	0.625	1.06	1.25	11	160	0.195	15	2.98	2.08	1.37	<0.088	4.04	<0.177	1.6	92	3.99	

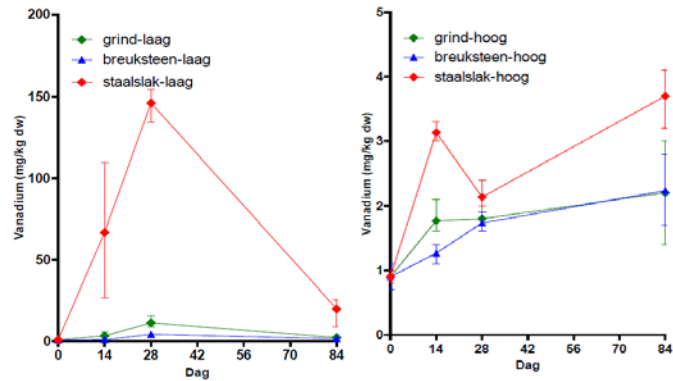
(Vervolg)

Gehalten aan de zware metalen (mg/kg droge stof) aluminium (Al), arseen (As), barium (Ba), cadmium (Cd), kobalt (Co), chroom (Cr), koper (Cu), ijzer (Fe), kwik (Hg), mangaan (Mn) molybdeen (Mo), nikkel (Ni), lood (Pb), antimoon (Sb), seleen (Se), vanadium (V), zink (Zn) in mg/kg droge stof, pollution load index (PLI) en droge stof (%) voor oesters bemonsterd op locaties in de Oosterschelde in 2015. Type= type dijkversteving waarbij REF = referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = nabij staalslak en breuksteen bestortingen op pijler van de Zeelandbrug.

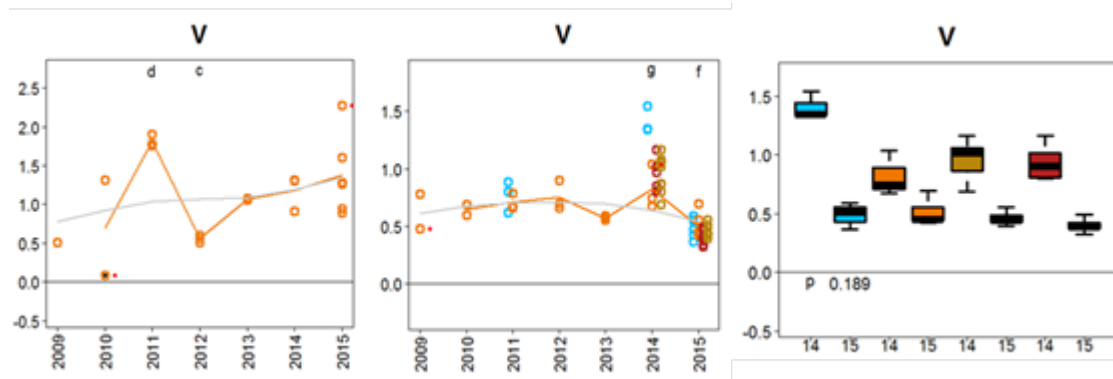
MonsterID	Loc	Type	Al	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	V	Zn	PLI	Droge stof
2015_001	Zidwest	BS	5.4	17	0.293	0.769	0.269	0.12	63	137	0.125	62	0.906	0.319	0.513	<0.088	4.04	<0.175	0.325	1113	2.73	11
2015_002	Zidwest	BS	6.6	15	0.33	0.85	0.223	0.155	88	154	0.129	46	0.993	0.343	0.497	<0.094	3.38	<0.188	0.379	1173	2.86	11
2015_003	Zidwest	BS	5.6	15	0.32	0.871	0.221	0.135	79	138	0.121	52	0.978	0.384	0.447	<0.101	3.58	<0.201	0.341	1226	2.77	9.9
2015_004	Zidwest	SS	5.2	16	0.305	0.835	0.266	0.161	86	147	0.148	58	1.18	0.41	0.505	<0.097	4.34	<0.194	0.446	1379	3.08	10
2015_005	Zidwest	SS	10	17	0.361	0.813	0.233	0.132	59	162	0.124	49	1.09	0.437	0.527	<0.101	3.94	<0.201	0.517	1007	3.01	9.9
2015_006	Zidwest	SS	14	13	0.34	0.803	0.248	0.138	68	155	0.118	61	1.19	0.37	0.515	<0.105	3.66	<0.21	0.489	1224	3.06	9.5
2015_007	Zidmidden	BS	14	15	0.287	0.913	0.243	0.193	64	157	0.134	56	1.09	0.422	0.52	<0.097	3.75	<0.194	0.49	1208	3.16	10
2015_008	Zidmidden	BS	16	13	0.295	0.973	0.224	0.167	89	174	0.118	40	1.02	0.377	0.52	<0.1	3.65	<0.201	0.424	1436	3.1	10
2015_009	Zidmidden	BS	9.6	14	0.618	0.861	0.243	0.142	77	157	0.113	45	1.15	0.373	0.538	<0.097	3.76	<0.194	0.475	1307	3.13	10
2015_010	Zidmidden	SS	11	15	0.323	0.989	0.246	0.147	76	144	0.136	41	1.05	0.364	0.514	<0.096	3.81	<0.193	0.425	1350	3.02	10
2015_011	Zidmidden	SS	8	15	0.256	0.747	0.244	0.136	82	131	0.135	47	1.01	0.33	0.438	<0.088	3.9	<0.176	0.432	1225	2.81	11
2015_012	Zidmidden	SS	8.7	14	0.385	0.966	0.235	0.158	86	153	0.151	55	1.23	0.366	0.529	<0.094	3.69	<0.189	0.435	1501	3.18	11
2015_013	Zidoost	BS	9.6	22	0.317	0.867	0.22	0.127	77	143	0.124	40	0.918	0.394	0.465	<0.093	3.54	<0.187	0.388	1195	2.89	11
2015_014	Zidoost	BS	6.3	13	0.289	0.785	0.222	0.135	64	141	0.107	38	0.853	0.328	0.461	<0.096	3.43	<0.192	0.373	1040	2.57	10
2015_015	Zidoost	BS	10	12	0.329	0.826	0.223	0.124	67	146	0.115	47	0.963	0.489	0.496	<0.101	3.64	<0.203	0.399	1038	2.83	9.9
2015_016	Zidoost	SS	14	14	0.35	0.861	0.246	0.263	53	199	0.126	43	1.3	0.433	0.61	<0.086	4.38	<0.171	0.553	921	3.27	12
2015_017	Zidoost	SS	7.5	12	0.294	0.765	0.213	0.117	51	147	0.121	41	0.967	0.368	0.492	<0.104	3.58	<0.209	0.396	886	2.6	9.6
2015_018	Zidoost	SS	5.1	14	0.479	0.923	0.241	0.136	71	142	0.14	48	1.23	0.458	0.495	<0.103	4.07	<0.207	0.446	1204	3	9.7
2015_025	Zuidbout	Ref	5.7	15	0.238	1.13	0.288	0.164	193	156	0.199	46	0.724	0.349	0.553	<0.09	3.59	<0.181	0.47	2323	3.25	11
2015_026	Zuidbout	Ref	15	14	0.281	1.04	0.326	0.384	276	181	0.215	34	0.621	0.808	0.595	<0.095	3.25	<0.189	0.591	2764	4.02	11
2015_027	Zuidbout	Ref	12	13	0.404	1.01	0.272	0.215	208	161	0.174	39	0.753	0.415	0.576	<0.101	3.56	<0.203	0.557	2914	3.63	9.9
2015_028	Zuidbout	Ref	8.6	13	0.315	0.941	0.239	0.174	154	132	0.163	30	0.571	0.339	0.599	<0.093	3.24	<0.186	0.429	1930	3.01	11
2015_029	Zuidbout	Ref	7.1	13	0.249	0.831	0.23	0.15	90	145	0.153	35	0.635	0.322	0.5	<0.086	3.02	<0.171	0.369	1363	2.68	12
2015_030	Zuidbout	Ref	8.9	14	0.264	0.909	0.274	0.201	154	150	0.2	39	0.723	0.388	0.466	<0.097	3.3	<0.195	0.551	2096	3.24	10
2015_031	Zidpijler	SSBS	13	18	0.913	0.961	0.293	0.21	147	170	0.201	31	1.14	0.442	0.473	<0.1	4.05	<0.201	0.555	1888	3.81	10
2015_032	Zidpijler	SSBS	10	15	0.361	1	0.241	0.143	154	152	0.155	25	1.27	0.445	0.375	<0.094	4.23	<0.189	0.447	1895	3.22	11
2015_033	Zidpijler	SSBS	11	14	0.352	0.812	0.239	0.145	96	141	0.136	29	1.03	0.436	0.478	<0.101	3.86	<0.201	0.42	1494	2.98	9.9
2015_034	Zidpijler	SSBS	79	14	0.589	0.831	0.249	0.328	83	245	0.134	31	1	0.442	0.581	<0.089	3.67	<0.178	0.694	1155	3.9	11
2015_035	Zidpijler	SSBS	5.9	14	0.342	0.986	0.242	0.125	99	151	0.162	39	1.22	0.416	0.48	<0.098	3.95	<0.196	0.443	1317	3.01	10
2015_036	Zidpijler	SSBS	7	18	0.55	0.993	0.263	0.144	99	137	0.166	27	1.21	0.501	0.49	<0.112	3.67	<0.224	0.457	1723	3.22	8.9

## Bijlage 8. Relevante figuren mesocosm experiment 2015

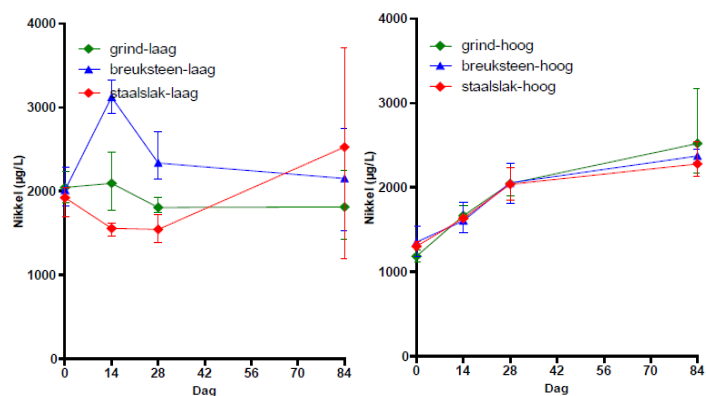
(zie Foekema e.a., 2016)



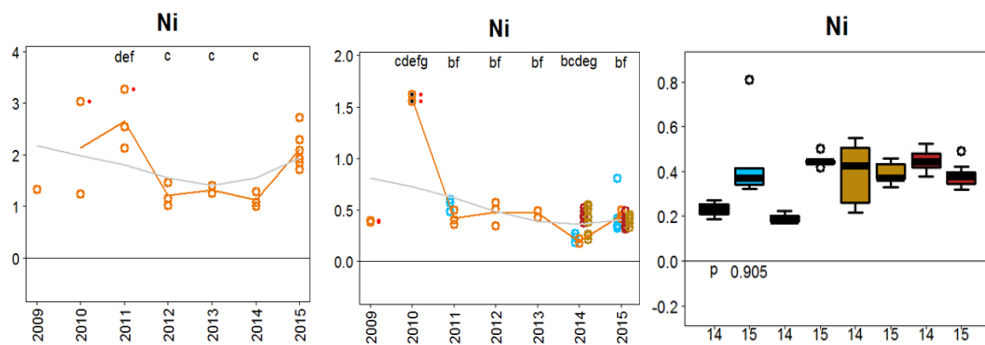
Figuur 1 Vanadium concentraties in mosselen tijdens het mesocosm experiment (Foekema e.a., 2016). Links: vanadium concentraties in mosselen bij een lage water verversing; rechts: vanadium concentraties in mosselen bij een voor de Oosterschelde representatieve water verversing.



Figuur 2 .Vanadium concentraties in schelpdieren tijdens de veldmonitoring. Links: vanadium concentraties in mosselen bij de Zeelandbrug in de periode 2009-2015; midden: vanadium concentraties in oesters bij de Zeelandbrug in de periode 2009-2015; rechts: spreiding in vanadium gehalte (mg/kg droge stof) in oesterweefsel in 2014 en 2015 bemonsterd op de referentielocatie Zuidbout (blauw), op de pijler van de Zeelandbrug (nabij staalslak en breuksteen bestortingen)(oranje), op een ondergrond van staalslakken (geel) en op een ondergrond van breukstenen (rood).



Figuur 3. Nikkel concentraties in mosselen tijdens het mesocosm experiment (Foekema e.a., 2016). Links: nikkel concentraties in water bij een lage water verversing; rechts: nikkel concentraties in water bij een voor de Oosterschelde representatieve water verversing.



Figuur 4 Nikkel concentraties in schelpdieren tijdens de veldmonitoring. Links: nikkel concentraties in mosselen bij de Zeelandbrug in de periode 2009-2015; midden: nikkel concentraties in oesters bij de Zeelandbrug in de periode 2009-2015; rechts: spreiding in nikkel gehalte (mg/kg droge stof) in oesterweefsel in 2014 en 2015 bemonsterd op de referentielocatie Zuidbout (blauw), op de pijler van de Zeelandbrug (nabij staalslak en breuksteen bestortingen)(oranje), op een ondergrond van staalslakken (geel) en op een ondergrond van breukstenen (rood).

Tabel 1. Gemeten minimum en maximum concentraties van enkele relevante metalen in mosselen tijdens de mesocosm studie met respectievelijk grind, breuksteen en staalslakken (en hoge en lage waterverversing), en de veldmonitoring 2009-2014 (Foekema e.a., 2016).

Mossel <i>M. edulis</i>		Grind Hoog	Grind laag	Breuksteen hoog	Breuksteen laag	Staalslak hoog	Staalslak laag	Veld
Cadmium ( $\mu\text{g}/\text{kg ds}$ )	Min	432	493	418	471	405	463	415
	Max	441	682	455	637	445	658	556
Mangaan ( $\text{mg}/\text{kg ds}$ )	Min	6.2	8.0	6.7	7.4	7.0	7.7	8.0
	Max	21	23	23	23	19	16	47
Molybdeen ( $\mu\text{g}/\text{kg ds}$ )	Min	443	402	471	425	447	360	1695
	Max	588	491	525	472	536	475	2966
Nikkel ( $\mu\text{g}/\text{kg ds}$ )	Min	1353	2012	1186	1807	1305	1547	1002
	Max	2373	3119	2522	2095	2281	2526	19473
Vanadium ( $\text{mg}/\text{kg ds}$ )	Min	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9
	Max	2	4	2	11	4	146	10