

Monitoring vooroever Schelphoek Building for Nature proefvlak 2014-2017

Voortgangsrapportage ontwerp vooroeverbesteding

en T₀-meting (T₂₀₁₄) epifauna en infauna

Marijn Tangelder, Tom Ysebaert, Tim van Oijen* en Mario
de Kluijver**

* HZ University of Applied Sciences

**St. Zeeschelp

Rapport C112/15



IMARES Wageningen UR

(IMARES - Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies)

Publicatiedatum:

21 juli 2015



IMARES is:

- Missie Wageningen UR: *To explore the potential of marine nature to improve the quality of life.*
- IMARES is hét Nederlandse instituut voor toegepast marien ecologisch onderzoek met als doel kennis vergaren van en advies geven over duurzaam beheer en gebruik van zee- en kustgebieden.
- IMARES is onafhankelijk en wetenschappelijk toonaangevend.

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

© 2015 IMARES Wageningen UR

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

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

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

A_4_3_1-V14.2

Inhoudsopgave

Samenvatting.....	4
1. Inleiding.....	6
Doel van het onderzoek.....	7
Betrokken partijen en taakverdeling.....	7
Relatie met ander onderzoek.....	7
2. Methoden.....	8
Beschrijving van de onderzoekslocatie.....	8
BfN ontwerp Schelphoek.....	11
Uitgangspunten ontwerp.....	11
Ontwerpbeschrijving.....	12
Aanleg.....	12
Ecologie van substraten.....	15
Hypothesen.....	15
TO bemonstering.....	17
Epifauna.....	17
Infauna.....	17
Sedimentkarakteristieken.....	18
3. Resultaten TO-meting.....	19
Soorten van hard substraat (epifauna).....	19
Resultaten monitoring BfN locatie Schelphoek.....	19
Relatie met en resultaten van jaarlijkse monitoring vooroevers Oosterschelde.....	20
Soorten van zacht substraat (infauna).....	23
Resultaten monitoring BfN locatie Schelphoek.....	23
Relatie met en resultaten van de jaarlijkse monitoring vooroevers Oosterschelde.....	24
Discussie en vervolgonderzoek.....	27
Monitoring BfN locatie Schelphoek.....	27
Relatie monitoring vooroevers Oosterschelde.....	27
Vervolg.....	27
Conclusies.....	28
Kwaliteitsborging.....	29
Referenties.....	30
Verantwoording.....	31
Bijlage A. Ruwe data sedimentmetingen.....	32
Bijlage B. Overzicht van de hard substraatgemeenschappen (soorten en bedekking) in de Oosterschelde: infralitoraal en circalitoraal.....	33
Bijlage C. Overzicht van de zacht substraatgemeenschappen (soorten en dichtheden) in de Oosterschelde.....	36

Samenvatting

Achtergrond & aanleiding

Rijkswaterstaat voert vooroeverbestortingen uit op het deel van de dijk dat onder water ligt in de Oosterschelde en Westerschelde. Dit is nodig om de stabiliteit van de dijk en daarmee de waterveiligheid te kunnen blijven garanderen. Eerst werd hierbij alleen op veiligheidsdoelen gelet. Nieuw inzicht is echter dat je door gebruik van bepaalde materialen ook de natuur kunt faciliteren, dit principe wordt 'Building for Nature' genoemd. In 2014 is bij de oostelijke strekdam van locatie Schelphoek in de Oosterschelde een bestorting van zeegrind uitgevoerd. In het oorspronkelijke ontwerp was een basis van staalslakken voorzien, maar bij de uitvoering van het werk is vanwege beperkte beschikbaarheid van staalslakken voor zeegrind gekozen. Op het zeegrind zijn hopen van zandsteen en breuksteen gestort. Er is gekozen voor deze aangepaste bestorting om de ecologische meerwaarde van dit ontwerp te kunnen onderzoeken.

Doel

Doel van dit onderzoek is om de rekolonisatie en ontwikkeling van hard substraat soorten (epifauna) en soorten die leven in het sediment (infauna) op de nieuwe bestorting van breuksteen, zandsteen en zeegrind bij de locatie Schelphoek gedurende drie jaar na bestorting te volgen (2015-2017) en te vergelijken met de situatie voor bestorten (T0-situatie in 2014). Voorliggend rapport betreft een tussenrapportage met (1) een beschrijving van het ontwerp van de vooroeverbestorting en (2) een beschrijving van de T0-situatie in 2014 vóór het aanleggen van de vooroeverbestorting.

RAAKPRO project

Dit onderzoek vindt plaats binnen het RAAKPRO-project Building for Nature (2013-2017) dat wordt gefinancierd door Stichting Innovatie Alliantie (SIA), en wordt uitgevoerd door een consortium van partijen (HZ University of Applied Sciences –Delta Academy (penvoerder) en o.a. Rijkswaterstaat, Projectbureau Zeeweringen, IMARES Wageningen UR). Voor het verzamelen van de organismen op de vooroever is specialistisch duikwerk vereist wat is uitbesteed aan Stichting Zeeschelp. Stichting Zeeschelp heeft de bemonstering van infauna, epifauna en bodemsedimenten verzorgd. De HZ heeft IMARES gevraagd om de infauna en epifauna gegevens te analyseren en te rapporteren. Er bestaat een nauwe relatie tussen dit onderzoek en de jaarlijkse monitoring van de vooroeveren waardoor het mogelijk is de ecologische ontwikkeling bij Schelphoek te vergelijken met die op andere locaties in de Oosterschelde.

Resultaten

De resultaten van dit onderzoek beschrijven de T0-situatie (augustus 2014) voor wat betreft het voorkomen van epi- en infauna soorten vóór het bestorten van de vooroever bij BfN locatie Schelphoek. Waarnemingen tijdens bemonstering laten zien dat de vooroever voor bestorten wordt gekenmerkt door een helling van fijn sediment met rifjes van Japanse oesters met daarop begroeiing. Op basis van de inventarisatie van soorten op hard substraat (epifauna op de oesterriffen) op 10 en 15 meter op BfN locatie Schelphoek kan worden geconcludeerd dat er in totaal 21 verschillende faunasoorten zijn aangetroffen die gedomineerd worden door een grote bedekking van de Japanse oester. Daarnaast zijn er soorten van onder andere hydroïdpolypen, mosdiertjes, zakpijpen en kokerbouwende organismen aangetroffen. De inventarisatie van zacht substraat soorten (infauna in het fijne sediment) op BfN locatie Schelphoek laat zien dat er 13 soorten zijn aangetroffen op 10 meter en 17 soorten op 15 meter diepte. Wormen (zowel borstelwormen als ringwormen) komen op beide diepten in de hoogste dichtheden voor. Daarnaast worden o.a. ook tweekleppigen, anemonen, geleedpotigen en hoefijzerwormen aangetroffen.

Conclusie & discussie

Door de resultaten van de T0-situatie bij BfN locatie Schelphoek te beschouwen in relatie tot de meerjarige resultaten van de monitoring van de vooroevers van de omliggende gebieden wordt meer inzicht verkregen in de ontwikkeling op gemeenschapsniveau. Op de BfN locatie is een mondingsgemeenschap aangetroffen die ook op de naastgelegen stortlocatie voorkomt (bestort in 2009). Echter de Japanse oester is op de BfN locatie Schelphoek veel dominantier dan op andere plekken waar dezelfde gemeenschap is aangetroffen. De soortenrijke gemeenschap in zacht substraat die is aangetroffen op de BfN locatie is vergelijkbaar met de gemeenschappen op de nabij gelegen locatie Westbout (ter referentie).

Vervolg

Eind 2014 is de bestorting bij BfN locatie uitgevoerd. Hierdoor zijn de bestaande gemeenschappen op de oude oever verdwenen doordat ze bedekt zijn door de nieuwe bestorting. De monitoring in de periode 2015-2017 zal laten zien hoe de rekolonisatie van flora en fauna verloopt op de nieuwe substraten. De mate van sedimentatie op het nieuwe substraat zal bepalend zijn voor de ontwikkeling van zacht substraat soorten.

Inleiding

Zowel in de Westerschelde als de Oosterschelde zorgt de getijdenstroming op een aantal locaties voor voortgaande erosie van de vooroever. De vooroever is het gedeelte van de waterkering dat permanent 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. Sinds 2009 voert Rijkswaterstaat bestortingen uit om de dijkstabiliteit en daarmee de bescherming tegen overstromingen te garanderen. Voor de vooroeverbestortingen wordt gebruik gemaakt van breukstenen, staalslakken en zeegrind.

Dijkversterkingen werden tot voor kort alleen vanuit een waterveiligheidsperspectief bekeken, waarbij de focus lag op het garanderen van de dijkstabiliteit volgens de wettelijke norm. Nieuwe inzichten zorgen er nu voor dat er bij het ontwerp en de aanleg van waterkeringen rekening wordt gehouden met potentiële baten voor natuur door de toepassing van bepaalde materialen en vormen die gunstig zijn voor vestiging van soorten. Dit bewust faciliteren van de ontwikkeling van verschillende habitats en meer diversiteit wordt *Building for Nature* genoemd (BfN) (Figuur 1). Dit concept biedt tevens bijkomende kansen voor recreatie (met name de duiksport) en visserij (met name kreeftenvisserij).



Figuur 1. *Building for Nature*: van dijk (links) naar "Rijke dijk" (rechts) (Bron: University of Applied Science, 2012).

In oktober 2014 is bij de locatie Schelphoek langs de noordkust van de Oosterschelde een vooroeverbestorting uitgevoerd met een aangepast ontwerp. Er is een zogenaamde ecologische toplaag van verschillende materialen, breuksteen en zandsteen, aangebracht op een basis van zeegrind. In het oorspronkelijke ontwerp was een basis van staalslakken voorzien, maar bij de uitvoering van het werk is vanwege beperkte beschikbaarheid van staalslakken voor zeegrind gekozen. Het doel van deze aangepaste bestorting is om de ecologische meerwaarde van dit ontwerp te kunnen onderzoeken. In de periode van 2014-2017 zal hier jaarlijks monitoring uitgevoerd worden om de kolonisatie en de ontwikkeling van het onderwaterleven op de nieuwe substraten te kunnen volgen. Hierbij wordt zowel gekeken naar soorten op hard substraat (epifauna) als zacht substraat (infauna). Voorliggend rapport is een uitgebreide beschrijving van het uitgevoerde ontwerp en het resultaat van de T0 monitoring (T₂₀₁₄) die voorafgaand aan de bestorting is uitgevoerd.

Doel van het onderzoek

Na aanleg zal het zeegrind met daarop de breuksteen en het zandsteen gekoloniseerd worden door epifauna en infauna. Dit onderzoek is gericht op het volgen van de ontwikkeling van de epifauna (=vastzittende organismen op hard substraat) en de infauna (=organismen die leven in het sediment dat op de nieuwe vooroever neerslaat). De hoofdvraag van dit onderzoek is als volgt:

Hoe verloopt de rekolonisatie en ontwikkeling van epifauna en infauna op de nieuwe bestorting van breuksteen, zandsteen en zeegrind bij BfN locatie Schelphoek, één jaar (T1-2015), twee jaar (T2-2016) en drie jaar (T3-2017) na de bestorting in vergelijking met de T0-2014?

Voorliggend rapport betreft een tussenrapportage met (1) een beschrijving van het ontwerp van de vooroeverbrestorting en (2) een beschrijving van de **T0-situatie in 2014** vóór het aanleggen van de vooroeverbrestorting met als hoofdvraag:

Beschrijf de T0-situatie met betrekking tot het voorkomen van epifauna- en infaunasoorten (soortenrijkdom en bedekking) op de oude vooroever op BfN-locatie Schelphoek in 2014?

In hoofdstuk 2 wordt het ontwerp van de vooroeverbrestorting toegelicht en de onderzoekshypothesen beschreven.

Betrokken partijen en taakverdeling

Dit onderzoek is onderdeel van het RAAKPRO-project Building for Nature: innovatie van dijken en vooroevers (2013-2017) dat wordt gefinancierd door Stichting Innovatie Alliantie (SIA) en wordt uitgevoerd door een consortium van partijen (HZ University of Applied Sciences –Delta Academy (penvoerder) en o.a. Rijkswaterstaat Zee en Delta, Projectbureau Zeeweringen, IMARES Wageningen UR). Voor het verzamelen van de organismen op de vooroever is specialistisch duikwerk vereist wat is uitbesteed aan Stichting Zeeschelp. Stichting Zeeschelp heeft de bemonstering van infauna, epifauna en bodemsedimenten verzorgd. De HZ heeft IMARES gevraagd om de infauna en epifauna gegevens te analyseren en te rapporteren. Naast het onderzoek van epifauna en infauna wordt ook gekeken naar het voorkomen van kreeften (*Homarus gammarus*) op de nieuwe vooroever. Dit onderdeel wordt getrokken door de Delta Academy en apart gerapporteerd.

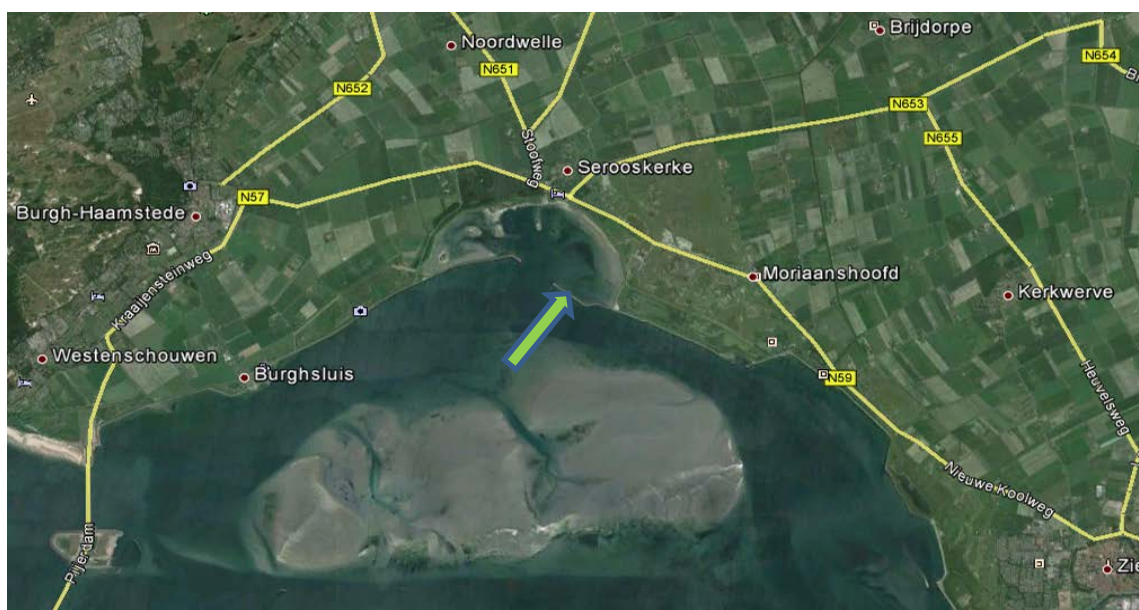
Relatie met ander onderzoek

In opdracht van Rijkswaterstaat worden in de Oosterschelde en Westerschelde de vooroeverbrestortingen die vanaf 2009 zijn uitgevoerd gemonitord. Het betreft het volgen van de rekolonisatie van epifauna- en infaunasoorten en het bepalen van zware metalen in organismen (zie monitoringsrapportages Van den Heuvel 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 in prep)). De monitoring bij Schelphoek wordt op een vergelijkbare manier uitgevoerd waardoor het mogelijk is om de ontwikkeling van organismen op de vooroever bij Schelphoek te vergelijken met andere stort- en referentielocaties in de Oosterschelde.

Methoden

Beschrijving van de onderzoekslocatie

Het gebied Schelphoek (Figuur 2) is gelegen aan de Oosterschelde in de buurt van Serooskerke op het eiland Schouwen-Duiveland. Het gebied is ontstaan door een dijkdoorbraak tijdens de watersnoodramp in 1953. Er is een ringdijk aangelegd rondom de bres die is ontstaan. Op de plek van de voormalige dijk zijn nu nog twee grote strekdammen aanwezig. De onderzoekslocatie betreft een deel van de vooroever van de Oostelijke havendam.



Figuur 2. Overzicht van Schelphoek en directe omgeving. De pijl geeft de ligging van het onderzoeksgebied aan (Bron: Google Earth).

De oostelijke havendam is een van de zogenaamde 'Cluster 2'-locaties (deellocatie 4.3) waar in de zomer en het najaar van 2014 een vooroeverbrestoring is uitgevoerd in opdracht van Rijkswaterstaat. In deze periode zijn ook bestortingen uitgevoerd bij Burghsluis en Zierikzee. De werkzone betreft een zone van 200 strekkende meters langs de oostelijke havendam (horizontaal) en betreft de golfzone tot het diepste deel waar de oorspronkelijke vooroever ophoudt (verticaal) (Figuur 5). De bestorting van zandsteen en breuksteen bevindt zich in de stroomzone. In 2010 zijn aansluitend aan de oostkant van deze werkzone reeds bestortingen uitgevoerd met staalslakken en breuksteen (Cluster 1).

Op basis van veldwaarnemingen door Stichting Zeeschelp is een beschrijving gemaakt van de vooroever voor de uitvoering van de bestorting. De vooroever beneden de wierzone wordt gekenmerkt door een helling van fijn sediment met riffen van oesters met daarop begroeiing van hard-substraat-soorten (Figuur 3 en Figuur 4). Fijn sediment is gesedimenteerd op de oeverbrestoring van breuksteen. De oevert heeft verhang van ongeveer 1:3. Japanse oesters vormen er rijfjes van maximaal 0,5m x 0,2m met daarop begroeiing van hard-substraat-soorten. Tussen de 5,1 en 14,3 meter –NAP is ongeveer 11% van de helling bedekt met oesters. Boven de 5,1 meter NAP is de bodem voor 100% bedekt met oesters.

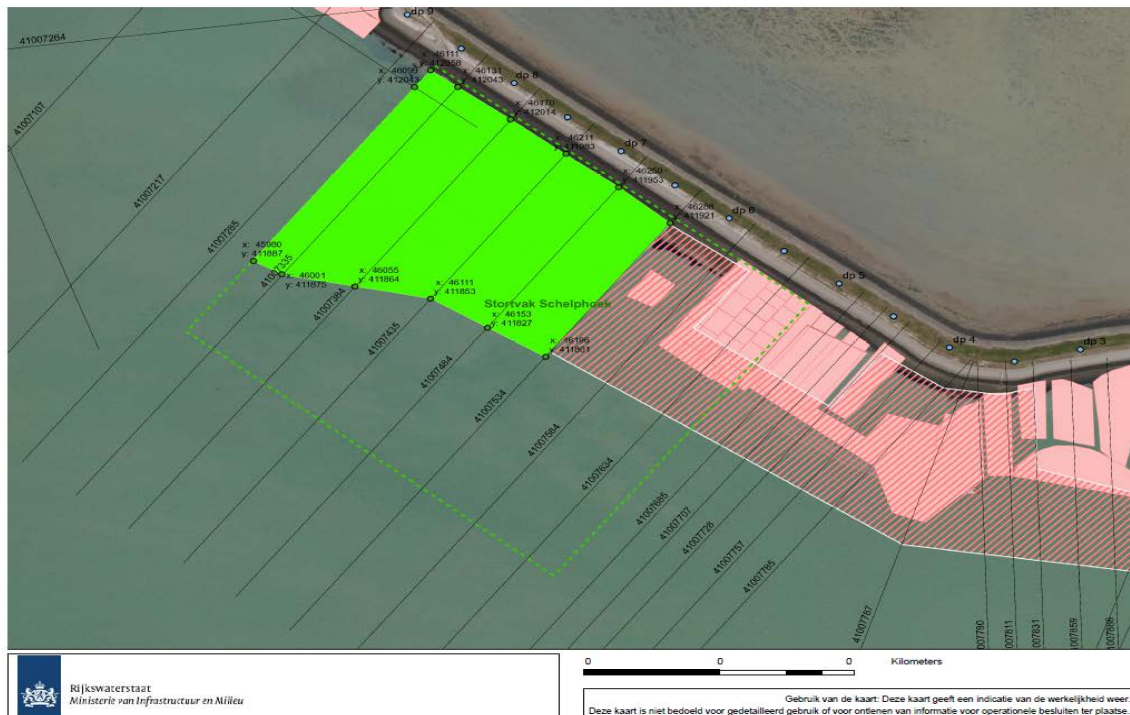


Figuur 3. Foto van de oesterrijke variant van de mondingsgemeenschap MZ-1 beneden 5m NAP bij BfN-locatie Schelphoek voor aanleg van de nieuwe vooroever. Japanse oesters zijn er begroeid met de sliertige broodspans, golfbrekeranemonen, hydroidpoliepen en mosdiertjes (Foto genomen in augustus 2014 door Marco Dubbeldam, Stichting Zeeschelp).



Figuur 4. Foto van de fijnzandige bodem tussen de oesterrifjes in het circalittoraal bij BfN-locatie Schelphoek met viltkokeranemonen en brokkelsterren, voor aanleg van de nieuwe bestorting. (Foto genomen in augustus 2014 door Marco Dubbeldam, Stichting Zeeschelp).

Er zijn verschillende vormen van menselijk gebruik langs de havendam of in de nabije omgeving. Het vak wat bestort is, valt binnen de zone van een vergunning houdende kreeftenvisser. In het seizoen (maart t/m 15 juli) wordt hier met korven gevist op Europese kreeft (*Homarus gammarus*) die voorkomt op de vooroevers van dijken (evenals de zachte bodem). Ook zijn er langs de oostelijke havendam twee duiklocaties gelegen (Figuur 6). Hier wordt vooral gedoken door meer ervaren duikers (vanwege snel toenemende diepte en soms harde getijdenstroming). Aan de binnenzijde van de havendam en aan de overkant van de geul in de Oosterschelde (nabij de Roggeplaat) zijn schelpdierpercelen gelegen.



Figuur 5. Deellocatie 4.3. Op het met groen aangegeven deel is de BfN-vooroeverbesteding uitgevoerd. In het roze gearceerde gebied liggen eerdere bestortingen met staalslakken die zijn uitgevoerd in 2010; oeverwerken staan met egaal roze aangeduid (Bron: Rijkswaterstaat).



Figuur 6. Duiklocaties bij de oostelijke strekdam. Links: Schelphoekdam - De Punt (nummer 42b) Rechts: Schelphoek – Weversinlaag - Caroline (nummer 42a) (Bron: www.vvvzeeland.nl).

BfN ontwerp Schelphoek

De vooroeverbestorting bij Schelphoek betreft geen reguliere bestorting, aangezien er voor deze locatie is nagedacht over een aangepast ontwerp met als doel om te onderzoeken hoe de biodiversiteit van de vooroever kan worden vergroot. Onder leiding van aannemer De Vries en Van der Wiel zijn in het voorjaar van 2014 drie ontwerpessies gehouden waarbij vertegenwoordigers betrokken waren van IMARES, Deltares, Stichting Zeeschelp, NOB, HZ, RWS en de Vereniging van beroepsvissers ZW-Nederland.

Uitgangspunten ontwerp

Bij deze sessies is een aantal uitgangspunten gehanteerd, die vastgesteld door Rijkswaterstaat:

- Een basislaag van een bestorting van staalslakken¹. Hierop wordt het BfN-ontwerp vormgegeven.
- Streven naar een optimalisatie in het gebruik van stortsteen (of in combinatie met andere materialen) die bijdraagt aan een verhoging van de biodiversiteit (natuurwaarden) met behoud van dijkstabiliteit;
- Het ontwerp moet financieel en technisch haalbaar zijn als het op grote schaal wordt uitgerold, bijvoorbeeld binnen de dijkversterking van Cluster 3 (2016);
- De ontwerpen op de locatie Zuidhoek – De Val bij de Zeelandbrug dienen als inspiratie;
- Streven naar een multifunctioneel ontwerp, waar naast natuurwaarden ook ander medegebruik kan worden geoptimaliseerd (bijvoorbeeld vestigingsmogelijkheden voor kreeften t.b.v. de kreeftenvisserij).

¹ Door een tekort aan staalslakken op de markt is tijdens het uitvoeren van de bestorting gekozen voor het gebruik van **zeegrind in plaats van staalslakken** (dit is niet in de workshop bepaald).

Ontwerpbeschrijving

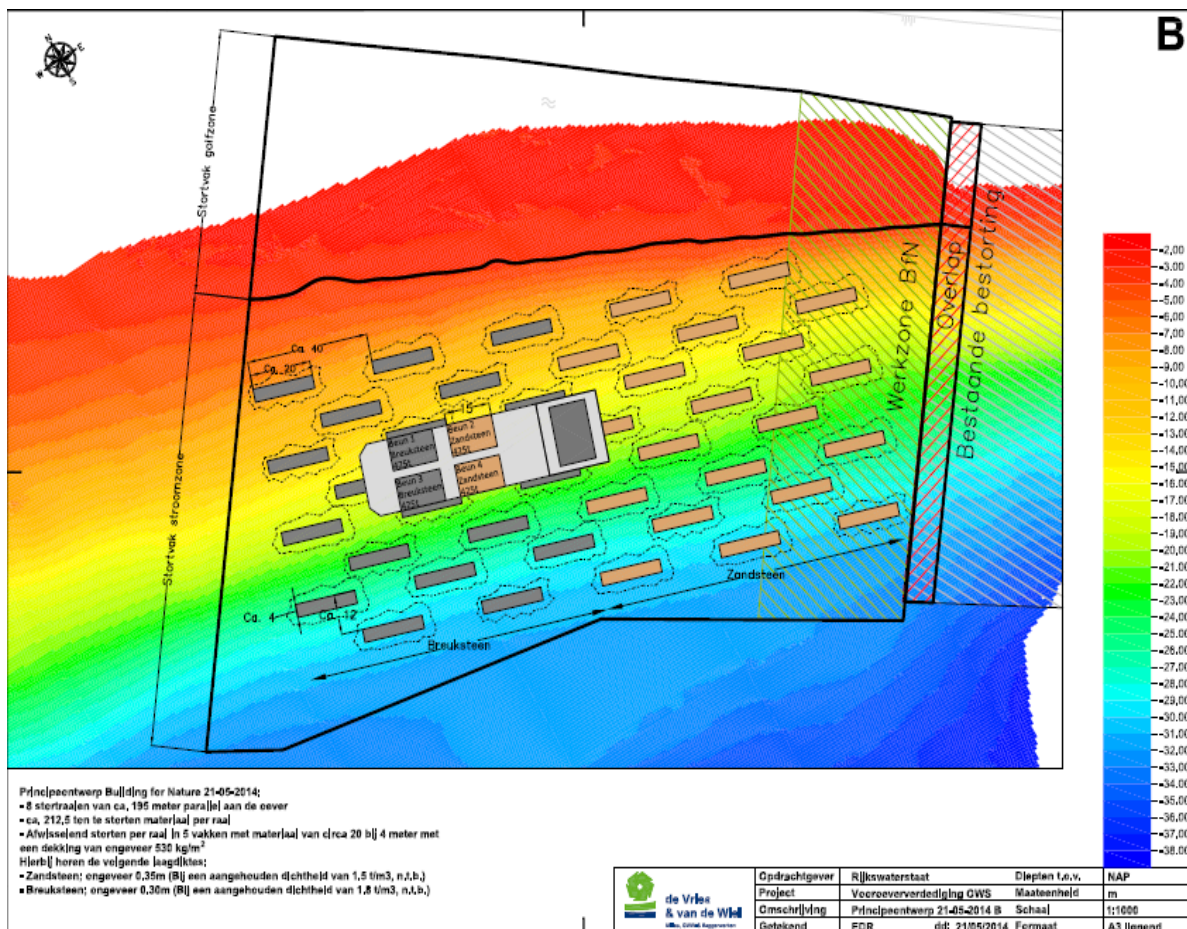
Uit de sessies is uiteindelijk het definitieve ontwerp voortgekomen: een grondlaag van staalslakken¹ die gedeeltelijk wordt overstort met hopen van grotere brokken breuksteen dan wel zandsteen (Figuur 7). Omdat tijdens de uiteindelijke keuze is voor zeegrond vormt dit dus de basislaag in plaats van staalslakken. Het zeegrond bestaat uit stenen met een doorsnede tussen 32-64 mm en is afkomstig van het Verenigd Koninkrijk (Bron: Rijkswaterstaat). Daar bovenop worden 20 hopen breuksteen en 20 hopen zandsteen aangebracht (zie details van de bestortingsmaterialen in Tabel 1). De sortering van 10-300 kg voor breuksteen en zandsteen geeft aan dat 10% van de stenen een diameter < 18cm heeft en 70% van de stenen een diameter > 60cm heeft. Het ontwerp wordt aangelegd in acht storttraaien van ieder 195 meter parallel aan de oever op een diepte van ongeveer 5 tot 30 meter.

Tabel 1. Gegevens over de breukstenen en zandstenen bestortingen.

	Hoeveelheid (x 1000 kg)	Sortering (kg)	Gemiddelde laagdikte (m)	Herkomst
Breuksteen	850	10-300	0.30	Carrière de Rondia (Oost-België)
Zandsteen	850	10-300	0.35	Zandsteengroeve Marchin (Oost-België)

Aanleg

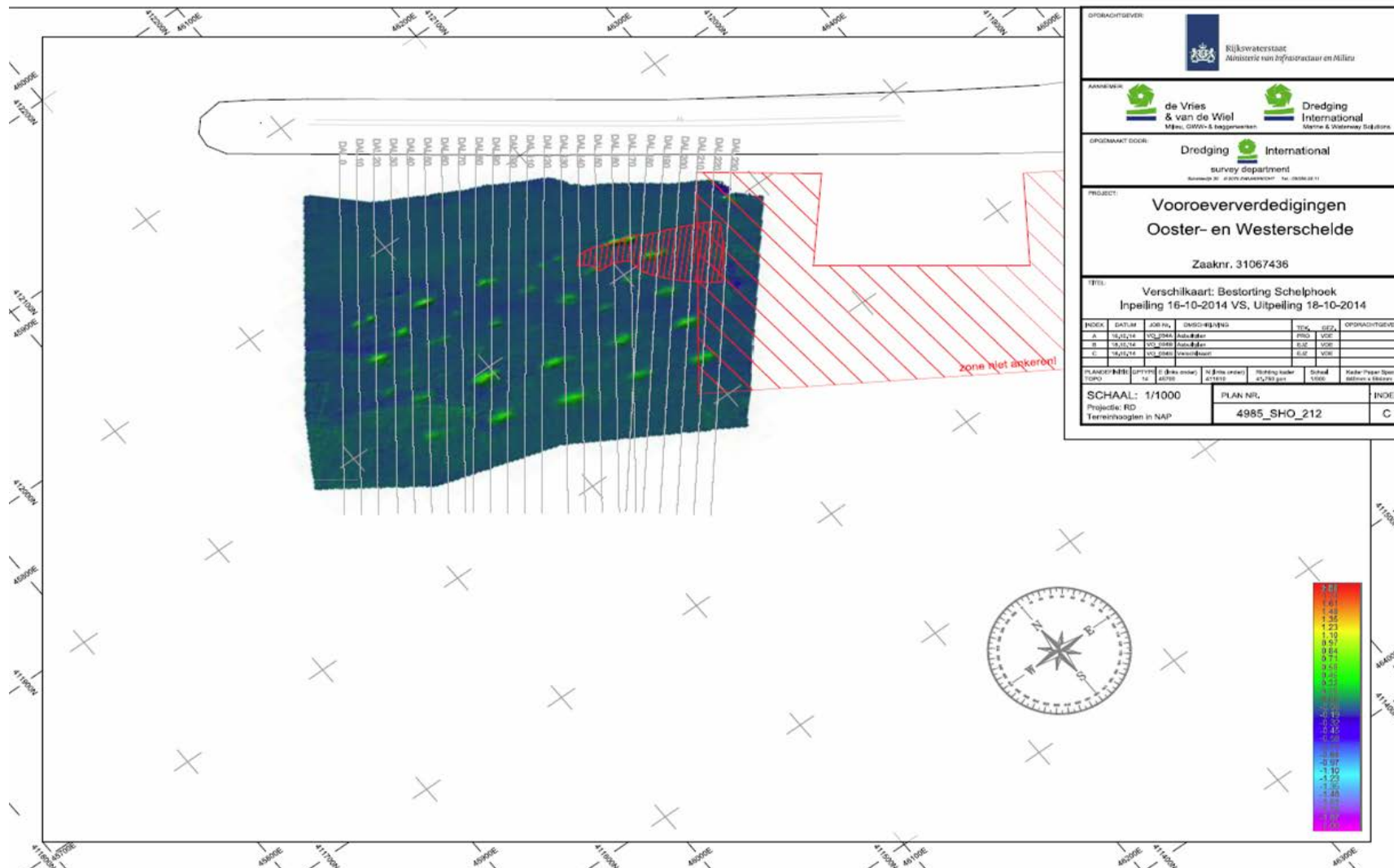
Het aanbrengen van het ontwerp op de stortlocatie heeft plaats gevonden van 16 t/m 20 oktober 2014. De breuksteen en zandsteen zijn gestort met een zijstorter (Figuur 8). Na plaatsing is een scan uitgevoerd om na te gaan of de plaatsing correct is uitgevoerd (Figuur 9). Op deze scan is zichtbaar dat de hoogte van de hopen varieert van 6 cm hoogte vanaf de bodem tot ca. 40-60 cm hoogte bij zowel de zandsteen- als de breuksteenhoppen.



Figuur 7. Bovenaanzicht van het proefgebied. Op een grondlaag van zeegrind (niet aangegeven) zijn stroken breuksteen (grijs) en zandsteen (bruin) gestort (Bron: Rijkswaterstaat/de Vries & van de Wiel).



Figuur 8. De gevulde zijstorter op weg naar de Schelphoek. In de bakken bij de steven zit de bruinkleurige zandsteen; in de andere bakken de grijskleurige breuksteen (Bron: De Vries en van de Wiel)



Figuur 9. De verschillende kleuren geven de hoogteligging van de breuksteen en zandsteen hopen (groene vlekken) ten opzichte van de ondergrond aan. De grove arcering (in rood) is het gebied van een vroegere bestorting die is uitgevoerd in 2009 met staalslakken. De bestorting met zeegrind overlapt 10 meter met deze oude bestorting. Het gebied met de fijne arcering (in rood) geeft een gebied aan waar een kuil is opgevuld met zeegrind om de gewenste hellingshoek te bereiken.
Bron: Rijkswaterstaat.

Ecologie van substraten

Hieronder wordt ingegaan op wat er bekend is over de ecologische betekenis en wat hierover bekend is van breuksteen, zandsteen en zeegrind in het sublittoraal van de Oosterschelde.

Dat **breuksteen** in de Oosterschelde rijk begroeid kan zijn, is goed gedocumenteerd. Al sinds de jaren tachtig wordt de epifauna structureel gemonitord (De Kluijver en Dubbeldam, 2003). Breuksteen in het sublittoraal is, afhankelijk van de locatie, begroeid met onder andere diverse soorten sponzen, hydroïdpoliepen, anemonen, bryozoa, zakpijpen en schelpdieren. De laatste jaren worden steeds vaker staalslakken gebruikt in plaats van breuksteen. Van 2009 tot heden is uitgebreid onderzoek uitgevoerd naar effecten van de bestortingen op het bodemleven waaronder ook de vastzittende organismen op hard substraat op breuksteen en staalslakken in opdracht van Rijkswaterstaat (zie monitoringsrapportages: Van den Heuvel-Greve et al., 2010; Van den Heuvel-Greve et al., 2011a; Van den Heuvel-Greve et al., 2011b; Van den Heuvel-Greve et al., 2012; Van den Heuvel-Greve et al., 2013; Tangelder et al., 2014; Tangelder et al., 2015 in voorbereiding). Hieruit komt naar voren dat na bestorten de nieuwe vooroever snel gekoloniseerd wordt door organismen en er zich een pionier gemeenschap ontwikkelt. Vijf jaar na bestorten zijn gemeenschappen echter nog niet altijd hetzelfde als in de situatie voor bestorten. Dit kan een effect van het bestorten zijn maar ook te maken hebben met ruimtelijke en temporele variatie, omdat ongestoorde locaties ook variatie laten zien. Op gemeenschapsniveau zijn geen verschillen te zien tussen de rekolonisatie van vastzittende soorten op breuksteen in vergelijking tot staalslakken (zie Tangelder et al., 2015 in voorbereiding).

Van de aangroei op **zandsteen** in het sublittoraal is weinig bekend omdat het, voor zover bekend, nog niet eerder in de Oosterschelde is toegepast en onderzocht, anders dan de kalkrijke Vilvoordse zandsteen die vroeger vaak als taludbekleding is gebruikt. Zandsteen komt langs de Noordzee van nature voor, bijvoorbeeld langs de kusten van Frankrijk, België en Groot-Brittannië, en op het eiland Helgoland (Duitsland). Uit monitoringstudies op zandstenen ondergronden blijkt dat hierop een gevarieerde sublittorale levensgemeenschap mogelijk is (De Kluijver, 1991; Wood, 1990; De Kluijver, pers. comm.). Rechtstreekse vergelijkingen met de minder poreuze, hardere breuksteen zijn echter nog niet eerder in het sublittoraal uitgevoerd.

Voor zover bekend is er in Nederland nog geen onderzoek verricht naar de ontwikkeling van epi- en infauna op **zeegrind**. Meestal wordt zeegrind als ondergrond gebruikt waar vervolgens nog een afdeklaag overheen wordt gestort. Op de onderzoekslocatie was dit ook het oorspronkelijke plan: er zou een afdeklaag van staalslakken komen waar de breuksteen- en zandstenenhoppen op zouden worden gestort. Daarvan is afgeweken vanwege schaarste op de markt voor staalslakken (Rijkswaterstaat, pers. comm.).

Hypothesen

Ontwikkeling van hard substraat soorten

De hypothese voor ontwikkeling van hard substraat soorten is dat er verschillen zullen ontstaan in de rekolonisatie van zandsteen en breuksteen door het verschil in eigenschappen van deze substraten (o.a. ruwheid en porositeit). Mogelijk vestigt de ene daardoor soort beter op het ene substraat dan op het andere. De verwachting is daarom dat er op de oever als geheel meer diversiteit zal zijn met variatie in bedekking en soorten op zandsteen en breuksteen. Daarnaast is de verwachting dat de breuksteen- en zandsteenbestorting tot vestiging van een grotere diversiteit van soorten en andere gemeenschappen zullen leiden in vergelijking met een bestorting met zeegrind. Dit omdat een substraat met een grovere sortering (breuksteen en zandsteen) tot grotere biodiversiteit zal leiden (door een grotere variatie in het voorkomen van holtes, hoog/laag, licht/donker, geëxponeerd/luw etc.) vergeleken met de relatief dichte pakking van de zeegrindbestorting. Ook is de verwachting dat het zeegrind zou kunnen 'rollen' waardoor soorten zich minder goed kunnen vestigen, terwijl breuksteen en zandsteen een stabiel oppervlak vormen. De verwachting is dat er ook kleine verschillen zullen optreden in de ontwikkeling van soorten op breuksteen vergeleken met zandsteen vanwege de verschillen in eigenschappen van deze substraten

(ruwheid, vorm, porositeit en samenstelling).

Ontwikkeling van zacht substraat soorten

De hypothese voor ontwikkeling van zacht substraat soorten is dat de gemeenschappen die ontwikkelen in het sediment dat neerslaat op het zeegrond anders zullen zijn (type soorten, diversiteit en dichtheden) dan de zacht substraat soorten die in het sediment op en tussen breuksteen en zandsteen ontwikkelen. Dit omdat de verwachting is dat aanwezigheid van de hopen breuksteen en zandsteen de stroming en sedimentatie van grof en fijn zwevend materiaal beïnvloeden. De verwachting is dat zacht substraat gemeenschappen in het sediment op breuksteen en zandsteen weinig van elkaar zullen verschillen, omdat het type materiaal van minder invloed zal zijn op de bodemgemeenschap in tegenstelling tot de sortering van het materiaal.

Voor beide hypothesen geldt dat ze binnen de scope (T0-meting tot T3-meting) van dit onderzoek niet tot in detail getest kunnen worden, maar dat een beschrijvend onderzoek wordt uitgevoerd dat waardevolle eerste inzichten kan opleveren in het gebruik van verschillende typen substraat en ontwerpvormen op de vooroever.

T0 bemonstering

Hier wordt ingegaan op de bemonstering zoals die voor de T0-monitoring (dus de situatie alvorens de aanleg van de vooroeverbestorting) is uitgevoerd op 5 augustus 2014. De bemonstering van epifauna, infauna en sediment is uitgevoerd door Stichting Zeeschelp. 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.

Epifauna

In het sublitoraal (onder de laagwaterlijn) zijn opnamen gemaakt op twee diepten: 10 en 15 meter beneden NAP. Op elke diepte zijn binnen drie kwadranten (totaal 31 dm²) de bedekkingspercentages van alle sessiele (=vastzittende) organismen in verticale projectie geschat. De organismen zijn voor zover mogelijk onder water gedetermineerd, en uit elk kwadrant zijn monsters meegenomen voor verdere determinatie onder de microscoop. De vooroever op 10 en 15 meter betreft een laag fijn sediment die is gesedimenteerd op de oude oeverbestorting met riffen van Japanse oesters en daarop begroeiing. De Japanse oesters vormen dus het hard substraat waarop weer organismen zijn ontwikkeld. De epifaunabemonstering heeft plaatsgevonden op deze riffen van Japanse oesters. Voor meer informatie over de gehanteerde protocollen zie De Kluijver et al. (2015, in prep).

Infauna

De biota van de zachte substraten (infauna) zijn bemonsterd met behulp van steekbuizen op dezelfde dieptes als de epifauna: 10 en 15 meter diepte. Per diepte zijn 6 steekbuizen (6,5 cm doorsnede) genomen tot circa 30 cm in de waterbodem. Op elke diepte zijn twee deelmonsters gemaakt door samenvoeging van de inhoud van drie steekbuizen. Elk deelmonster is vervolgens over 1 mm gezeefd en gefixeerd met borax gebufferde formaline (4%). De monsters zijn uitgezocht, geïdentificeerd en geteld in het laboratorium van IMARES. Het identificeren gebeurde zoveel mogelijk op soortniveau. Dit is niet altijd mogelijk, omwille van het feit dat door de monsternamen en het zeven het kan voorkomen dat er alleen fragmenten van een organisme aanwezig waren die determinatie tot op soortniveau niet toelieten. Daarnaast is er in een periode gemonsterd waarin veel soorten in juveniele stadia aanwezig waren. In een juveniel stadium zijn nog niet altijd alle kenmerken van een soort aanwezig om de soort volledig op naam te kunnen brengen. Deze juveniele stadia zijn gedetermineerd tot het laagst mogelijke taxonomische niveau. Voor een gedetailleerde beschrijving van de determinatie aanpak en de naamgeving van de soorten zie Tangelder et al., 2015 (in prep). In Figuur 9 staat een overzicht van een deel van verschillende phyla infauna die men kan verwachten in de Oosterschelde.



Figuur 10. Voorbeelden van verschillende phyla infauna die voorkomen in de Oosterschelde: Annelida, Bryozoa, Nemertea (foto: www.dnr.sc.gov/marine), Arthropoda, Cnidaria (www.actinaria.com), Phoronida (foto: Peter Grobe via Flickr), Mollusca, Echinodermata en Platyhelminthes (foto's van IMARES door Emiel Brummelhuis tenzij anders vermeld).

Sedimentkarakteristieken

Binnen dit onderzoek is ook gekeken naar de samenstelling van het bodemsediment. De korrelgrootte verdeling van de bovenste centimeter van de sedimentlaag zijn bepaald door de monsters te zeven over zeven gekalibreerde zeven (2.8-0.053 mm).

Per zeefklasse is het drooggewicht bepaald en uitgedrukt als percentage van het totale monstergewicht. Omdat de verdeling van de fracties niet normaal bleek te zijn, is op basis van de dominante fracties een sedimenttypologie opgesteld (Tabel 2). Wanneer, door een recente verstoring (bv. omwoeling van de bodem), de sedimenten een tweetoppige verdeling vertonen, wordt dit sediment aangeduid als een verstoord (dis) grover type. Voor meer informatie over de samenstelling van bodemsedimenten in de Oosterschelde zie De Kluijver et al. (2015, in prep).

Tabel 2. Typologie voor bodem sedimenten

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

Resultaten T0-meting

Soorten van hard substraat (epifauna)

Resultaten monitoring BfN locatie Schelphoek

De werkelijk bemonsterde dieptes zijn 7,9 meter en 12, 5 meter. De aangetroffen soorten en hun bedekking per diepte zijn weergegeven in Tabel 3. Op het diepste station zijn 21 soorten aangetroffen behorende tot zes phyla (taxonomische groepen) en op het ondiepe station zijn 20 soorten behorende tot zeven phyla. Op beide diepten wordt de bedekking gedomineerd door de Japanse oester (*Crassostrea gigas*). Daarnaast zijn er soorten van onder andere hydroidpolypen, mosdiertjes, zakpijpen en kokerbouwende organismen aangetroffen. Ook is op beide diepten sedimenttype VI (zeer fijn zand) gevonden. Voor de ruwe data van de sedimentmetingen, zie Bijlage A.

Tabel 3. Overzicht van de bedekkingspercentages van de aanwezige soorten epifauna op twee verschillende diepten bij de BfN locatie Schelphoek in 2014.

Latijnse naam	Nederlandse naam	Fylum	Bedekking % 12.5 m diepte	Bedekking % 7.9 m diepte
<i>Crassostrea gigas</i>	Japanse oester	Bivalvia	66.7	63.3
<i>Obelia bidentata</i>		Cnidaria	2.0	12.0
<i>Diplosoma listerianum</i>	Geleikorstzakpijp	Chordata	7.0	4.3
<i>Bugula plumosa</i>	Gepluimde hoorncelpoliep	Bryozoa	2.0	8.0
<i>Scrupocellaria scruposa</i>		Bryozoa	4.0	5.3
<i>Obelia dichotoma</i>		Cnidaria	1.3	4.0
<i>Anguinella palmata</i>		Bryozoa	5.0	0.0
<i>Halecium halecinum</i>	Haringgraat	Cnidaria	2.3	2.0
<i>Eudendrium ramosum</i>	Boompjeshydroïd / Haarpijpe / Zeeboompje	Cnidaria	3.3	0.2
<i>Sagartia elegans</i>	Sierlijke slibanemoon	Cnidaria	2.0	0.3
kokerbouwende organismen		Annelida	1.7	0.5
<i>Halichondria bowerbanki</i>	Sliertige broodspoons	Porifera	1.7	0.2
<i>Clytia hemisphaerica</i>	Getand zeemos / Kleine klokpoliep	Cnidaria	0.5	0.5
<i>Didemnum vexillum</i>		Chordata	0.7	0.3
<i>Metridium senile</i>	Zeeanjelier	Cnidaria	0.2	0.7
<i>Bicelliarella ciliata</i>		Bryozoa	0.3	0.3
<i>Leucosolenia variabilis</i>	Grillige buisjesspons	Porifera	0.2	0.2
<i>Mytilus edulis</i>	Mossel	Bivalvia	0.2	0.2
<i>Styela clava</i>	Japanse zakpijp / Knotszakpijp	Chordata	0.0	0.3
<i>Diadumene cincta</i>	Baksteenanoemoon / Golfbrekeranoemoon	Cnidaria	0.2	0.0
<i>Electra pilosa</i>	Harige vliescelpoliep	Bryozoa	0.2	0.0
<i>Lanice conchilega</i>	Schelpkokerworm	Annelida	0.0	0.2
<i>Sabella pavonina</i>	Pauwkokerworm / Slijkkokerworm / Waaierkokerworm	Annelida	0.2	0.0
<i>Pedicellina cernua</i>		Entoprocta	0.0	0.2
Onbedekt			33.3	36.7

Relatie met en resultaten van jaarlijkse monitoring vooroevers Oosterschelde

Het voorkomen van sublitorale gemeenschappen op stort- en referentielocaties is onderzocht binnen de jaarlijkse monitoring van de vooroevers die wordt uitgevoerd door IMARES, Stichting Zeeschelp en TNO in opdracht van Rijkswaterstaat (zie samenvattende monitoringsrapportage van de Ooster- en Westerschelde Tangelder et al., 2015 in prep). Binnen de jaarlijkse monitoring van vooroevers zijn langs de zuidkust van Schouwen-Duiveland in 2014 de stortlocaties Schelphoek, Cauwersinlaag en Zuidhoek de Val/Zeelandbrug (bestort in 2009/2010) en Zierikzee (bestort in 2014) onderzocht. Daarnaast zijn er verschillende referentielocaties bemonsterd: Westbout, Burghsluis, Plompetoren, Flauwersinlaag, Kisternol, Lokkersnol, Weldamseweg, Kurkenol, Zuidbout en Zijpe (zie Tangelder et al., 2015 in prep). De analyse van sublitorale gemeenschappen is uitgevoerd door Stichting Zeeschelp (zie technisch rapport hard substraat De Kluijver et al., 2015 in prep). Figuur 10 geeft een samenvatting van de resultaten van de analyse van de sublitorale gemeenschappen in de Oosterschelde in de periode 2009-2014. Voor een overzicht van de soorten en bedekking binnen de gemeenschappen zie Bijlage B. Daarbij is in de sublitorale zone op drie verschillende dieptes bemonsterd: 1.5-4.0 meter (infralitorale zone), 4.1-10.0 meter en 10.1-18.5 meter (circalitorale zone). Binnen deze monitoring is BfN-locatie Schelphoek (dit komt overeen met monitoringslocatie Schelphoek-westII) onderzocht op drie verschillende dieptes in 2010 en in 2014 (gecombineerde monitoring met het BfN-project).

Infralitoraal (wierzone)

In 2010 komt in het infralitoraal op de BfN-locatie Schelphoek de gemeenschap I7 voor (Figuur 10). In deze zone is een laag zand aanwezig op de oude oeverbestorting en zijn oesterriffen aanwezig. De bemonstering is uitgevoerd op een oesterrif. Gemeenschap I7 wordt gekenmerkt door Japanse oester met daarop verschillende soorten roodwieren (o.a. *Heterosiphonia japonica*, *Polysiphonia nigrescens*, *Polysiphonia violacia*, *Cystoclonium purpureum* en *Hypoglossum pypoglossoides*), groenwieren (o.a. *Ulva spec.*) en bruinwieren (o.a. *Sargassum muticum*). Binnen deze gemeenschap komen in de Oosterschelde in totaal 81 soorten voor (gemiddeld 25 soorten van 37 bemonsteringslocaties). Deze gemeenschap is ook aangetroffen bij locaties Flauwersinlaag, Kistersnol en Weldamseweg.

In 2014 heeft de I7 gemeenschap plaatsgemaakt voor de soortenarme I9 gemeenschap die nergens anders in de Oosterschelde is aangetroffen. Dit is een gemeenschap van Japanse oester met roodwieren (o.a. *Caulacantus okamurae* en *Polysiphonia nigrescens*) en groenwieren (o.a. *Ulva spec.*) met een totaal van 18 soorten (betreft alleen dit station).

Circalitoraal (fauna gedomineerde zone)

In 2011 komt in het circalitoraal op de BfN-locatie Schelphoek de gemeenschap C1b1 voor op beide bemonsterde dieptes (Figuur 10). De gemeenschap wordt gedomineerd door de Japanse oester, kokerbouwende organismen, kolonievormende zakpijpen (*Diplosoma listerianum* en *Didemnum vexillum*) en hydroïdpoliepen (*Eudendrium ramosum* en *Halecium halecinum*). Er zijn geen soorten karakteristiek voor deze gemeenschap, enkel het roodwier (*Nitophyllum punctatum*) is ertoe beperkt. Binnen deze gemeenschap komen 59 soorten voor (gemiddeld 21 soorten van 45 stations). De C1b1 gemeenschap is ook aangetroffen in het Hammen en de centrale kom tot op de oostelijke locatie Zuidbout.

In 2014 heeft de C1b1 gemeenschap plaatsgemaakt voor de mondingsgemeenschap Mz-1 (Figuur 3). Deze gemeenschap wordt gedomineerd door Japanse oesters, hydroïdpoliepen (*Obelia dichotoma* en *Halecium halecium*), een zeeanjelier (*Metridium senile*), bryozoën (*Scrupocellaria scruposa* en *Anguinella palmata*) en een kolonievormende zakpijp (*Diplosoma listerianum*). Binnen deze gemeenschap komen 40 soorten voor (gemiddeld 20 soorten van 8 stations). De mondingsgemeenschap Mz-1 komt ook voor in het circalittoraal (beneden 4m -NAP) op de oostelijke naastgelegen stortlocatie (Schelphoek west/midden/oost), hoewel dit een oesterarme variant betreft. De gemeenschap wordt hier gevonden op stukjes oesterrif op het fijnzandige talud, maar de gemeenschap komt algemeen voor langs de noordkust van Noord-Beveland (hard substraat monitoring Stichting Zeeschelp).

Year	Westbt	Burg	Pit	Sch-w breuk	Sch-m breuk	Sch-m stsl	Sch-o breuk	Flau	Kis	Lok	Lok-o breuk	Ww	Zier	Kul	Zeel-w breuk	Zeel	Val	Zuidb	Zijpe-B	Zijpe-Z	Zijpe-r
2009	0.0-2.5			I5									I7			I5			I3		I3
	2.6-5.0		I1a	I5					I4b	I5	I5		I5	I5	I5	I5			I4a	I3	I3
	5.1-7.5				I7				C1b1	C1b1	I-diep1		C1b1	C1b1	C1b1	C3	C1b1		Z2b	Z2b	veen
	7.6-10.0	C2	C1a	M1a	C1b1		M5a		M1b							C1a					
	10.1-12.5																				
	12.6-15.0				C1b1																
	15.1-17.5						M5a									C1e1					
	17.6-20.0								M1b							C1e1				Z2b	
20.1-22.5		C1a														C1b1					
22.6-25.0																					
2010	0.0-2.5		I1a	I2a1	I1a	I7							I7						I3		I3
	2.6-5.0												I-diep1	I5					I4a	I3	I3
	5.1-7.5		M1a																Z2b	Z2b	veen
	7.6-10.0																				
	10.1-12.5																				
	12.6-15.0																				
	15.1-17.5																				
	17.6-20.0																				
20.1-22.5																					
2011	0.0-2.5		I2a1	I1a									I7						I4a		I3
	2.6-5.0																				
	5.1-7.5																		Z2b	Z2b	veen
	7.6-10.0	C2																			
	10.1-12.5																				
	12.6-15.0																				
	15.1-17.5																				
	17.6-20.0																				
2012	0.0-2.5		I1a	I1a															I3		I3
	2.6-5.0																				
	5.1-7.5																				
	7.6-10.0																				
	10.1-12.5	C2																			
	12.6-15.0																				
	15.1-17.5																				
	17.6-20.0																				
2013	0.0-2.5		I1a	I1a															I7	I3	I3
	2.6-5.0																				
	5.1-7.5																		Z2b	Z2b	veen
	7.6-10.0																				
	10.1-12.5																				
	12.6-15.0																				
	15.1-17.5																				
	17.6-20.0																				
2014	0.0-2.5		I1a	I9	I7														I3		I3
	2.6-5.0																				
	5.1-7.5																				
	7.6-10.0																				
	10.1-12.5																				
	12.6-15.0																				
	15.1-17.5																				
	17.6-20.0																				

Figuur 11. Verdeling van de sublittorale levensgemeenschappen op hard substraat langs de kust van Schouwen-Duiveland in de periode 2009-2014. Van links naar rechts: Westbout, Burghsluis-west, Burghsluis, Plompetersen, **Schelphoek-westII (komt overeen met BfN locatie, aangegeven met paars kader)**, Schelphoek-west, Schelphoek-midden, Schelphoek-oost, Flauwers inlaag, Kisternol, Lokersnol, Weldamseweg, Zierikzee, Kurkenol, Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-west, Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-midden, Zuidhoek-De Val/Zeelandbrug-oost, Zuidbout, Zijpe Blindedam, Zijpe Zoetersbout, Zijpe-referentie. Breuk = breukstenen bestorting, staal = staalslakkenbestorting (Bron: De Kluijver et al., 2015 in prep).

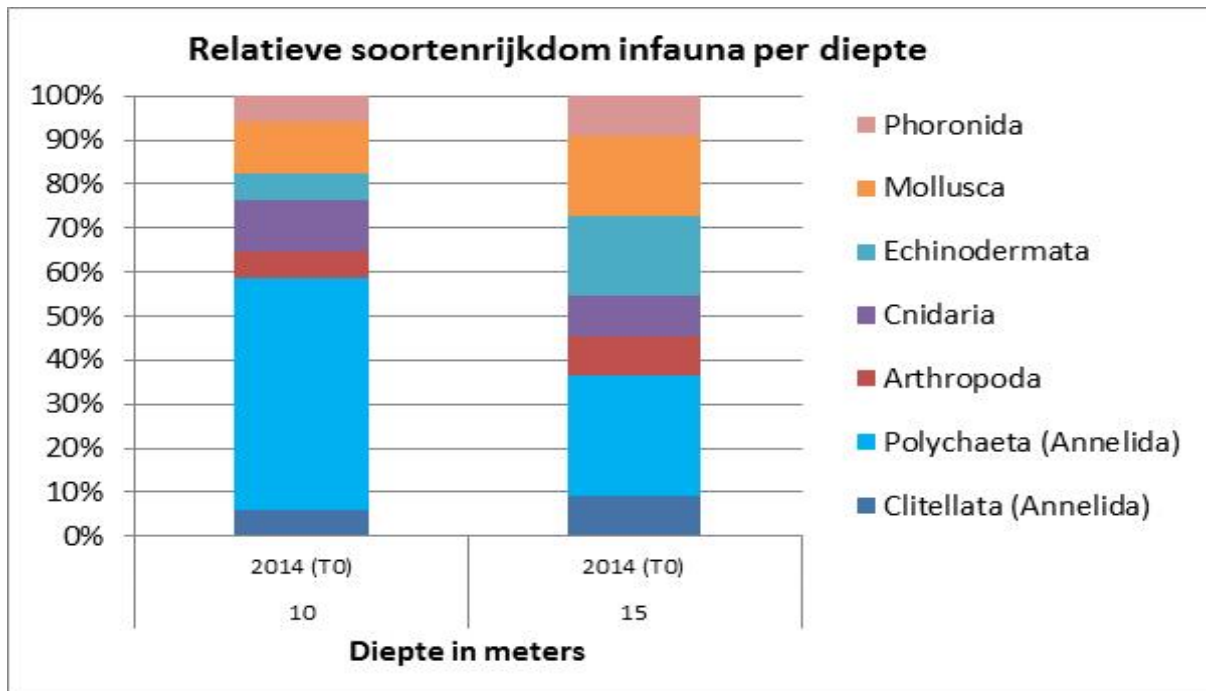
Soorten van zacht substraat (infauna)

Resultaten monitoring BfN locatie Schelphoek

De soortensamenstelling en dichtheden van de zacht substraat monitoring naar infauna soorten bij BfN-locatie Schelphoek in 2014 staan aangegeven in Tabel 4. De werkelijk bemonsterde diepten zijn 10 meter en 15 meter. Op 10 meter zijn 13 verschillende soorten aangetroffen. Op 15 meter ligt de soortenrijkdom hoger met 17 soorten. De infauna gemeenschap op 10 meter diepte wordt gedomineerd door wormen (borstelwormen (Polychaeta o.a. *Heteromastus filiformis*) en ringwormen (Oligochaeta, onderklasse van Clitellata)) en tweekleppigen (Bivalvia), geleedpotigen (Arthropoda van de familie Aoridae), hoefijzerwormen (Phoronida) en anemonen (Actiniaria). De gemeenschap op 15 meter vertoont een iets andere verdeling met een dominantie van wormen (Annelida) met ringwormen en de borstelworm *Heteromastus filiformis*, tweekleppigen (Bivalvia), neteldieren (Cnidaria) en Polychaeta (o.a. *Scoloplos armiger*, *Nephtys hombergii*, *Sthenelais boa*). Figuur 11 laat een overzicht zien van de relatieve soortenrijkdom per fylum op 10 en 15 meter diepte.

Tabel 4. De dichtheden van de aangetroffen soorten infauna op 10 en 15 meter bij BfN-locatie Schelphoek in 2014.

Locatie (Oosterschelde)	Phylum	Naam taxa	N/m ² per dieptezone	
			10 m	15 m
Schelphoek-BfN	Annelida	<i>Aphelochoeta marioni</i>	100	50
		<i>Aphroditidae</i>	50	
		<i>Heteromastus filiformis</i>	1306	1306
		<i>Neoamphitrite figulus</i>		50
		<i>Nephtys hombergii</i>	201	201
		<i>Notomastus latericeus</i>		
		OLIGOCHAETA	301	2310
		<i>Phyllodoce mucosa</i>		50
		POLYCHAETA	50	
		<i>Polynoidae</i>		50
		<i>Pseudopolydora pulchra</i>		50
		<i>Scoloplos armiger</i>		251
		<i>Sthenelais boa</i>		100
	Arthropoda	<i>Aoridae</i>	251	50
	Cnidaria	ACTINIARIA	201	301
		HYDROZOA	aanwezig	
	Echinodermata	<i>Ophiura ophiura</i>	50	50
		<i>Ophiuroidea</i>		100
	Mollusca	<i>Kurtiella bidentata</i>		
		<i>Macoma balthica</i>		100
		<i>Semelidae</i>	854	452
		<i>Spisula subtruncata</i>	50	
	Phoronida	PHORONIDA	201	50



Figuur 12. Relatieve soortenrijkdom (in procenten) van de infaunasoorten op 10 en 15 meter diepte in 2014 (T0). Van de Annelida zijn de Klassen Clitellata en Polychaeta apart weergegeven.

Relatie met en resultaten van de jaarlijkse monitoring vooroevers Oosterschelde

Het voorkomen van zacht substraat gemeenschappen op stort- en referentielocaties is onderzocht binnen de jaarlijkse monitoring van de vooroevers die wordt uitgevoerd door IMARES, Stichting Zeeschelp en TNO in opdracht van Rijkswaterstaat (zie samenvattende monitoringsrapportage van de Ooster- en Westerschelde: Tangelder et al., 2015 in prep). De analyse van infauna gemeenschappen is uitgevoerd door Stichting Zeeschelp (zie ook technisch rapport van de infauna gemeenschappen, Tangelder et al., 2015 in prep). Figuur 12 geeft de resultaten van de analyse van de infauna gemeenschappen in de Oosterschelde in de periode 2009-2014. Voor een overzicht van de soorten en dichtheden binnen de gemeenschappen zie Bijlage C. Uit de analyse komt naar voren dat bij de BfN locatie Schelphoek (monitoringslocatie Schelphoek-westII) zowel in 2010 als in 2014 de soortenrijke C1 gemeenschap voorkomt in de circalitorale zone (10 en 15 m diepte). Deze gemeenschap wordt gedomineerd door de witte dunschaal (*Abra alba*), Oligochaeta, anemonen en Polychaeta (*Scoloplos armiger*, *Aphelochaeta marioni*, *Heteromastus filliformis*, *Lanice conchilega* en *Nephtys hombergii*). In totaal zijn er 82 soorten binnen deze gemeenschap, met een gemiddelde dichtheid van 5142 exemplaren per m². De C1 gemeenschap wordt alleen aangetroffen in de circalitorale zone. Deze gemeenschap is in 2014 ook aangetroffen op de westelijke referentielocatie Westbout. In 2011 kwam de C1 gemeenschap ook voor op de naastgelegen stortlocatie Schelphoek (west/midden/oost) maar deze is niet meer terug gevonden in 2014. In de ondiepe infralitorale zone (5 m diepte) is bemonsterd op de oesterriffen die op de zandige bodem voorkwamen. In 2014 is de soortenarme A4 gemeenschap aangetroffen terwijl hier in 2010 nog de soortenrijkere variant van A1 gemeenschap voorkwam. De A4 gemeenschap is nergens anders in de Oosterschelde aangetroffen.

Ook is onderzoek gedaan naar type bodemsediment op deze locaties, zie Figuur 13. In 2014 wordt hier op alle diepten zeer fijn zand aangetroffen. Op de naastgelegen stortlocatie Schelphoek (west/midden/oost) wordt vooral een slibrijke bodem aangetroffen in combinatie met fijn zand (oost) en zeer fijn zand (west) op de diepe stations.

OS-2009				Sch-w		Sch-o	Lok-a	Lok-b		Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o	
0-5				A1		A5	A5	A5		B		A5	
5.1-10				B		C1	A5	A5		B		A5	
>10.1				B		C1	B	B		B		C1	
OS-2010		Burgh-w	Sch-wII			Sch-o						Zeel-o	
0-5		C1	A1			L							
5.1-10		H1	C1			R							
>10.1		A1	C1			M						F	
OS-2011	Wb			Sch-w	Sch-m	Sch-o	Lok-a	Lok-b	Zie	Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o	Zb
0-5	C1			H2	A5	A5	A5		I	A5	I	H1	J
5.1-10	C1			A5		A5	A5	C1	Q	C1	A5	A5	A5
>10.1	C1			C1	A5	C1	A5	A5	I	B	A5	A5	A5
								B		B	B	B	
								B			B		
								B	B	B			B
											B		
		Sophia		Zandh									Katsh
0-5		C1		H1									A5
5.1-10		C1		H2									A5
>10.1		C1		C1									C1
OS-2012	Wb									Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o	Zb
0-5	I									B	A5	E	H2
5.1-10	K									B	B	A5	H2
>10.1	E									B	B	B	A5
										B	B	B	
OS-2013	Wb								Zie	Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o	Zb
0-5	I								A1	A5	B	A5	H2
5.1-10	A5								-	B	A5	B	H2
>10.1	D								N	B	B	B	H2
										B	B	B	
OS-2014	Wb		Sch-wII	Sch-w	Sch-m	Sch-o				Zeel-w	Zeel-m	Zeel-o	Zb
0-5	C2		A4	A5	A5	H1				A5	H2	A5	A5
5.1-10	L		C1	A5	A5	H2				A5	A5	B	A5
>10.1	C1		C1	I	B	B				B	A5	B	B
										B	D	B	
											We-w	We-o	Gor
0-5											A5	A5	H2
5.1-10											A5	H2	H2
>10.1											A5	H2	H2
30											B		

Figuur 13. Schematische verdeling van de infaunagemeenschappen over de locaties in de Oosterschelde (van west naar oost) voor drie verschillende dieptes in de jaren 2009-2014. Wb = Westbout, Burgh-w = Burghsluis-west, Schelphoek-westII (komt overeen met BfN locatie, aangegeven met paars kader), Sch-w = Schelphoek-west, Sch-m = Schelphoek-midden, Sch-o = Schelphoek-oost, Lok-a = Lokkersnol-a, Lok-b = Lokkersnol-b, Zie = Zierikzee, Zeel-w = Zeelandbrug-west, Zeel-m = Zeelandbrug-midden, Zeel-o = Zeelandbrug-oost, Zb = Zuidbout, Sophia = Sophiahaven, Zandh = Zandhoek, Katsh = Katshoek. De kleuren corresponderen met typen gemeenschappen die zijn aangetroffen (Tangelder et al., 2015 (in prep)). Voor een beschrijving van de gemeenschappen zie Bijlage C.

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

Figuur 14. De samenstelling van de bodemsedimenten op de verschillende stations. De verschillende typen zijn in kleuren weergegeven (V-blauw (fijn zand), VI-groen (zeer fijn zand), V(dis)-bruin (verstoord) en VIII-rood (slib)) en het % aan fracties $\leq 90 \mu\text{m}$ (Tangelder et al., 2015 (in prep)).

Discussie en vervolgonderzoek

Monitoring BfN locatie Schelphoek

De resultaten van dit onderzoek beschrijven de T0-situatie (augustus 2014) met het voorkomen van epi- en infauna soorten vóór het bestorten van de vooroever bij BfN locatie Schelphoek. De resultaten geven een globale indruk van de soorten en gemeenschappen vanwege het beperkt aantal bemonsterde stations (drie kwadranten per diepte en twee diepten).

Relatie monitoring vooroevers Oosterschelde

Door de resultaten van de T0-situatie bij BfN locatie Schelphoek te beschouwen in relatie tot de meerjarige resultaten van de monitoring van de vooroevers van de omliggende gebieden wordt meer inzicht verkregen in de ontwikkeling op gemeenschapsniveau.

Op de BfN locatie Schelphoek is een aparte, soortenarme epifauna gemeenschap waargenomen in het infralitoraal die nergens anders in de Oosterschelde is aangetroffen. Algemeener is de mondingsgemeenschap die in het circalitoraal is aangetroffen en die ook op de naastgelegen stortlocatie voorkomt bij Schelphoek (west/midden/oost). Op de BfN locatie was de Japanse oester veel dominanter dan op de andere plekken waar dezelfde gemeenschap is aangetroffen.

De zacht substraat gemeenschappen (infauna) op de diepere stations komen overeen met de soortenrijke gemeenschap die is aangetroffen op de westelijke referentielocatie Westbout. Op het ondiepe station is een soortenarme gemeenschap gevonden die nergens anders in de Oosterschelde is aangetroffen. De ontwikkeling van de infauna gemeenschap in de komende jaren zal afhangen van de mate van sedimentatie op de onderzoeklocatie. Infauna wordt uitsluitend bemonsterd als er voldoende sediment aanwezig is om steekbuizen te kunnen nemen.

Vervolg

Afgelopen jaar is de bestorting van zeegrind en het ontwerp van zandsteen en breuksteen aangelegd bij BfN locatie Schelphoek. Hierdoor zijn de bestaande gemeenschappen op de oude oever verdwenen doordat ze bedekt zijn door de nieuwe bestorting. De monitoring van 2015-2017 zal laten zien hoe de rekolonisatie van flora en fauna verloopt op de nieuwe substraten. De mate van sedimentatie op het nieuwe substraat zal bepalend zijn voor de ontwikkeling van zacht substraat soorten.

Een onzekere factor in het onderzoek is de hoeveelheid sedimentatie die zal optreden. In het dijktraject ten oosten van het proefvlak heeft zich over de afgelopen jaren een sedimentlaag van 0,5-1 meter dikte opgebouwd op de staalslakken. Dit betekent dat het zeegrind en ook de hopen in de komende jaren onder het sediment bedolven kunnen raken. De aanwezigheid van de 'riffen' van breuksteen en zandsteen kan ook sedimentatie in de hand werken door het ontstaan van stroomluwe delen tussen deze structuren maar mogelijk ook juist erosie bevorderen door plaatselijk verhoogde turbulentie en stroming. De sedimentatie zal daarom de komende jaren nauwlettend gevolgd worden.

Conclusies

De hoofdvraag voor deze tussentijdse rapportage betreft:

Wat is de TO-situatie met betrekking tot het voorkomen van epifauna en infauna soorten (soortenrijkdom en bedekking/dichtheden) op de oude vooroever op BfN locatie Schelphoek in 2014?

Op basis van de inventarisatie van soorten op hard substraat (epifauna op de oesterriffen) op 10 en 15 meter op BfN locatie Schelphoek kan worden geconcludeerd dat er in totaal 21 verschillende faunasoorten zijn aangetroffen die gedomineerd worden door een grote bedekking van de Japanse oester. Daarnaast zijn er soorten van onder andere hydroïdpolypen, mosdiertjes, zakpijpen en kokerbouwende organismen aangetroffen.

De inventarisatie van zacht substraat soorten (infauna) op BfN locatie Schelphoek laat zien dat er 13 soorten zijn aangetroffen op 10 meter en 17 soorten op 15 meter diepte. Wormen (zowel borstelwormen als ringwormen) komen op beide diepten in de hoogste dichtheden voor. Daarnaast worden o.a. ook tweekleppigen, anemonen, geleedpotigen en hoefijzerwormen aangetroffen.

Kwaliteitsborging

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

Referenties

- De 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 Kluijver, M.J. (1991). Sublittoral hard substrate communities off Helgoland. *Helgoländer Meeresuntersuchungen* **45**(3), 317-344.
- Tangelder, M; De Kluijver, M.J.; Brummelhuis, E.B.M.; Van den Heuvel-Greve, M.J. (2015, in voorbereiding) Data rapport: Effect van vooroeververdediging op bodemorganismen in Oosterschelde en Westerschelde in 2014. IMARES Wageningen UR, Yerseke.
- Tangelder, M; Van den Heuvel-Greve, M.J., De Kluijver, M.J.; Glorius, S.; Jansen, H. (2015, in voorbereiding). Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde en Westerschelde in 2014. IMARES Wageningen UR, Yerseke.
- Tangelder, M., Schellekens, T., De Kluijver, M. en van den Heuvel-Greve, M (2014). Monitoring vooroeververdediging 2013. IMARES Wageningen UR, rapport C102/14
- 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.
- Wood, C. (1990). SEASEARCH survey of sandstone reefs off Eastborne, East Sussex, June-July 1989. Nature Conservancy Council.

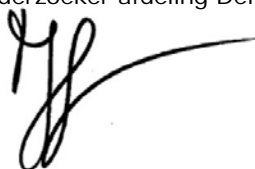
Verantwoording

Rapport : C112/15
Projectnummer : 4303107701

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

Akkoord: Drs. M.J. van den Heuvel-Greve
Onderzoeker afdeling Delta

Handtekening:



Datum: 21 juli 2015

Akkoord: Dr. ing. R.E. Trouwborst
Hoofd afdeling Delta

Namens deze,

Drs. J. Asjes
Hoofd afdeling Ecosystemen

Handtekening:



Datum: 21 juli 2015

Bijlage A. Ruwe data sedimentmetingen

infauna

	BfN-1 Sch-w-II 15 m	BfN-2 Sch-w-II 10 m	BfN-3 Sch-w-II 3.5 m
>2.8	4.6	0.7	0.2
2.8-1.4	1.5	0.6	0.1
1.4-0.6	0.8	0.6	0.0
0.6-0.3	0.6	0.6	0.1
0.3-0.15	14.6	19.4	3.6
0.15-0.09	28.7	24.2	15.5
0.09-0.05	3.8	5.1	3.8
<0.05	11.7	12.0	9.9
Type	VI	VI	VI
%<90 µm	25.1	27.4	41.5
% droge stof	58.0	59.6	54.9
% org stof	4.8	4.3	6.2

hard substraat (oesterriffen)

	2352 Sch-w-II 12.5 m	2353 Sch-w-II 7.9 m	2354 Sch-w-II 2.4 m
>2.8	1.7	0.4	10.5
2.8-1.4	1.3	0.4	5.7
1.4-0.6	0.5	0.5	2.4
0.6-0.3	0.6	0.4	0.8
0.3-0.15	15.0	5.3	6.6
0.15-0.09	17.6	8.9	4.1
0.09-0.05	4.3	1.8	2.0
<0.05	10.1	6.1	3.5
Type	VI	VI	V(dis)
%<90 µm	29.1	33.8	34.8
% droge stof			
% org stof			

Bijlage B. Overzicht van de hard substraatgemeenschappen (soorten en bedekking) in de Oosterschelde: infralitoraal en circalitoraal

Geordende tabel van bedekking (in %) de gemeenschappen in de infralitorale 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 (De Kluijver et al., 2015 (in prep)).

		I1a	I1b1	I2a1	I3	I4a	I4b	I5	I7	I8	I9	I-diep1	I-diep2	
<i>Crossostrea gigas</i>	Bi	37,22	-	66,65	63,65	55,72	-	73,53	-	27,38	0,33	80,00	91,65	0,10
<i>Ceramium rubrum</i>	RW	22,62	10,71	11,70	0,39	1,00	3,65	2,46	2,30	0,05	1,00	-	-	
<i>Polysiphonia nigrescens</i>	RW	17,73	10,16	15,30	0,08	0,40	1,50	2,87	2,56	7,95	8,30	2,00	0,50	
<i>Ulva spec.</i>	GW	4,58	13,26	3,65	1,65	1,80	3,85	2,88	3,81	1,00	10,00	-	-	
<i>Chondrus crispus</i>	RW	3,32	-	0,10	0,41	-	-	0,17	0,39	0,25	-	-	-	
<i>Polysiphonia violacea</i>	RW	2,11	2,78	0,90	1,31	0,32	0,35	3,98	2,27	3,33	1,70	0,15	0,10	
<i>Electra pilosa</i>	Br	1,92	0,39	2,40	0,09	0,40	0,40	0,73	0,65	0,58	0,20	-	-	
<i>Ectocarpus spec.</i>	BW	0,41	0,09	-	0,72	1,34	0,50	0,04	0,01	-	-	-	-	
<i>Cystocolonium purpureum</i>	RW	0,36	0,58	0,15	-	-	0,15	2,41	2,26	2,48	-	-	0,95	
<i>Cladophora sericea</i>	GW	0,30	0,03	0,30	-	0,06	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Mytilus edulis</i>	Bi	0,16	0,05	0,10	0,08	0,16	-	0,38	0,94	-	-	-	-	
<i>Polysiphonia nigra</i>	RW	1,14	1,16	-	0,07	0,04	0,15	0,67	0,11	0,20	-	-	0,15	
<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>	RW	0,63	1,10	3,35	1,63	6,72	1,65	2,11	1,39	0,43	-	1,00	0,20	
<i>Phyllophora pseudoceranoides</i>	RW	0,43	-	0,15	-	-	-	-	0,14	-	-	-	-	
<i>Fucus serratus</i>	BW	0,37	-	0,15	-	-	-	0,04	-	-	-	-	-	
<i>Laminaria saccharina</i>	BW	0,30	0,04	-	-	-	-	0,31	0,06	0,05	-	-	-	
<i>Ceramium deslongchampsii</i>	RW	0,29	0,26	0,55	0,40	2,38	-	1,80	0,19	0,08	-	0,35	0,50	
<i>Obelia dichotoma</i>	Hy	0,21	0,16	-	0,29	0,34	-	0,14	0,17	0,25	-	-	0,40	
<i>Clytia hemisphaerica</i>	Hy	0,14	0,73	0,35	0,11	0,22	0,25	0,11	0,21	0,18	0,70	0,15	0,35	
<i>Bryopsis hypnoides</i>	GW	0,10	-	0,10	0,60	0,16	-	0,01	-	-	-	-	-	
<i>Enteromorpha prolifera</i>	GW	0,09	0,40	0,20	-	0,10	0,15	0,03	0,03	0,05	-	-	-	
<i>Scypha ciliata</i>	Sp	0,08	-	-	0,03	0,12	-	-	0,02	-	-	-	0,15	
<i>Obelia geniculata</i>	Hy	0,08	-	0,10	-	-	-	-	0,02	-	-	-	-	
<i>Sphacelaria plumigera</i>	BW	0,06	-	0,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Pedicellina cernua</i>	En	0,06	-	-	-	0,04	-	-	0,01	0,05	-	-	-	
<i>Ciona celata</i>	Sp	0,04	-	0,15	-	-	-	-	0,02	0,08	-	-	-	
<i>Antithamnion plumula</i>	RW	0,04	0,06	3,45	0,83	2,50	0,65	1,63	0,55	0,45	-	0,30	0,25	
<i>Verruca stroemia</i>	Cr	0,04	-	0,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Hymenelacion perlevis</i>	Sp	0,04	-	-	0,03	0,10	-	-	0,01	-	-	-	-	
<i>Chaetomorpha aerea</i>	GW	0,02	-	-	-	-	-	-	0,01	-	-	-	-	
<i>Spirorbidae</i>	Po	0,02	-	-	-	-	-	0,02	0,04	-	-	0,10	-	
<i>Sarsia tubulosa</i>	Hy	0,02	-	-	0,07	0,10	-	0,03	0,02	-	-	-	-	
<i>zeepokken</i>	Cr	0,96	20,75	0,40	15,02	7,26	0,15	1,68	2,03	3,43	-	0,85	-	
<i>Heterosiphonia japonica</i>	RW	0,11	9,76	2,00	8,00	10,02	17,30	18,71	20,53	15,90	4,30	16,50	6,35	
<i>Enteromorpha linza</i>	GW	0,07	2,43	-	0,03	-	0,25	0,06	0,01	-	-	-	-	
<i>Ciona intestinalis</i>	Tu	-	4,00	0,15	0,23	0,16	0,15	0,48	0,34	-	-	0,85	2,10	
<i>Sagartia troglodytes</i>	An	0,03	0,15	0,15	0,10	0,04	-	0,00	0,05	-	-	-	-	
<i>BL Sargassum muticum</i>	BW	0,82	2,09	0,15	1,75	2,98	1,70	1,40	6,52	2,50	-	-	-	
<i>Sargassum muticum</i>	BW	0,36	0,50	0,40	0,79	0,20	0,50	0,96	2,58	1,33	-	-	-	
<i>Chondria dasyphylla</i>	RW	-	0,41	-	-	-	-	0,89	0,08	-	-	-	-	
<i>Ascidella aspersa</i>	Tu	-	0,30	-	0,22	0,42	0,35	0,10	0,38	-	-	0,60	2,80	
<i>Lomentaria clavellosa</i>	RW	-	0,29	-	-	0,10	-	-	0,06	-	-	-	-	
<i>Obelia bidentata</i>	Hy	-	0,25	-	-	-	-	0,04	0,02	-	-	3,85	0,15	
<i>Griffithsia devonensis</i>	RW	-	0,15	-	0,05	-	-	0,38	0,24	0,55	-	0,15	-	
<i>Bugula plumosa</i>	Br	-	0,11	-	-	-	0,15	0,06	0,16	1,53	0,30	0,10	0,35	
<i>Eudendrium ramosum</i>	Hy	-	0,03	-	-	-	-	0,03	0,01	-	-	-	-	
<i>Enteromorpha compressa</i>	GW	0,14	0,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Porphyra spec.</i>	RW	0,28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Opercularella lacerata</i>	Hy	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Calycella syringa</i>	Hy	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Codium fragile</i>	GW	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Chaetomorpha melagonium</i>	GW	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Sagartia elegans</i>	An	-	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Diplosoma listerianum</i>	Tu	0,07	-	0,30	0,29	0,70	-	2,15	1,22	2,05	0,30	6,15	3,15	
<i>Halocium halecium</i>	Hy	-	-	-	-	-	-	0,05	0,48	0,73	-	1,65	2,25	
<i>Callithamnion tetragonum</i>	RW	-	-	-	0,09	-	0,65	3,29	1,40	-	-	0,35	1,05	
<i>Botrylloides violacea</i>	Tu	-	-	-	4,51	-	0,50	0,01	0,32	-	-	-	0,90	
<i>Bicellaria ciliata</i>	Br	-	-	-	-	-	-	0,04	0,01	-	-	-	0,40	
<i>Styela clava</i>	Tu	-	-	0,15	1,11	1,86	0,75	0,26	0,46	-	-	1,00	0,35	
<i>Mycale micracanthoxea</i>	Sp	-	-	-	0,05	0,28	-	0,18	0,01	-	-	-	0,25	
<i>Halichondria bowerbanki</i>	Sp	-	-	-	-	-	-	0,04	0,05	0,18	-	-	0,25	
<i>Leucosolenia variabilis</i>	Sp	-	-	0,10	0,03	0,18	-	0,08	0,06	0,05	-	-	0,15	
<i>Bowerbankia spec.</i>	Br	-	-	0,25	-	0,06	-	-	0,01	0,05	-	-	0,10	
<i>Lanice conchilega</i>	Po	-	-	-	-	0,04	-	0,01	0,01	0,05	-	-	0,10	
<i>Didemnum vexillum</i>	Tu	-	0,03	0,15	6,45	5,06	1,25	1,52	2,00	0,05	-	4,65	0,50	
<i>Nitophyllum punctatum</i>	RW	-	-	-	-	-	0,65	1,76	0,65	1,05	-	-	0,85	
kokerbouwende organismen	Po/Cr	0,17	0,34	0,65	0,32	0,60	16,90	0,76	1,20	0,63	0,50	0,60	0,40	
<i>Metridium senile</i>	An	-	-	2,20	0,10	0,32	-	0,08	0,04	-	-	0,15	-	
<i>Callithamnion byssoides</i>	RW	-	-	-	-	-	0,10	-	-	-	-	0,15	-	
<i>Aplidium glabrum</i>	Tu	-	-	-	0,34	0,04	-	-	0,09	-	-	0,15	-	
<i>Scrupocellaria scruposa</i>	Br	-	-	0,10	-	-	0,10	0,06	0,07	0,25	-	0,15	10,15	
<i>Sertularia cupressina</i>	Hy	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,15	
<i>KL Conopeum reticulum</i>	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,10	
<i>Sabella pavonina</i>	Po	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,10	
<i>KL Fenestrulina cf. delicata</i>	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,10	
<i>KL Callopora cf. dumerilii</i>	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,10	
<i>BL Undaria pinnatifida</i>	BW	2,78	-	3,35	4,64	17,34	9,15	11,82	1,29	-	-	-	-	
<i>Diadumene cincta</i>	An	-	-	0,10	-	0,40	-	0,03	0,05	-	-	-	-	
<i>Molgula spec.</i>	Tu	-	-	0,10	-	0,06	-	-	0,01	-	-	0,20	-	
<i>BL Laminaria saccharina</i>	BW	-	-	0,85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Callopora cf. dumerilii</i>	Br	-	-	0,25	-	-	-	-	0,01	-	-	-	-	
<i>Dictyota dichotoma</i>	BW	-	0,88	0,10	12,18	7,34	5,85	12,64	7,80	8,65	26,70	0,25	-	
<i>Dasya ballouviana</i>	RW	-	-	-	0,51	0,20	0,15	0,13	0,25	-	-	-	-	
<i>Undaria pinnatifida</i>	BW	0,33	-	-	0,43	2,00	1,50	1,56	0,35	-	1,30	-	-	
<i>Desmarestia viridis</i>	BW	-	-	-	0,16	0,06	-	0,21	-	-	-	-	-	
<i>Botryllus schlosseri</i>	Tu	-	-	-	0,11	0,06	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Conopeum reticulum</i>	Br	-	-	-	0,03	0,04	-	-	0,02	-	-	-	-	
<i>Codiales (iJle fase)</i>	GW	-	-	-	0,03	0,04	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Sagartogeton undatus</i>	An	-	-	-	0,03	-	-	-	0,01	-	-	-	-	
<i>Rhymatolithon lenormandii</i>	RW	-	-	-	0,01	-	-	-	0,01	-	-	-	-	
<i>Grateloupa turuturu</i>	RW	-	-	-	6,16	0,40	-	-	0,04	-	-	-	-	
<i>Haliciona xena</i>	Sp	-	-	-	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Diadumene luclae</i>	An	-	-	-	0,01									

Geordende tabel van bedekking (in %) van de gemeenschappen in de circalittorale zone aan de oever van Schouwen-Duiveland. (De Kluijver et al., 2015 (in prep))

		M1a	M1b	C1a	C1b1	C1b2	C1c1	C2	Zz6	Zz7	kol-2	Mas	C3	Mz-1	kol-1	veen
kokerbouwende organismen	Po/Cr	0,17	0,36	20,63	5,06	4,70	4,36	21,00	0,45	0,50	20,69	0,35	1,00	1,41	0,33	26,93
Didemnum vexillum	Tu	0,09	0,25	10,57	5,75	20,00	3,92	2,40	13,76	0,50	4,77	0,50	3,30	0,84	0,61	13,87
Botrylloides violacea	Tu	-	-	-	0,17	-	1,27	0,73	6,12	-	0,59	-	-	-	0,21	3,68
Obelia dichotoma	Hy	0,05	0,26	8,57	2,04	2,30	1,62	1,10	4,59	-	1,05	0,65	0,50	4,55	2,28	2,98
Asidiella aspersa	Tu	-	-	-	0,13	-	1,18	0,17	1,70	-	0,96	0,30	-	-	1,40	0,88
Bowerbankia spec.	Br	-	-	0,07	0,02	-	0,01	-	-	-	0,02	0,10	0,30	-	0,03	0,13
Sagartia troglodytes	An	0,17	0,10	-	0,01	-	0,04	0,43	0,07	-	0,18	-	0,04	-	0,25	0,10
Antifimion plumula	RW	-	0,03	-	0,05	-	-	-	0,22	-	0,04	-	0,70	-	0,01	0,05
Hypoglossum hypoglossoides	RW	-	-	-	0,04	-	-	-	0,09	-	0,01	-	-	-	0,07	0,03
Aurelia aurita (strobilus)	Sc	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,03
Polysiphonia violacea	RW	-	-	-	0,00	-	-	-	0,01	-	0,00	-	-	-	-	0,03
Crassostrea gigas	Bl	79,78	79,38	81,10	79,93	93,30	22,38	79,43	81,57	90,00	2,59	0,60	83,30	16,54	0,30	-
Metridium senile	An	17,16	18,46	1,57	1,00	-	0,17	1,67	2,29	5,30	0,21	-	4,00	5,80	0,14	-
Halichondria panicea	Sp	0,66	0,68	-	0,25	1,80	0,51	-	-	0,30	0,00	-	-	1,33	-	-
Verruca stroemia	Cr	0,53	0,41	-	-	0,20	-	-	-	-	0,04	0,20	-	-	-	-
Electra pilosa	Br	0,35	0,51	6,17	0,11	1,20	0,38	0,47	0,04	-	0,46	-	0,23	-	0,91	-
Cliona celata	Sp	0,25	0,09	0,23	0,06	-	1,22	-	0,12	0,20	0,02	-	-	-	-	-
Conopeum reticulum	Br	0,13	0,33	0,10	0,02	0,20	0,16	0,23	-	-	-	-	-	-	-	-
Callopora cf. dumerilii	Br	0,10	0,26	-	0,03	-	-	-	-	-	0,01	-	0,20	0,03	-	-
Ostrea edulis	Bi	0,09	-	-	-	-	-	-	-	-	0,02	-	-	-	-	-
Smittoidea cf. prolifica	Br	0,01	0,03	-	-	-	0,01	-	-	-	-	-	-	-	0,00	-
Calycella syringa	Hy	0,01	0,03	0,10	0,01	-	0,06	-	-	-	0,02	-	-	-	-	-
Sporobidiae	Po	0,01	-	-	-	-	-	-	0,01	-	-	-	-	-	-	-
Clypea hemisphaerica	Hy	0,07	0,18	-	0,17	-	0,22	0,33	0,08	-	0,17	0,10	-	0,43	0,87	0,03
Molgula spec.	Tu	-	0,04	0,07	0,04	-	0,09	0,27	0,01	-	0,04	-	-	0,03	0,01	-
Schizomavella linearis	Br	-	0,04	-	0,01	-	0,01	0,23	-	-	-	-	-	-	-	-
Alyonidium mytili	Br	0,01	0,03	0,07	-	-	0,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pomatoceros triquetus	Po	-	0,03	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,10	-	-	-	-
Dictyota dichotoma	BW	-	0,03	-	0,01	-	-	-	-	-	-	-	0,30	-	-	-
zeepokken	Cr	0,15	0,36	6,90	1,06	0,20	6,73	3,67	2,16	0,50	2,37	0,60	2,00	0,60	24,05	0,07
Clona intestinalis	Tu	0,02	0,75	0,77	0,87	-	14,86	0,83	0,83	4,00	2,08	0,55	0,30	-	21,22	0,17
Eudendrium ramosum	Hy	0,02	0,05	1,67	8,95	1,70	1,51	0,97	0,16	-	2,81	0,15	1,30	1,04	1,01	-
Obelia bidentata	Hy	0,07	0,16	-	1,24	6,30	0,99	-	0,31	-	0,11	-	-	2,14	0,84	-
Halocium halocium	Hy	-	-	0,10	4,80	1,50	0,22	-	0,37	-	2,63	0,50	-	4,40	0,54	-
Sagartia elegans	An	0,02	-	-	0,05	-	0,02	1,77	-	-	0,00	0,10	-	0,39	0,14	-
Sabella pavonina	Po	-	-	-	0,21	0,20	0,09	-	-	-	0,18	-	-	0,05	0,07	-
Laricce conchilega	Po	0,01	-	-	0,02	-	-	0,13	-	-	0,08	-	-	0,03	0,06	-
Ceramium deslongchampsii	RW	-	-	-	0,02	-	-	-	0,11	-	-	-	-	-	0,01	-
Scruparia ambigua	Br	-	-	-	-	-	0,01	-	-	-	0,01	-	-	0,06	0,01	-
Pedacellina cernua	En	-	-	-	0,01	-	0,02	-	0,01	-	0,01	-	-	0,03	0,01	-
Polysiphonia nigrescens	RW	-	-	-	-	-	-	-	0,04	-	0,00	-	-	-	0,01	-
Ceramium rubrum	RW	-	-	-	0,00	-	-	-	-	-	0,01	-	-	-	0,01	-
Scrupocellaria rosopus	Br	0,05	0,08	0,23	2,41	0,70	5,10	2,63	0,02	0,50	4,03	0,65	-	5,75	0,02	-
Diplosoma listerianum	Tu	0,03	0,30	8,90	12,14	6,70	5,17	4,03	3,13	0,30	8,44	21,80	4,00	4,68	0,93	2,83
Bugula plumosa	Br	-	0,03	-	0,63	-	0,24	-	0,01	-	0,94	0,50	-	2,41	0,05	0,05
Tubularia indivisa	Hy	0,03	0,24	5,43	0,01	4,00	0,96	0,13	-	-	0,11	-	-	0,69	0,25	-
Halidiona oculata	Sp	-	-	0,23	0,55	0,70	0,26	-	-	-	0,18	-	-	0,33	-	-
Styela clava	Tu	0,01	0,08	0,87	1,24	0,70	6,18	-	1,79	0,30	0,59	1,10	-	0,32	0,04	0,05
Bicellariella ciliata	Br	-	-	0,07	1,05	0,80	0,54	0,17	-	-	0,62	0,50	-	0,25	0,17	-
Apidium glabrum	Tu	-	-	0,10	-	-	1,24	-	0,03	-	0,10	-	-	0,13	0,06	-
Sagartogiton undatus	An	-	-	-	-	-	0,01	0,10	-	-	0,01	-	-	0,03	-	-
Alyonidium digitatum	An	-	-	-	-	-	0,10	-	-	-	0,02	-	-	0,03	-	-
Anguinella palmata	Br	0,01	-	-	0,01	-	0,06	0,07	-	-	0,03	-	-	4,04	-	-
Crisia aculeata	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,03	-	-
Heterosiphonia japonica	RW	-	-	-	0,36	-	0,01	-	0,43	-	0,13	-	-	6,70	-	0,09
Mycela micracanthoxea	Sp	0,03	0,14	0,43	0,57	0,70	2,54	0,90	0,07	1,70	0,07	1,65	1,30	0,08	-	0,25
Halidiona xena	Sp	-	-	-	0,07	-	-	-	0,20	-	0,08	-	-	1,00	-	0,03
Callithamnion tetragonum	RW	-	-	-	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	0,70	-	-
Leucosolenia variabilis	Sp	0,08	0,04	0,67	0,27	-	0,29	0,27	0,04	0,20	0,16	0,35	0,20	0,08	0,01	-
BL Undaria pinnaefida	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,70	-	-
Codioides (rijle fase)	GW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,80	-	-
Undaria pinnaefida	BW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,70	-	-
Halichondria bowerbanki	Sp	-	0,06	0,43	0,90	0,50	0,48	5,57	0,08	-	0,06	1,45	-	-	0,35	-
Sertularia cupressina	Hy	-	-	0,43	0,15	-	0,02	-	-	-	0,62	0,15	-	-	-	-
KL Electra pilosa	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,30	-	-	0,02	-
KL Conopeum reticulum	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,25	-	-	-	-
KL Fenestrulina cf. delicata	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	-	-	-	-	-
KL Smittoidea cf. prolifica	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,10	-	-	-	-
Tricellaria inopinata	Br	-	-	-	0,40	-	1,18	-	-	-	0,34	-	-	-	0,04	-
Scypha ciliata	Sp	-	-	0,07	0,02	-	0,38	0,20	-	0,20	0,15	-	-	0,04	0,01	0,03
Hymeniacion perlevis	Sp	0,01	-	-	0,03	-	0,99	-	0,08	-	0,05	-	-	0,03	-	-
Fenestrulina cf. delicata	Br	0,01	-	-	0,08	-	0,02	-	0,03	0,20	0,04	-	-	-	-	-
Griphsia devoniensis	RW	-	-	-	0,00	-	-	-	-	-	0,02	-	-	-	-	-
KL Schizomavella linearis	Br	-	-	-	-	-	0,09	-	-	-	0,01	-	-	-	-	-
Cryptosula pallasiiana	Br	-	-	-	0,01	-	-	-	-	-	0,01	-	-	-	-	-
Bowerbankia citrina	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,07	-	-	-	-
Celadorox girardei	Sp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,01	-	-	-	-	-
KL Callopora cf. dumerilii	Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	-	-	-	-	-
Diadumena cincta	An	0,05	0,93	6,67	2,11	3,70	1,61	0,43	-	0,20	0,03	-	-	0,03	0,03	-
Bougainvillea ramosa	Hy	-	-	-	-	-	0,01	0,33	0,06	-	-	-	-	-	-	-
Polysiphonia nigra	RW	-	-	-	-	-	-	-	0,01	-	-	-	-	-	-	-
Callithamnion byssoides	RW	-	-	-	-	-	-	-	0,01	-	-	-	-	-	-	-
Sarsia tubulosa	Hy	-	-	-	-	-	-	-	0,01	-	-	-	-	-	-	-
Griphsia fuscilosa	RW	-	-	-	-	-	-	-	0,01	-	-	-	-	-	-	-
Halysarca dumerilii	Sp	-	-	-	0,01	-	-	0,07	-	-	0,00	-	-	-	-	-
Mytilus edulis	Bl	0,18	0,30	24,77	0,18	-	3,05	0,20	0,05	-	0,04	0,40	0,20	0,18	0	

Bijlage C. Overzicht van de zacht substraatgemeenschappen (soorten en dichtheden) in de Oosterschelde

Geordende tabel van dichtheden de zacht substraat gemeenschappen in de Oosterschelde. Vet gedrukte dichtheden geven een presentie van de soort in 66.7% van de stations van een cluster, 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	B	C1	C2	D	E	F	H1	H2	I	J	K	L	M	N	O	R	
Nudibranchia	M-gas	-	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50.2
Brachyura	Cr-deca	-	-	2.1	-	2.4	-	-	-	50.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50.2
<i>Sirethlopius sibirskoi</i>	Po	200.9	-	182.7	194.4	86.1	-	-	25.1	-	12.6	68.2	-	-	-	-	-	-	-	-	50.2
<i>Sycon ciliata</i>	Sp	-	-	-	2.2	-	-	25.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50.2
<i>Fabricia stellaris stellaris</i>	Po	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	200.9
Actiniaria	An	87.9	-	43.8	59.0	145.9	200.9	25.3	-	200.9	25.1	3.6	-	-	100.5	50.2	351.6	-	-	-	-
Ascidacea	Tu	-	-	8.5	10.9	2.4	-	75.3	-	-	-	-	-	-	-	-	50.2	-	-	-	-
<i>Malmgreniella darboxii</i>	Po	-	-	1.1	8.7	19.1	-	-	-	-	-	10.8	-	-	-	-	50.2	-	-	-	-
<i>Asterias rubens</i>	Ech	-	-	-	4.4	-	-	25.1	-	-	-	-	-	-	-	-	50.2	-	-	-	-
<i>Pholis spec</i>	Cr-amph	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50.2	-	-	-	-
<i>Mytilus edulis</i>	M-biv	-	-	1.1	9.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50.2	-	-	-	-	-
<i>Lanice conchilega</i>	Po	-	-	-	866.9	177.0	200.9	25.1	-	150.7	-	10.8	-	-	-	75.3	-	-	-	-	-
<i>Nephtys spec</i>	Po	25.1	-	8.5	4.4	28.7	-	25.1	25.1	50.2	-	17.9	-	-	-	25.1	-	-	-	-	-
Polyzoa	Po	12.6	-	-	3.3	7.2	50.2	-	-	-	-	3.6	-	-	-	25.1	-	-	-	-	-
<i>Heteromastus filiformis</i>	Po	401.8	200.9	132.5	682.4	385.1	-	477.2	101.5	100.5	-	-	67.0	-	100.5	-	-	-	-	-	-
<i>Crangon crangon</i>	Cr-deca	-	-	18.2	15.3	4.8	-	50.2	-	-	-	7.2	-	-	-	50.2	-	-	-	-	-
<i>Tornus subcarinatus</i>	M-gas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50.2	-	-	-	-	-
<i>Gastropoda cirrosa</i>	Po	-	-	1.1	34.9	9.6	-	25.1	-	-	-	-	-	-	50.2	-	-	-	-	-	-
<i>Gammarus locusta</i>	Cr-amph	-	-	2.1	3.3	7.2	-	-	-	-	-	-	-	-	50.2	-	-	-	-	-	-
<i>Arenicola spec</i>	Po	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50.2	-	-	-	-	-	-
Oligochaeta	Of	2410.9	50.2	2530.6	3373.9	942.3	100.5	351.6	-	-	1067.3	-	100.5	778.5	50.2	-	-	-	-	-	-
<i>Capitella capitata</i>	Po	-	-	318.5	199.8	7.2	301.4	-	25.1	-	12.6	10.8	184.2	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Abra alba</i>	M-biv	12.6	-	266.1	751.2	1234.1	-	-	50.2	50.2	62.8	17.9	120.1	-	-	-	-	-	-	-	-
Bryozoa	Br	-	-	11.8	6.6	2.4	50.2	-	-	-	-	-	8.4	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cerastoderma edule</i>	M-biv	-	-	-	2.2	-	-	-	-	-	-	3.6	8.4	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ophiotrich fragilis</i>	Ech	-	-	1.1	3.3	9.6	-	-	-	-	37.7	7.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nephtys hombergii</i>	Po	163.2	150.7	31.0	72.1	105.2	100.5	-	-	25.1	132.7	8.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rudistes philippinarum</i>	M-biv	-	-	12.8	7.6	-	-	25.3	-	-	-	-	132.7	-	-	-	-	-	-	-	-
Bivalvia	M-biv	-	-	13.9	4.4	92.3	200.9	50.2	-	-	-	118.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Phoronida	Ph	12.6	-	-	27.3	67.0	-	-	-	-	-	-	25.1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Owenia fusiformis</i>	Po	-	-	7.5	39.3	43.1	-	-	-	-	-	-	25.1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Abra primatea</i>	M-biv	-	-	15.0	1.1	-	-	-	-	-	-	-	12.9	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Spisula subtruncata</i>	M-biv	-	-	1.1	1.1	7.2	-	-	-	-	-	14.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Venerupis corrugata</i>	M-biv	-	-	6.4	43.7	-	-	100.5	-	-	-	7.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ostracoda	Cr-ostea	-	-	2.1	37.1	-	-	-	-	-	-	7.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gammaridea	Cr-amph	-	-	4.3	18.6	2.4	-	-	-	-	-	3.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Monocorophium insidiosum</i>	Cr-amph	-	-	3.2	13.1	4.8	-	-	-	-	-	3.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Exogone naidina</i>	Po	-	-	4.3	9.8	-	-	-	-	-	-	3.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ampelisca brevicornis</i>	Cr-amph	-	-	2.1	39.3	-	-	-	-	-	-	3.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Abra nitida</i>	M-biv	-	-	1.1	12.0	-	-	-	-	-	-	3.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Perioculodes longimanus</i>	Cr-amph	-	-	-	8.7	7.2	-	-	-	-	-	3.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Aora typica</i>	Cr-amph	-	-	10.7	95.0	14.4	-	-	-	-	12.6	3.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Macoma balthica</i>	M-biv	-	-	7.5	33.8	14.4	-	-	-	-	12.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Platynereis dumerilii</i>	Po	-	-	-	3.3	-	-	-	-	-	-	12.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nephtys caeca</i>	Po	-	-	-	-	2.4	-	-	-	-	-	11.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Scopelos armiger</i>	Po	-	-	282.6	1382.3	681.6	150.7	-	-	1054.8	-	46.6	-	50.2	-	-	-	-	-	-	-
<i>Phylodoce mucosa</i>	Po	-	-	16.0	111.4	7.2	-	-	-	351.6	-	3.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cheirocratus sudevalii</i>	Cr-amph	-	-	1.1	97.2	-	-	-	-	150.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ampharete acutifrons</i>	Po	12.6	-	2.1	80.8	2.4	-	-	-	100.5	-	3.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Crepidula fornicata</i>	M-gas	-	-	4.3	103.7	2.4	-	25.1	-	100.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ophiuroidea	Ech	-	-	2.1	32.8	7.2	-	50.2	-	100.5	-	7.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ennida spec</i>	Po	-	-	-	26.2	19.1	-	-	-	100.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Notomastus latericeus</i>	Po	25.2	50.2	17.1	253.2	9.6	50.2	25.3	-	50.2	-	10.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ensis spec</i>	M-biv	-	-	2.1	48.0	14.4	-	25.2	-	50.2	-	10.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nereis diversicolor</i>	Po	-	-	-	3.3	-	-	-	25.1	50.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Decapoda	Cr-deca	-	-	1.1	22.9	-	-	-	-	301.4	-	-	-	32.3	33.5	-	-	-	-	-	-
<i>Bodotria pulchella</i>	Cr-cum	-	-	-	1.1	-	-	-	-	50.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Autolytus spec</i>	Po	-	-	1.1	-	-	-	-	-	50.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Syllis gracilis</i>	Po	-	-	-	-	-	-	-	-	50.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Aphelochaeta marioni</i>	Po	1180.3	-	1333.7	2861.8	387.5	150.7	1130.1	200.9	-	-	32.3	33.5	-	-	-	-	-	-	-	-
Carophidae	Cr-amph	-	-	20.3	41.5	14.4	-	50.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Acridae	Cr-amph	-	-	17.1	26.2	16.7	-	-	25.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pholoe inornata</i>	Po	-	-	-	77.5	2.4	-	-	25.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pseudopolydora pulchra</i>	Po	12.6	-	16.0	73.2	19.1	-	50.2	-	-	-	7.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Glycera spec</i>	Po	12.6	-	21.4	105.9	2.4	-	50.2	-	-	-	3.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Etcone spec</i>	Po	-	-	8.5	93.9	16.7	-	50.2	-	-	-	3.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Neomphitritea figulus</i>	Po	-	-	2.1	28.4	2.4	-	25.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nemertea	Ne	-	-	12.8	15.3	81.3	-	25.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hydrozoa	Hy	-	-	2.1	4.4	2.4	-	25.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Carcinus maenas</i>	Cr-deca	-	-	2.1	3.3	-	-	25.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Palaeomon spec</i>	Cr-deca	-	-	-	-	-	-	25.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nereis longissima</i>	Po	-	-	3.2	27.1	2.4	50.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cossura longocirrata</i>	Po	-	-	122.9	116.8	50.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pholoe baltica</i>	Po	-	-	15.0	20.6	47.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Microdeutopus anomalus</i>	Cr-amph	-	-	2.1	84.1	33.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sthenelais boa</i>	Po	-	-	6.4	67.7	26.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Phylodoce spec</i>	Po	-	-	11.8	25.1	23.9	-	-	-	-	-	3.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Monocorophium sextonae</i>	Cr-amph	-	-	42.7	74.2	14.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sabella spec</i>	Po	-	-	-	7.6	12.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nereis spec</i>	Po	12.6	-	1.1	2.2	9.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Jassa spec</i>	Cr-amph	-	-	-	2.2	9.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Melita spec</i>	Cr-amph	-	-	-	1.1	9.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Melita obtusata</i>	Cr-amph	-	-	-	8.7	7.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polychaeta	Po	-	-	1.1	5.5	7.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nassarius spec</i>	M-gas	-	-	1.1	4.4	7.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hesionidae	Po	-	-	1.1	4.4	4.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Polydora cornuta</i>	Po	-	-	4																	

(vervolg Tabel)

		A1	A4	A5	B	C1	C2	D	E	F	H1	H2	I	J	K	L	M	N	Q	R	-
Neomphirite spec	Po	12.6	-	-	0.0	2.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ophiura albida	Ech	-	-	1.1	6.6	2.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pygospio elegans	Po	-	-	1.1	4.4	2.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gastropoda	M-gas	-	-	1.1	-	2.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Phylodoce groenlandica	Po	-	-	1.1	3.3	2.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bodotria scorioides	Cr-cum	-	-	1.1	13.1	2.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Idotea spec	Cr-bo	-	-	1.1	8.7	2.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Anoplodactylus petiolatus	Pyc	-	-	-	7.6	2.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aphrodidae	Po	-	-	-	1.1	2.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Spiophanes bombyx	Po	-	-	-	37.1	95.7	753.4	50.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bathyporeia spec	Cr-amph	-	-	-	-	4.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polydora spec	Po	-	-	-	-	2.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Spio spec	Po	-	-	-	-	2.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Spironidae	Po	-	-	-	-	2.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ophiura ophiura	Ech	-	-	-	-	4.8	100.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tellina fabula	M-biv	-	-	-	1.1	2.4	50.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Veneridae	M-biv	-	-	8.5	63.3	2.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mya arenaria	M-biv	-	-	-	5.3	7.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Microphthalmas aberrans	Po	-	-	2.1	7.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aomides oxycephala	Po	-	-	1.1	7.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Petricola pholadiformis	M-biv	-	-	1.1	6.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Porifera	Sp	-	-	2.1	3.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pholoe spec	Po	-	-	1.1	2.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hippolyte varians	Cr-deca	-	-	2.1	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nereis virens	Po	-	-	2.1	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stenothoidae	Cr-amph	-	-	1.1	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Caprellidae	Cr-amph	-	-	8.5	398.5	2.4	-	25.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polycirrus spec	Po	-	-	5.3	85.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Harmothoe impar	Po	-	-	1.1	27.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Flabelligera affinis	Po	-	-	1.1	16.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cheirocratus spec	Cr-amph	-	-	-	13.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kefersteinia cirrata	Po	-	-	1.1	10.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Eumida sanguinea	Po	-	-	-	7.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Eteoninae	Po	-	-	-	5.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Syllidia armata	Po	-	-	-	5.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lepidonotus squamatus	Po	-	-	-	5.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Balanus crenatus	Cr-bal	-	-	-	4.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nicola zostericola	Po	-	-	-	4.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Achelua echinata	Pyc	-	-	-	4.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nephrys cirrosa	Po	-	-	-	4.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Amphiochus neapolitanus	Cr-amph	-	-	-	3.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nereis succinea	Po	-	-	-	3.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Amothea hilgendorfi	Pyc	-	-	-	2.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hippolyte spec	Cr-deca	-	-	-	2.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lepidonotus spec	Po	-	-	-	2.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nymphon spec	Pyc	-	-	-	2.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Platyhelminthes	Pl	-	-	-	2.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Spio martinensis	Po	-	-	-	2.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tanaidacea	Cr-tana	-	-	-	2.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Proceratæ cornuta	Po	-	-	-	2.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Arenicola marina	Po	-	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Atyidae	Cr-amph	-	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Atylus swammerdami	Cr-amph	-	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Autolytus edwardsi	Po	-	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Atylus prolifer	Po	-	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ciona intestinalis	Tu	-	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Eptonium clathrus	M-gas	-	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Eulalia viridis	Po	-	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Harmothoe imbricata	Po	-	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jassa marmorata	Cr-amph	-	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Liocarcinus holsatus	Cr-deca	-	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Liocarcinus navigator	Cr-deca	-	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Macropodia spec	Cr-deca	-	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Macropodia rostrata	Cr-deca	-	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Magelona spec	Po	-	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ophiodromus flexuosus	Po	-	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polydora ciliata	Po	-	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sabelkida	Po	-	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Scolecipis fuliginosa	Po	-	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stenothoe marina	Cr-amph	-	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stenothoe monoculoides	Cr-amph	-	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bodotriidae	Cr-cum	-	-	2.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gammarus spec	Cr-amph	-	-	2.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lumbrineridae	Po	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pectinaria koreni	Po	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tellina tenuis	M-biv	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Terebellidae	Po	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kurtiella bidentata	M-biv	-	100.5	2.1	2.2	-	-	-	-	-	3.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Echiurus echiurus	Echiura	-	50.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Echinocardium cordatum	Ech	37.7	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tellima ferruginosa	M-biv	12.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
n/m2		4696.2	602.7	5796.4	13073.1	5142.2	2511.3	3063.8	577.6	3164.3	1293.3	904.1	1247.3	251.1	351.6	226.0	552.5	301.4	50.2	50.2	0.0
gemiddeld aantal soorten		8.5	6.0	11.6	25.8	15.4	15.0	17.0	7.0	20.0	4.5	7.1	3.2	5.0	5.0	3.0	5.0	3.0	1.0	1.0	0.0
aantal stations		4	1	47	46	21	1	2	2	1	4	14	6	1	1	2	1	1	1	1	1
total aantal soorten		18	6	93	146	82	15	27	11	20	11	40	8	5	5	5	5	3	1	1	0
index		0.557	0.779	0.658	0.763	0.727	0.863	0.834	0.728	0.852	0.463	0.675	0.396	0.803	0.778	0.376	0.562	0.501	0.000	0.000	****
Evenness		0.634	0.933	0.729	0.795	0.783	0.924	0.887	0.852	0.896	0.586	0.816	0.558	1.000	0.969	0.469	0.701	0.748	0.000	0.000	****