



Monitoring bodemdieren in beoogde bestortingsgebieden bij de ontgrondingskuilen nabij de Oosterscheldekering

Auteur(s): Vincent Escaravage, Lianne van den Bogaart, Tom Ysebaert

Wageningen University &
Research rapport C013/20

Monitoring bodemdieren in beoogde bestortingsgebieden bij de ontgrondingskuilen nabij de Oosterscheldekering

Auteur(s): Vincent Escaravage, Lisanne van den Bogaart, Tom Ysebaert

Wageningen Marine Research
Yerseke, februari 2020

Wageningen Marine Research rapport C013/20

Keywords: ontgrondingskuilen, Oosterscheldekering, stormvloedkering, macrobenthos, Natura 2000

Opdrachtgever: T.a.v.: Gerry Schoonen, Adviseur Omgeving
Rijkswaterstaat Zee & Delta
Poelendaelesingel 18 | 4335 JA Middelburg

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/514687>
Wageningen Marine Research verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

Wageningen Marine Research is ISO 9001:2015 gecertificeerd.

© Wageningen Marine Research

Wageningen Marine Research, instituut
binnen de rechtspersoon Stichting
Wageningen Research, hierbij
vertegenwoordigd door Dr. M.C.Th.
Scholten, Algemeen directeur

KvK nr. 09098104,
WMR BTW nr. NL 8113.83.696.B16.
Code BIC/SWIFT address: RABONL2U
IBAN code: NL 73 RABO 0373599285

Wageningen Marine Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor
gevolgschade, noch voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de
resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Wageningen
Marine Research. Opdrachtgever vrijwaart Wageningen Marine Research van
aanspraken van derden in verband met deze toepassing.
Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag weergegeven en/of
gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier gebruikt worden
zonder schriftelijke toestemming van de uitgever of auteur.

A_4_3_1 V29 (2019)

Inhoud

INHOUD	3
SAMENVATTING.....	4
1 INLEIDING	5
1.1 ACHTERGROND	5
1.2 PROBLEEMSTELLING	6
1.3 KENNISVRAAG	7
2 METHODEN	8
2.1 BEMONSTERING	8
2.1.1 <i>Studiegebied</i>	8
2.1.2 <i>Bemonsteringswijze</i>	8
2.1.3 <i>Aantal monsterlocaties zoals bepaald voor het monitoringsprogramma</i>	9
2.1.4 <i>Uitvoering van de veldwerkzaamheden</i>	9
2.1.5 <i>Veldwaarnemingen m.b.t. de inhoud van de monsters</i>	10
2.1.6 <i>Aantal uitgezochte monsters zoals bepaald o.b.v. uitvoerbaarheid</i>	10
2.1.7 <i>Aanvullende analyses</i>	10
2.2 MONSTERVERWERKING	11
2.3 GEGEVENSVERWERKING.....	12
2.3.1 <i>Aanpak</i>	12
2.3.2 <i>Naar een ecologische waardering van de studiegebieden</i>	12
2.3.3 <i>Statistische toetsing voor de ecologische waardering</i>	12
3 RESULTATEN	14
3.1 EIGENSCHAPPEN VOOR EEN REFERENTIETOESTAND	14
3.1.1 <i>Typische soorten uit de LNV Natura 2000-habitattypen</i>	14
3.1.2 <i>Statistische eigenschappen van gemeenschappen uit de grote monitoringprogramma's</i>	14
3.2 ALGEMENE OMSCHRIJVING BODEMMONSTERS	17
3.3 BENTHOSGEMEENSCHAPPEN IN HUIDIGE MONITORING.....	17
3.4 VERGELIJKING MET REFERENTIEWAARDEN	19
3.4.1 <i>Mate van overeenkomst met Natura 2000-habitat soortenlijsten</i>	19
3.4.2 <i>Mate van overeenkomst met soortenrijkdom monitoringsprogramma's</i>	19
3.4.3 <i>Mate van overeenkomst met soortensamenstelling monitoringsprogramma's</i>	20
4 CONCLUSIES	21
5 KWALITEITSBORGING	23
LITERATUUR.....	24

Samenvatting

Deze studie onderzoekt de ecologische kwaliteit van de ontgrondingskuilen ter hoogte van de Oosterscheldekering. Deze ontgrondingskuilen tasten de bodembescherming van de kering aan en dienen versterkt te worden d.m.v. bestortingen. Het bestorten van de ontgrondingskuilen zal effecten hebben op het bodemleven dat hier voorkomt. In hoeverre het hier om rijke bodemdiergemeenschappen gaat met tevens het voorkomen van typische Natura 2000-soorten is echter onvoldoende bekend. De verwachting is dat in de ontgrondingskuilen, door het extreme dynamische karakter (zeer hoge stroomsnelheden), een vrij homogene zandige bodem voorkomt met weinig bodemleven, en de bodemdiergemeenschappen als verarmde versies van de gemiddelde bodemdiergemeenschappen horende bij dit ecotoop (hoogdynamisch, diep gelegen) beschouwd kunnen worden. Deze studie heeft aan de hand van bodemdierenmonsters onderzocht of deze veronderstelling bevestigd kan worden.

De bodem van de ontgrondingskuilen bleek in de meeste gevallen grof van samenstelling te zijn, bestaande uit gruis, schelpen en stenen, met een grote variatie tussen de monsters. Dit bemoeilijkte de bemonstering, met tot gevolg een soms geringe hapdiepte (door de aanwezigheid van schelpen en stenen) en grote volumes monsters (door de grote hoeveelheid aan gruis en grind). Dit leidde tot aanpassingen in het aantal uitgewerkte monsters en het protocol voor de uitwerking van de monsters. Toch is het met de verzamelde informatie mogelijk gebleken de onderzoeksvraag te beantwoorden.

In totaal zijn er 132 taxa onderscheiden in de 20 onderzochte monsters; 95 taxa zijn waargenomen in de monsters aan de Oosterscheldezijde van de kering, en 98 taxa aan de Voordeltazijde. In vergelijking met de MWTL en PMR-NCV monitoringsprogramma's behoren de waargenomen waarden van soortenrijkdom tot representatieve niveaus voor respectievelijk de Oosterschelde en de Voordelta.

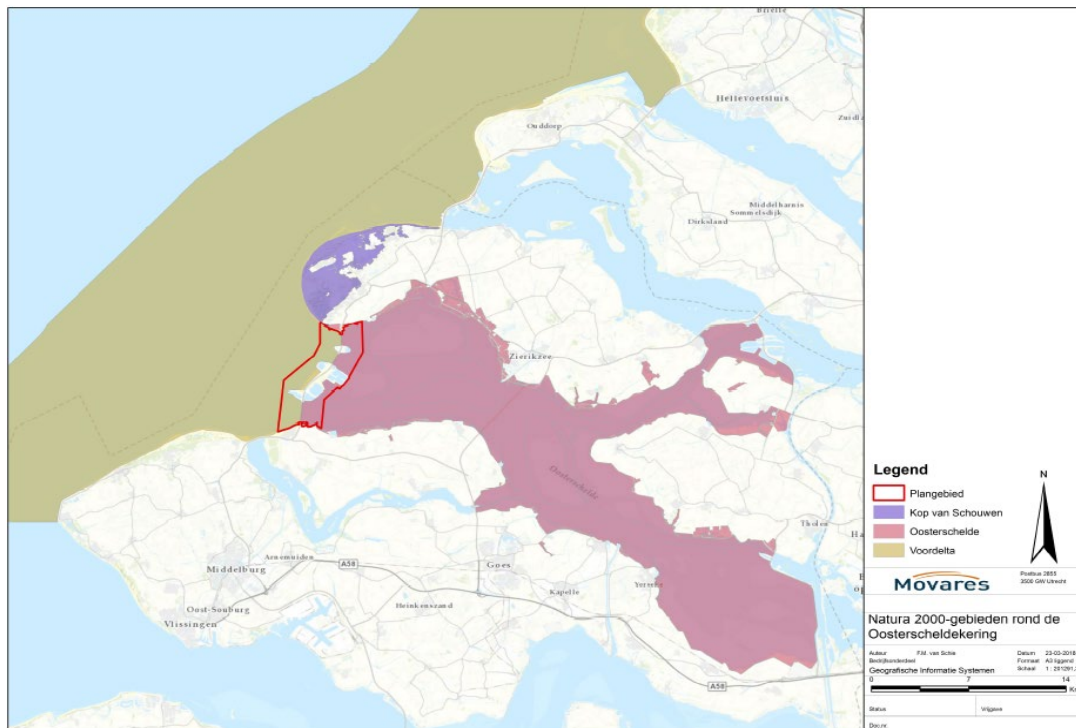
Verschillende typische soorten van het habitatype H1160 (OS, grote baaien) en H1110 (VD, permanent overstroomde zandbanken) worden in de ontgrondingskuilen waargenomen. Vergeleken met het habitatype H1160 ontbreken aan de Oosterscheldezijde van de kering een aantal soorten, maar dit zijn eerder soorten van intergetijdengebieden en ondiepe sublitorale gebieden zoals de kokkel, zeeduizendpoot en wadpier. Vergeleken met het habitatype H1110 ontbreken aan de Voordeltazijde van de kering de zeeklit en de, vaak met de zeeklit geassocieerde, ovale zeeklitschelp. Deze organismen leven ingegraven in zandige tot slibrijke bodems, terwijl de ontgrondingskuilen eerder bestaan uit grovere bodems met gruis, schelpen en stenen. De bodemdiergemeenschap in de ontgrondingskuilen is zeer gevarieerd: de monsters variëren sterk in zowel het aantal taxa, de densiteit en de biomassa, met een aantal zeer rijke monsters met hoge aantallen en biomassa. Opvallend is de dominantie van een aantal epibenthische soorten zoals zeeanemonen (Actiniaria), brokkelsterren (*Ophiura*, *Ophiothrix*), en zeesterren (*Asterias rubens*) die op de grovere bodem een geschikt habitat aantreffen. Daarnaast valt de aanwezigheid van kokerwormen op, zoals de schelpkokerworm *Lanice conchilega* en de pauwenstaart-viltkokerworm *Sabella pavonina*. De witte boormossel werd op één locatie, ingeboord in verharde klei, in hoge dichtheden en biomassa aangetroffen. In deze grovere bodems komen ook heel wat kleinere soorten wormen voor, zoals *Oligochaeta* en *Mediomastus* sp. Heel wat soorten die frequent voorkomen in de monitoringsprogramma's in de Oosterschelde (MWTL) en de Voordelta (PMR-NCV) worden ook in de ontgrondingskuilen aangetroffen, maar verschillen vaak in frequentie van voorkomen; tezamen met de afwezigheid van sommige soorten wijst het op een typische bodemdiergemeenschap in de ontgrondingskuilen.

Er kan dus gesteld worden dat de huidige locaties van de ontgrondingskuilen uiteenlopende leefhabitats tonen met, lokaal, hoge soortenrijkdom, aantallen en biomassa's aan bodemdieren en met verschillende soorten die als typische soorten kwalificeren binnen de Natura 2000-habitats H1160 en H1110. Ook in de meest soortenarme stations komen kwalificerende soorten voor (zoals de zandzager *Nephtys cirrosa*). De ontgrondingskuilen herbergen een typische bodemdiergemeenschap, horende bij dit dynamische milieu. Ondanks de hoogdynamische omstandigheden, kunnen heel wat soorten zich vestigen in deze grovere bodems. Het gaat daarbij om zowel epibenthische soorten, als soorten die genieten van de bescherming van een eigen koker (kokerwormen). Kokerwormen vormen daarbij een leefgebied voor heel wat andere, kleinere soorten. De huidige bevindingen spreken dus de verwachting tegen dat de ontgrondingskuilen slechts verarmde bodemdiergemeenschappen zonder typische Natura 2000-soorten zouden herbergen.

1.2 Probleemstelling

De ontgrondingskuilen liggen binnen de Natura 2000-gebieden Oosterschelde en Voordelta (Figuur 2). Daarnaast grenst het plangebied aan het Natura 2000-gebied Kop van Schouwen. Zowel de Oosterschelde als de Voordelta zijn aangewezen als Habitat- en Vogelrichtlijn gebied. Kop van Schouwen is alleen aangewezen als Habitatrichtlijn gebied. In figuur 2 is de ligging van deze drie Natura 2000-gebieden weergegeven. De geplande bestortingen vinden dus plaats binnen het Natura 2000-gebied Voordelta en het Natura 2000-gebied Oosterschelde.

Het gaat om de volgende geulen: Schaar, Hammen en Roompot. De geplande werkzaamheden zijn een voortzetting van werkzaamheden die afgelopen jaren zijn uitgevoerd. Hiervoor is op 11 februari 2014 een vergunning in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998 afgegeven. De vergunning Natuurbeschermingswet verloopt op 31 december 2019. Een nieuwe vergunning is noodzakelijk en hiervoor is een de Passende Beoordeling uitgevoerd Van der Woude & van Schie (2019).



Figuur 2: Natura 2000-gebieden in (de omgeving van) het plangebied. Overgenomen uit Van der Woude & van Schie (2019).

De passende beoordeling heeft in kaart gebracht wat de effecten zijn van de voorgenomen werkzaamheden op de instandhoudingsdoelstellingen van de omliggende Natura 2000-gebieden (Van der Woude & van Schie, 2019). Het doel hierbij was om zo veel mogelijk informatie te verzamelen om te bepalen of de ingreep kan leiden tot overtredingen van de wetten en regels die toezien op bescherming van de natuur.

In de passende beoordeling wordt benadrukt dat de huidige ecologische kwaliteit van het te bestorten gebied niet bekend is maar dat de verwachting is dat het habitat ter plaatse weinig ecologische waarde heeft door het slecht vestigingsklimaat als gevolg van de hoge dynamiek rond de kering (Movares, 2019). Deze grote dynamiek uit zich in de hoge stroomsnelheden die hier voorkomen op grote diepte (tot 65 m - NAP), en de sterke erosie. Om dit vermoeden van lage ecologische kwaliteit te kunnen toetsen, wordt in de passende beoordeling voorgesteld om, voorafgaand aan de bestortingen, een viertal willekeurige T_0 metingen aan beide zijden van de Oosterscheldekering te doen. Zoals benadrukt wordt door Van der Woude & van Schie (2019), dienen de gestelde aannames, zowel met betrekking tot de verwachte ecologische kwaliteit van het te bestorten gebied, als voor het voorgestelde aantal te nemen T_0 bodemonsters, degelijk gestaafd te worden met een passend onderzoek.

1.3 Kennisvraag

De kennisvraag voor de huidige studie werd als volgt geformuleerd in de opdrachtomschrijving:

Kunnen diepe ontgrondingskuilen met hoge stroomsnelheden in de Oosterschelde en de Voordelta aangemerkt worden als kwalitatief goed habitattype, zoals wettelijk zijn aangewezen in deze Natura 2000-gebieden? Het antwoord dient gebaseerd te worden op 1) een inventarisatie van de bodemfauna op hoog-dynamische plaatsen in de Oosterschelde en de Voordelta op plaatsen die bestort moeten worden en 2) een vergelijking van de resultaten hiervan met referentiewaarnemingen.

Gelet op het geringe oppervlak aan habitat dat verloren gaat door de bestorting (0,04 % van de 35.100 ha in de Oosterschelde en 0,017 % van de 81.225 ha in de Voordelta (Van der Woude & van Schie, 2019)), spitst de eerste kennisvraag zich vooral toe op soorten die specifiek in die gebieden gehuisvest zouden kunnen zijn vergeleken met de Natura 2000-habitats die getypeerd zijn voor die gebieden.

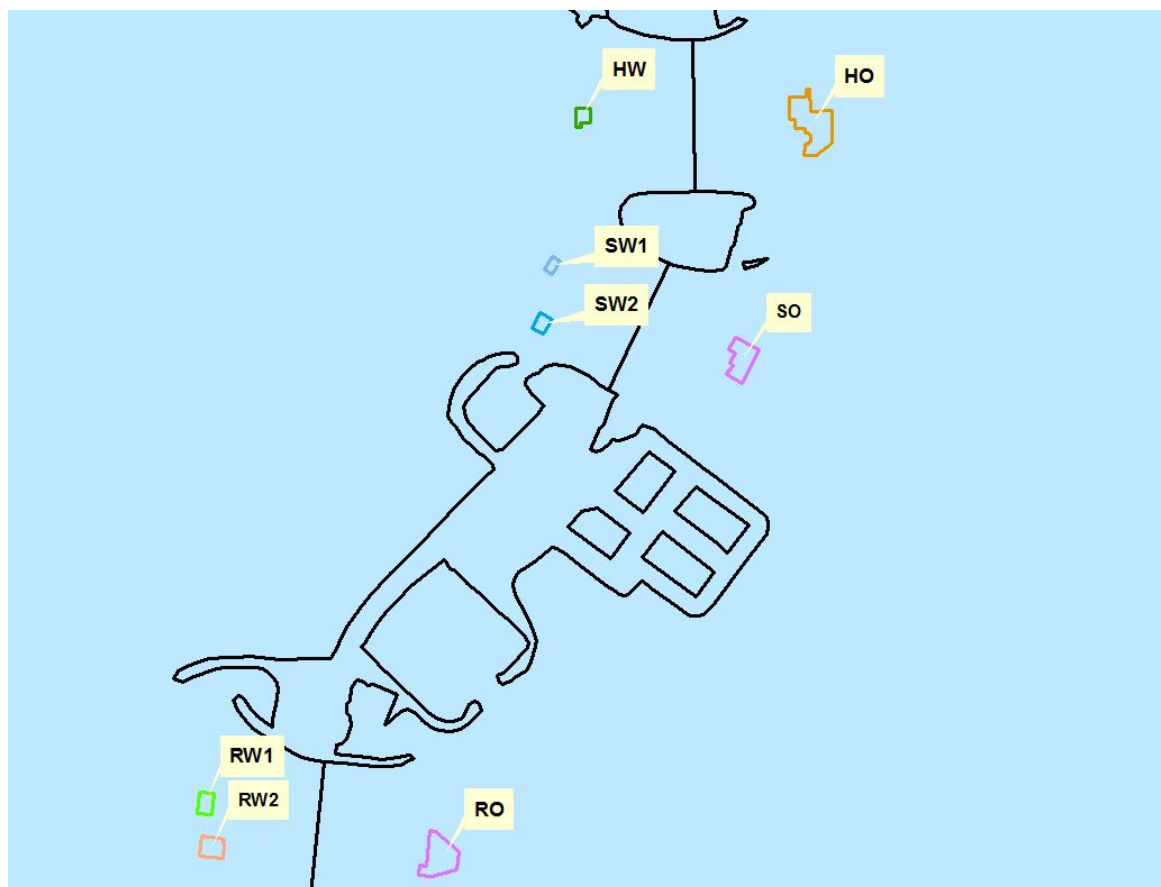
Bij de keuze van de referentiewaarden in het kader van de tweede kennisvraag wordt, voor de vergelijking met de gegevens uit deze studie, rekening gehouden met het ecotoop waartoe de ontgrondingskuilen behoren (d.i. hoogdynamisch sublitoraal).

2 Methoden

2.1 Bemonstering

2.1.1 Studiegebied

De contouren van de zes studiegebieden werden aangeleverd door de opdrachtgever in de vorm van GIS shapefiles (Figuur 3).



Figuur 3: Overzicht van de studiegebieden aan beide zijden van de Oosterscheldekering HO (Hammen Oost), HW (Hammen West), SO (Schaar Oost), SW1 en SW2 (Schaar West 1 en 2), RO (Roompot Oost), RW1 en RW2 (Roompot West 1 en 2).

De gebieden Schaar West en Roompot West werden verdeeld in twee deelgebieden (SW1/SW2, RW1/RW2). Vanwege de aanwezigheid van bestortingsmateriaal in deze gebieden was het namelijk niet mogelijk om de bemonstering uit te voeren zoals gepland en derhalve is aan weerszijden van het bestortingsmateriaal bemonsterd.

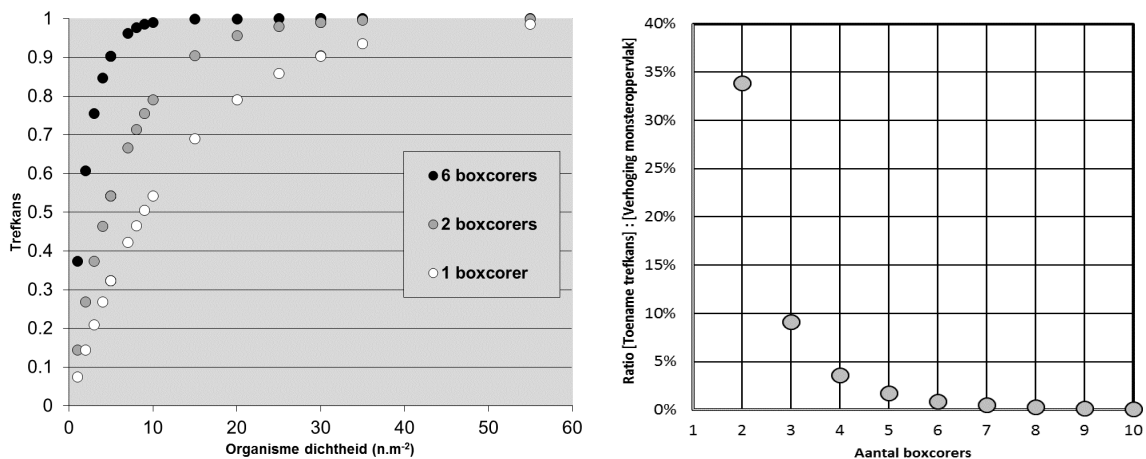
2.1.2 Bemonsteringswijze

Door de sterke stroming, grote helling en mogelijke aanwezigheid van stenen, leent het studiegebied zich niet goed voor bemonsteringen met gesleepte tuigen zoals kor of schaaf waardoor gekozen is voor een bemonstering met een boxcorer (type Reineck, 0,078 m²). De monsters worden gezeefd op een zeef met maaswijdte van 1 mm (RWS voorschrift 913.00.B200, v7). Doordat de Reineck boxcorer ook gebruikt wordt in het kader van andere monitoringprojecten in de Oosterschelde (MWTL: Monitoring Waterstaatkundige Toestand des Lands) en de Voordelta (PMR-NCV: Project Mainport Rotterdam Natuurcompensatie Voordelta), maakt die keuze het tevens mogelijk om onderlinge vergelijkingen te maken met die projecten.

Het betonningschip "Frans Naerebout" werd ingezet door de opdrachtgever voor de huidige monitoring. Dankzij de DPS (Dynamic Positioning System) kan het schip zich nauwkeurig positioneren op de locatie gepland voor de bemonstering. Per locatie werd naast het bodemdierenmonster ook een sedimentmonster genomen ter typering van de bodemsamenstelling van de monsterlocatie (RWS voorschrift 913.00.B200, v7).

2.1.3 Aantal monsterlocaties zoals bepaald voor het monitoringsprogramma.

Het aantal monsters per gebied is geoptimaliseerd op basis van de ratio tussen de toename in de trefkans van soorten en de verhoging in het aantal monsters per locatie. Voor deze bepaling is gebruik gemaakt van een simulatie voor de berekening van de trefkans van individuen uit een denkbeeldige populatie met een random verdeling op de bodem als functie van hun dichtheid en voor toenemend monsteroppervlak (Figuur 4). Deze bepaling kan beschouwd worden als een kosten-baten met de verhoging in de soortentrefkans als baten en het aantal monsters per locatie als kosten (bemonstering en analyse kosten).



Figuur 4: Links: Trefkans voor soorten (met een random verdeling op de bodem) in 1, 2 en 6 boxcorers als functie van hun dichtheid. Rechts: Relatieve winst (verhoging in trefkans) gewogen met de toename in monsteroppervlak als functie van het aantal (2 tot 10) boxcorers.

De berekening voor een dichtheid van 5 individuen per m² laat zien dat de relatieve winst geboekt met het verhogen van het aantal monsters verwaarloosbaar wordt voor meer dan 6 boxcorers per locatie (Figuur 4). Op basis van dit resultaat is besloten om, ruimtedekkend, zes monsters per gebied (drie per deelgebied bij Roompot West en Schaar West) te verzamelen en dus in totaal 36 monsters voor de huidige T₀ monitoring (Bijlage 1 tot Bijlage 3).

2.1.4 Uitvoering van de veldwerkzaamheden

Een overzicht van de locaties bemonsterd voor de analyse van de benthos gemeenschap is weergegeven in Bijlage 1 t/m Bijlage 3. Door de aanwezigheid van stenen en schelpen konden in totaal vier van de 36 monsters (HW_06, HO_01, RW1_02, RO_04) niet op de geplande locaties genomen worden. Daarnaast dienden op één locatie twee keer onderdelen van de boxcorer (ketels en scheppen) vervangen te worden doordat deze beschadigd waren geraakt vanwege de aanwezigheid van hard substraat (HW_06 verplaatst naar HW_07). Voor de overige drie locaties die niet bemonsterd konden worden, is gezocht naar alternatieve locaties (HO_07, RW1_04, RO_07). Alle alternatieve locaties konden binnen de beoogde studiegebieden geplaatst worden, m.u.v. HW_07. Hier was de toegang tot het gebied verhinderd door verschuiving van de veiligheidslijn onder invloed van het uitgaande water (zie Bijlage 1).

Door de moeilijke omstandigheden (o.a. sterke stroming, grote diepte) en de aanwezigheid van stenen, schelpen en gruis kon vaak de voorgeschreven hapdiepte van 15 cm niet gehaald worden. Hierdoor kan het zijn dat soorten die dieper in het sediment leven in deze monsters gemist worden. Toch werd de informatieve waarde van deze monsters als afdoende beschouwd voor het krijgen van inzicht in de

bodemdiergemeenschappen die in de ontgrondingskuilen voorkomen. Derhalve is besloten om deze monsters te behouden.

2.1.5 Veldwaarnemingen m.b.t. de inhoud van de monsters

Onderliggend aan de benadering gebruikt bij het configureren van het monitoringsprogramma (§ 2.1.3) gold de aanname m.b.t. de monstergebieden van "*homogene zandige, hoogdynamische bodems met relatief weinig leven*". Deze aanname was gebaseerd op de rapportage van Van der Woude & van Schie (2019) waar verondersteld werd dat het habitat ter plaatse een lage ecologische waarde zou hebben door het slechte vestigingsklimaat als gevolg van de hoge dynamiek rond de kering. Tijdens de bemonstering bleek snel dat de studiegebieden echt anders waren dan "*homogene zandige, hoogdynamische bodems met relatief weinig leven*".

Bijlage 4 geeft een overzicht van de verscheidenheid in de monsters m.b.t. samenstelling, van mosselpeulen en gruis tot stenen, met daartussen de opmerkelijke aanwezigheid in sommige monsters van vele slang-/brokkelsteren, zeeanemonen en kokerwormen. Tijdens de bemonstering blijkt dat de hoeveelheid materiaal dat op de zeef achterblijft enorm varieert tussen de monsters (0,5 tot 8 liter voor de monsters getoond in Bijlage 4). De monsters zijn omvangrijker (gemiddeld 9l op basis van alle monsters en maximaal 20l per monster) en rijker aan fauna dan werd verwacht op basis van de passende beoordeling (Van der Woude & van Schie, 2019). Dit kwam onder andere door de aanwezigheid van grote hoeveelheden schelpenresten en grind en/of stenen.

2.1.6 Aantal uitgezochte monsters zoals bepaald o.b.v. uitvoerbaarheid

De bodemsamenstelling en soortenrijkdom (op basis van voorlopige beschouwingen in 2.1.5 en Bijlage 4) van de monsters komen duidelijk niet overeen met de aanname die centraal stond bij de configuratie van het huidige monitoringsprogramma (zes monsters per gebied, uitgaande van een homogeen zandig gebied).

In heterogene omgevingen dient een groot aantal monsters genomen te worden langs de aanwezige gradiënten (bijv. door middel van een gestratificeerde monitoring) om zo goed mogelijk rekening te kunnen houden met de natuurlijke variatie. In afwezigheid van een dergelijke stratificatie in het monitoringsprogramma verzwakt de relatie tussen de toename in het aantal monsters en de nauwkeurigheid van de waarnemingen. Daardoor is het niet gegarandeerd dat de nauwkeurigheid die bereikt is met zes monsters groter is dan op basis van bijv. vier monsters.

Een meer triviaal maar niet minder doorslaggevend aspect i.v.m. de omvang en rijkdom van de monsters is dat de volledige afwerking van 36 monsters zou zorgen voor een overschrijding (ca. verdubbeling) van het projectbudget en tijdsbestek met een oplevering in april 2020. Naar aanleiding van deze observaties is, in overleg met de opdrachtgever, besloten om de uitzoekwerkzaamheden te beperken tot 20 (i.p.v. 36) monsterlocaties. Deze locaties zijn ruimtelijk verdeeld over de studiegebieden (zie Bijlage 5). Deze vermindering van het aantal monsters maakt het mogelijk om de resultaten tijdig af te leveren. Daarbij is tevens rekening gehouden met het evenwicht tussen de ingezette capaciteit t.o.v. de bereikbare nauwkeurigheid van de waarnemingen.

2.1.7 Aanvullende analyses

Als aanvulling op de analyse van de 20 geanalyseerde monsters werden de bodemdierengemeenschappen in de overige 16 monsters gescreend (quickscan) na het zeven van de monsters op een zeef met maaswijdte van 1 mm (zie Bijlage 6).

De sedimentanalyse van de sedimentmonsters, verzameld in combinatie met de bodemdiermonsters, staan weergegeven in Bijlage 11. De korrelgrootteverdeling van de zandfractie is bepaald met een Malvern (Laser Diffraction Particle Size Analyser) volgens standaard protocol door het NIOZ.

2.2 Monsterverwerking

De verwerking van de monsters vond plaats volgens het RWS-analysevoorschrift A2-107 v7. Volgens dit protocol is het toegestaan om het monster te decanteren over een 500 µm zeef, waardoor de fauna grotendeels gescheiden kan worden van de sedimentmatrix (Figuur 5).

De twee fracties verkregen bij deze procedure (i.e. een fijne fractie die door de zeef gaat en het decantaat dat in de spoelbak overblijft) worden beiden apart uitgezocht op bodemdieren. Na het volledig uitzoeken, wordt het decantaat tarra genoemd. De tarra kan gebruikt worden om te controleren hoe nauwkeurig de werkzaamheden zijn uitgevoerd door te zoeken naar overgebleven organismen.



Figuur 5: Decanteren van een monster waar een fractie (een laag sediment in een fotobak) minimaal tien keer gespoeld wordt over een 500 µm zeef totdat geen zichtbaar organisme meer overgegoten wordt.

Door de grote volumes van de monsters, was het niet realistisch om de monsters integraal uit te zoeken zoals voorgeschreven in het analysevoorschrift van Rijkswaterstaat (A2-107 v7). Volgens het protocol dient het gebruik van deelmonsters beperkt te blijven tot de soorten waar meer dan 100 individuen van in de monsters voorkomen.

In overleg met Joël Cuperus van RWS-CIV is afgesproken om, voor omvangrijke monsters (>4L), slechts 4 liters uit het decantaat volledig uit te zoeken op bodemdieren en vervolgens op te slaan als "doorgezochte tarra". De resterende fractie van het decantaat is grof doorzocht op grotere organismen die moeilijk in suspensie raken tijdens het decanteren en vervolgens opgeslagen als "gescreende tarra".

De organismen zijn daarna geconserveerd in 4% formaldehyde en bewaard tot determinatie. Het uitgezochte restmateriaal is daarna weer opgeslagen in de betreffende monsterpot (eveneens in 4% formaldehyde) en opgeslagen. Alle organismen werden vervolgens, indien mogelijk, gedetermineerd tot op soortniveau. Als dit niet mogelijk was, werden de organismen gedetermineerd tot het eerstvolgende hogere niveau. Na determinatie is de biomassa, in de vorm van het asvrij drooggewicht (Ash-Free Dry Weight, AFDW) bepaald. Waar mogelijk is het AFDW van individuele taxa per monster bepaald. Van abundante schelpdiersoorten zijn in een aantal gevallen lengte-AFDW regressies gemaakt per gebied. Voor een aantal kleinere taxa is de biomassa geschat. Van ieder taxon is minimaal één exemplaar achtergehouden voor controle door RWS en de referentiecollectie van Rijkswaterstaat.

Sommige monsters bleken zeer bewerkelijk, met name de monsters met veel schelpkokerwormen (*Lanice conchilega*) en Hydrozoa. Tussen de kokers en de tentakels van schelpkokerwormen kunnen zich zeer kleine wormen, vlokreeftjes, slangsterren of schelpdieren bevinden. Het gaat daarbij vaak om individuen die kleiner zijn dan 1 mm en normaal gesproken niet op de zeef zouden achterblijven. Door hun minimale lengte kunnen deze echter wel gemist worden bij het uitzoeken.

Wageningen Marine Research heeft de doorgezochte tarra van drie monsters ter controle naar RWS gestuurd. Hiervan is één monster in detail uitgezocht, namelijk het monster SW1-02 (Schaar West1 – 02). Dit controlemonster werd ook door RWS als erg bewerkelijk omschreven. Dit monster is door RWS met een binoculair uitgezocht, wat niet het protocol is dat WMR volgt (uitzoeken zonder binoculair). In totaal bleek 13% van het totaal aantal organismen nog aanwezig te zijn in het tarra monster. Het gaat daarbij vooral om Oligochaeta, kleine Amphipoda, kleine schelpdieren (Abra, Bivalvia, Kurtiella en Mytilus), juveniele Ophiuridae en kleine polychaeta (vooral Terebellida). Er zijn geen voorschriften over hoeveel individuen aanvaardbaar gemist kunnen worden in een monster, maar 13% werd door RWS en

WMR als een relatief hoog percentage beoordeeld. WMR heeft daarom besloten een aantal doorgezochte tarra opnieuw uit te zoeken om na te gaan in hoeverre dit door RWS uitgezochte monster representatief is voor alle monsters of uitzonderlijk door de aanwezigheid van grote hoeveelheden schelpkokerwormen en Hydrozoa. In de vier opnieuw uitgezochte monsters (HW-02, HW-03, RW2-03, SO-04) varieerde het aantal gemiste individuen van 0,9% tot 9,2%. Vooral kleine schelpdieren en kleine slang-/brokkelsterren werden gemist in deze grote bewerkelijke monsters. Deze zijn achtergebleven in het gruis en schelpen na het decanteren. Om het percentage gemiste individuen in de toekomst te verlagen, gaat WMR de tarra van zulke monsters voortaan met een binoculair uitzoeken.

Benadrukt dient te worden dat deze gemiste individuen voor de vraagstelling ("Kan de bodemdiergemeenschap in de ontgrondingskuilen als kwalificerend voor de Natura 2000-habitattypes beschouwd worden?") volgens ons geen gevolgen heeft.

2.3 Gegevensverwerking

2.3.1 Aanpak

Beide deelgebieden, Oosterschelde (OS, Oost van de Oosterscheldekering) en Voordelta (VD, West van de Oosterscheldekering), worden getypeerd op basis van drie eigenschappen. Hiertoe worden de bodemdiergegevens van de ontgrondingskuilen vergeleken met de soortenlijsten uit de LNV Natura 2000-habitattypen en referentiewaarden verkregen uit de bodemdiergegevens van de MWTL en PMR-NCV monitoringsprogramma's:

- Soortenlijsten op basis van alle monsters in elk gebied (OS en VD) vergelijken met de soortenlijsten uit de Natura 2000-Habitattypen (H1160 en H1110B).
- Aantal soorten op basis van alle monsters in elke gebied (Oost en West) vergelijken met het aantal soorten gevonden voor hetzelfde monsteroppervlak op hoogte van het vijfde percentiel van de monsters uit de referentiedatasets (MWTL/Oosterschelde, PMR-NCV/Voordelta).
- Voorkomingsfrequentie van soorten in >90%, >50% - <90%, <50% van de monsters in elke gebied (Oost en West) vergelijken met de voorkomingsfrequentie voor hetzelfde monsteroppervlak in de referentiedatasets (MWTL, Oosterschelde; PMR-NCV, Voordelta).

2.3.2 Naar een ecologische waardering van de studiegebieden

De eerste onderzoeksvraag betreft de ecologische kwaliteit van de ontgrondingskuilen in vergelijking met de Natura 2000-habitats waar de kuilen zich bevinden: H1160 (Grote baaien) in de Oosterschelde en H1110 (Permanent overstroomde zandbanken) in de Voordelta. Gelet op het geringe oppervlak aan habitat dat verloren gaat door de bestorting (0,04 % van de 35.100 ha in de Oosterschelde en 0,017 % van de 81.225 ha in de Voordelta (Van der Woude & van Schie, 2019)), richt de eerste onderzoeksvraag zich vooral op soorten die specifiek in die gebieden gehuisvest zouden kunnen zijn.

Op basis van de monsters verzameld in elk deelgebied (OS en VD) zijn soortenlijsten opgesteld en vergeleken met de lijsten van typische soorten zoals aangereikt in de Profielhabitattype documenten (LNV Natura 2000, Profielen habitattypen en soorten). Op basis van deze vergelijking wordt vastgesteld hoe de studiegebieden zich verhouden ten opzichte van de Natura 2000-habitattypen. Er wordt onderzocht of de typische soorten voor de genoemde Natura2000-habitats zich ook in het studiegebied bevinden.

2.3.3 Statistische toetsing voor de ecologische waardering

De vergelijking met de Natura 2000 soortenlijsten (zie 2.3.2) laat niet toe om de macrobenthosgemeenschap uit de studiegebieden op statistische wijze te vergelijken met referentiewaarden. Om daaraan te voldoen wordt gebruik gemaakt van benthosgegevens verzameld in vergelijkbare ecotopen (hoogdynamisch sublitoraal) uit bestaande monitoringprogramma's (PMR-NCV in Voordelta, MWTL in de Oosterschelde) verkregen van Informatiehuis Marien. De vergelijking is uitgevoerd op basis van het aantal soorten en van de lijst van soorten gevonden in de huidige monitoring en in de referentiedatasets. Beide indicatoren (aantal soorten en soortenlijst) zijn sterk afhankelijk van het aantal monsters volgens de "soort-oppervlakte kromme" die de relatie beschrijft tussen het aantal soorten en het bemonsterde oppervlak. Ten behoeve van de huidige vergelijking moet dus de

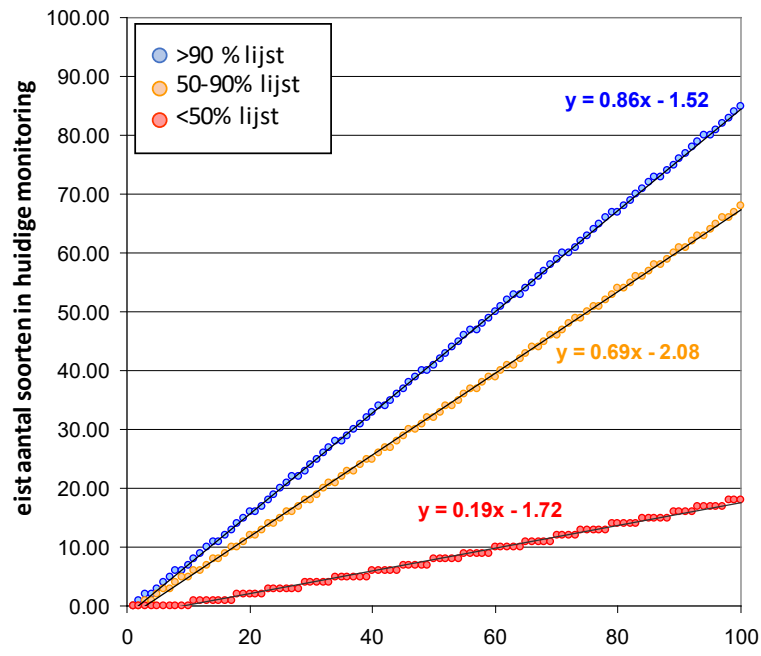
statistische verdeling van het aantal soorten en van de soortenlijst berekend worden over het aantal monsters in de referentiedataset (zie 2.3.2.1 en 2.3.2.2). De vergelijking vindt vervolgens plaats tussen deze statistische waarden en de huidige resultaten.

2.3.3.1 Aantal soorten

Het aantal waar te nemen soorten in een selectie van monsters is rechtstreeks afhankelijk van het bemonsteringsoppervlak. Daardoor is het niet mogelijk om het aantal soorten gevonden in de tiental monsters in de huidige dataset rechtstreeks te vergelijken met het aantal soorten gevonden in de honderden monsters uit de referentiedataset. Om een dergelijke vergelijking te kunnen maken is gebruik gemaakt van permutatie technieken (Fortran routine geprogrammeerd door dr. Peter Herman (Deltares), pers. com.). Daarin is het aantal soorten, gevonden in alle mogelijke combinaties van het aantal monsters uit de referentiedataset, berekend en weergegeven als functie van het bemonsteringsoppervlak. Deze exercitie levert, voor elk gerealiseerd bemonsteringsoppervlak, de frequentieverdeling (percentielen) van het aantal soorten en dus ook voor het totale oppervlak bemonsterd voor de huidige dataset. Bij soortenrijkdom kleiner dan het 5^{de} percentiel, dan wel groter dan de 95^{de} percentiel, worden de studiegebieden beschreven als respectievelijk arm en rijk.

2.3.3.2 Soortenlijsten

Op basis van de twee referentiedatasets (OS en VD) is de frequentie van voorkomen bepaald van iedere soort/taxon. Deze frequentie van voorkomen wordt vergeleken met de frequentie van voorkomen in de huidige monitoring. Daarnaast zijn drie soortenlijsten opgesteld: (1) soorten aanwezig in meer dan 90%, (2) tussen 50% en 90% en (3) in minder dan 50% van alle waarnemingen in de referentiedatasets. Voor elke soortenlijst wordt een minimaal aantal soorten verwacht in de huidige monitoring. Hierbij is rekening gehouden met het feit dat waarnemingen van soorten bepaald worden door hun trefkans (i.e. functie van de verwachte voorkomensfrequentie en van het monsteroppervlak, berekend op basis van een Poisson verdeling). Deze trefkansfunctie staat weergegeven in Figuur 6 met, voor elke soortenlijst (>90%, 50%-90%, <50%), het minimale aantal soorten te verwachten in de huidige monitoring als functie van het aantal soorten waargenomen in de referentiedataset.



Figuur 6: Minimaal aantal soorten te verwachten in de huidige monitoring als functie van het aantal soorten in de <90%, 50-90% en <50% lijsten uit de referentiedatasets.

3 Resultaten

3.1 Eigenschappen voor een referentietoestand

3.1.1 Typische soorten uit de LNV Natura 2000-habitattypen

Bij de karakterisering van de gemeenschappen waargenomen in de huidige monitoring aan beide zijden van de kering (Oost, Oosterschelde en West, Voordelta) is als referentie gebruik gemaakt van de Natura 2000-habitattypen soortenlijst zoals hieronder beschreven.

3.1.1.1 Oosterschelde

Habitattype H1160 'Grote baaien' telt 10 typische bodemdierensoorten (Bijlage 7) waarvan twee grote soorten (*Metridium senile* en *Carcinus maenas*) gerekend als indicatie voor een goede abiotische toestand en goede biotische structuur. De overige acht soorten (eveneens van relatief grote omvang), waaronder kokkel, mossel, hartegel, zeeduizendpoot, schelpkokerworm en wadpier zijn gerekend als indicatie voor een goede abiotische toestand.

3.1.1.2 Voordelta

Habitattype H1110B (permanent overstroomde dynamische zandbanken, Noordzee-kustzone tot 20 m) telt 12 typische bodemdierensoorten (Bijlage 8) waarvan de schelpkokerworm (*Lanice conchilega*) en de zandkokerworm (*Spiophanes bombyx*) zijn gerekend als indicatie voor een goede abiotische toestand en goede biotische structuur. De overige tien soorten, waaronder kleine wormen, kreeftachtigen en de gewone slangster, zijn gerekend als indicatie voor een goede abiotische toestand.

3.1.2 Statistische eigenschappen van gemeenschappen uit de grote monitoringprogramma's

Voorafgaand aan de statistische berekeningen m.b.t. de bodemdiergemeenschappen is er een selectie gemaakt van monsters van de beschikbare monitoringgegevens (MWTL en PMR-NCV) op basis van omgevingskarakteristieken vergelijkbaar met de huidige monitoring.

Voor de Oosterschelde monsters (MWTL 2009-2017) is een selectie gemaakt van de monsters behorende tot het hoogdynamisch diep ecotoop (OSZHDDP) dieper van 5 meters t.o.v. NAP. Die laatste inperking is bedoeld om monsters onder invloed van golfwerking uit te sluiten en dit leidt tot een selectie van 144 monsters. Een nadere selectie van monsters uit dieper gelegen locaties, meer in de buurt van de huidige survey, leidt tot een drastisch afname van het aantal locaties. Om een goede vergelijking te maken tussen de Oosterschelde monsters en de Voordelta monsters, is het wenselijk aan beide zijden een gelijkaardig aantal monsters te hebben. Met betrekking tot de Voordelta monsters (PMR-NCV 2004-2017) is er een selectie gemaakt van de monsters dieper dan 20 m, allen gerekend tot hoog dynamische locaties, wat leidt tot een selectie van 224 locaties.

De volgende statistieken zijn gebruikt in de vergelijking tussen de huidige bemonstering en de monitoring gegevens (MWTL, Oosterschelde en PMR-NCV, Voordelta):

- Aantal soorten bij het 5^{de} percentiel van de verdeling van alle combinaties van monsters voor een monsteroppervlak van 0,78 m² (alle tien monsters Oost of West uit het huidige onderzoek) (zie tabel 1 en tabel 2). Bij soortenrijkdom kleiner dan de 5^{de} percentiel dan wel groter dan de 95^{de} percentiel worden de studiegebieden beschreven als respectievelijk arm en rijk.
- Voorkomingsfrequentie van soorten in meer dan 90%, 50% tot 90% en in minder dan 50% van de monsters met een oppervlak van 0,078 m² (één monster uit het huidige onderzoek) (zie tabel 1 en tabel 2).

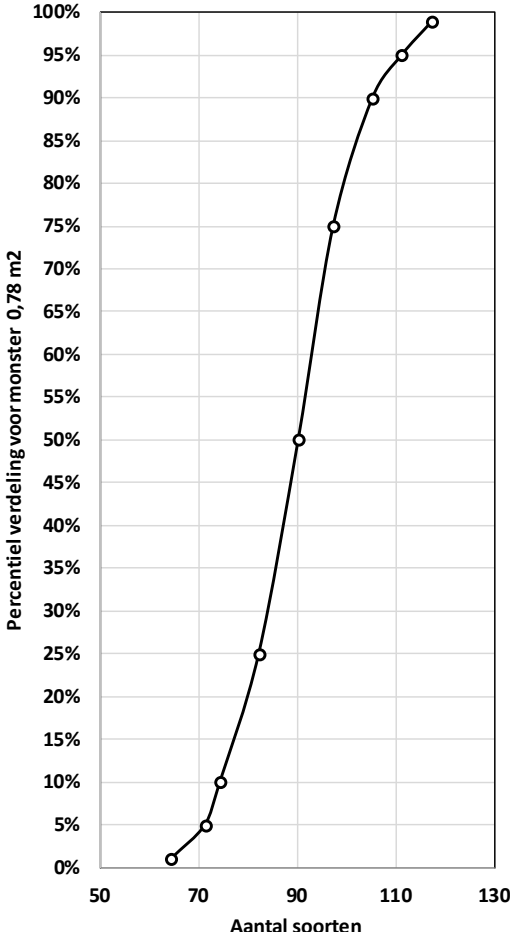
Tabel 1: Statistische waarden voor het aantal taxa en de voorkomingsfrequentie van taxa berekend op basis van de Oosterschelde gegevens (MWTL 2009-2017) op hoog dynamische sublitoral locaties dieper dan 5m (n=144 locaties).

Oosterschelde

Aantal taxa	Voorkomingsfrequentie taxa																																																																																																																																																				
73 taxa in 5% van de monsters samengevoegd tot een monsteroppervlak van 0,78 m ²	1 taxa in meer dan 90% van de monsters 2 tot 3 taxa in 50 tot 90% van de monsters 69 taxa in 10 tot 50% van de monsters																																																																																																																																																				
	<table> <tr> <th>Soort</th><th>Frequentie</th></tr> <tr><td><i>Scoloplos armiger</i></td><td>96%</td></tr> <tr><td><i>Spiophanes bombyx</i></td><td>83%</td></tr> <tr><td><i>Nephtys</i></td><td>67%</td></tr> <tr><td><i>Nephtys cirrosa</i></td><td>66%</td></tr> <tr><td><i>Abra alba</i></td><td>44%</td></tr> <tr><td><i>Lanice conchilega</i></td><td>42%</td></tr> <tr><td><i>Magelona johnstoni</i></td><td>41%</td></tr> <tr><td><i>Oligochaeta</i></td><td>40%</td></tr> <tr><td><i>Nephtys hombergii</i></td><td>37%</td></tr> <tr><td><i>Urothoe poseidonis</i></td><td>35%</td></tr> <tr><td>Cirratulidae</td><td>35%</td></tr> <tr><td>Nemertea</td><td>35%</td></tr> <tr><td><i>Notomastus latericeus</i></td><td>32%</td></tr> <tr><td>Capitella</td><td>30%</td></tr> <tr><td><i>Poecilochaetus serpens</i></td><td>30%</td></tr> <tr><td>Actinaria</td><td>30%</td></tr> <tr><td><i>Aricidea (Aricidea) minuta</i></td><td>29%</td></tr> <tr><td><i>Kurtiella bidentata</i></td><td>28%</td></tr> <tr><td><i>Urothoe brevicornis</i></td><td>28%</td></tr> <tr><td>Mytilidae</td><td>26%</td></tr> <tr><td><i>Glycera tridactyla</i></td><td>26%</td></tr> <tr><td><i>Pseudopolydora pulchra</i></td><td>26%</td></tr> <tr><td><i>Fabulina fabula</i></td><td>24%</td></tr> <tr><td><i>Abludomelita obtusata</i></td><td>24%</td></tr> <tr><td><i>Pholoe inornata</i></td><td>24%</td></tr> <tr><td><i>Eunereis longissima</i></td><td>23%</td></tr> <tr><td><i>Echinocardium cordatum</i></td><td>22%</td></tr> <tr><td><i>Glycera</i></td><td>22%</td></tr> <tr><td><i>Spio martinensis</i></td><td>20%</td></tr> <tr><td>Aoridae</td><td>20%</td></tr> <tr><td><i>Tellinmya ferruginosa</i></td><td>20%</td></tr> <tr><td>Polynoidae</td><td>20%</td></tr> <tr><td>Tellinoidea</td><td>19%</td></tr> <tr><td><i>Phyllodoce mucosa</i></td><td>19%</td></tr> <tr><td>Ensis</td><td>18%</td></tr> <tr><td><i>Ampelisca brevicornis</i></td><td>17%</td></tr> <tr><td><i>Anoplodactylus petiolatus</i></td><td>17%</td></tr> <tr><td><i>Pariambus typicus</i></td><td>17%</td></tr> <tr><td>Ophiuroidea</td><td>16%</td></tr> <tr><td><i>Bathyporeia elegans</i></td><td>16%</td></tr> <tr><td><i>Phyllodoce</i></td><td>16%</td></tr> <tr><td><i>Sthenelais boa</i></td><td>15%</td></tr> <tr><td><i>Ophiura ophiura</i></td><td>15%</td></tr> <tr><td><i>Crangon crangon</i></td><td>15%</td></tr> <tr><td><i>Mediomastus fragilis</i></td><td>15%</td></tr> <tr><td>Eumida</td><td>15%</td></tr> <tr><td><i>Crepidula fornicata</i></td><td>15%</td></tr> <tr><td><i>Phtisica marina</i></td><td>15%</td></tr> <tr><td>Phyllodocidae</td><td>14%</td></tr> <tr><td><i>Abra</i></td><td>14%</td></tr> <tr><td><i>Malmgrenia darbouxii</i></td><td>14%</td></tr> <tr><td>Veneridae</td><td>14%</td></tr> <tr><td><i>Mytilus edulis</i></td><td>13%</td></tr> <tr><td><i>Gastrosaccus spinifer</i></td><td>13%</td></tr> <tr><td><i>Achelia echinata</i></td><td>13%</td></tr> <tr><td><i>Ensis leei</i></td><td>13%</td></tr> <tr><td><i>Asterias rubens</i></td><td>13%</td></tr> <tr><td><i>Magelona</i></td><td>13%</td></tr> <tr><td>Eteone</td><td>12%</td></tr> <tr><td><i>Venerupis corrugata</i></td><td>12%</td></tr> <tr><td><i>Microphthalmus</i></td><td>12%</td></tr> <tr><td><i>Heteromastus filiformis</i></td><td>11%</td></tr> <tr><td>Nereididae</td><td>11%</td></tr> <tr><td>Myrianida</td><td>11%</td></tr> <tr><td><i>Spio</i></td><td>11%</td></tr> <tr><td>Corophiidae</td><td>11%</td></tr> <tr><td>Terebellidae</td><td>11%</td></tr> <tr><td>Autolytinae</td><td>11%</td></tr> <tr><td><i>Magelona mirabilis</i></td><td>11%</td></tr> <tr><td><i>Ophiura albida</i></td><td>10%</td></tr> <tr><td><i>Owenia fusiformis</i></td><td>10%</td></tr> <tr><td><i>Pontocrates altamarinus</i></td><td>10%</td></tr> <tr><td><i>Monocorophium acherusicum</i></td><td>10%</td></tr> </table>	Soort	Frequentie	<i>Scoloplos armiger</i>	96%	<i>Spiophanes bombyx</i>	83%	<i>Nephtys</i>	67%	<i>Nephtys cirrosa</i>	66%	<i>Abra alba</i>	44%	<i>Lanice conchilega</i>	42%	<i>Magelona johnstoni</i>	41%	<i>Oligochaeta</i>	40%	<i>Nephtys hombergii</i>	37%	<i>Urothoe poseidonis</i>	35%	Cirratulidae	35%	Nemertea	35%	<i>Notomastus latericeus</i>	32%	Capitella	30%	<i>Poecilochaetus serpens</i>	30%	Actinaria	30%	<i>Aricidea (Aricidea) minuta</i>	29%	<i>Kurtiella bidentata</i>	28%	<i>Urothoe brevicornis</i>	28%	Mytilidae	26%	<i>Glycera tridactyla</i>	26%	<i>Pseudopolydora pulchra</i>	26%	<i>Fabulina fabula</i>	24%	<i>Abludomelita obtusata</i>	24%	<i>Pholoe inornata</i>	24%	<i>Eunereis longissima</i>	23%	<i>Echinocardium cordatum</i>	22%	<i>Glycera</i>	22%	<i>Spio martinensis</i>	20%	Aoridae	20%	<i>Tellinmya ferruginosa</i>	20%	Polynoidae	20%	Tellinoidea	19%	<i>Phyllodoce mucosa</i>	19%	Ensis	18%	<i>Ampelisca brevicornis</i>	17%	<i>Anoplodactylus petiolatus</i>	17%	<i>Pariambus typicus</i>	17%	Ophiuroidea	16%	<i>Bathyporeia elegans</i>	16%	<i>Phyllodoce</i>	16%	<i>Sthenelais boa</i>	15%	<i>Ophiura ophiura</i>	15%	<i>Crangon crangon</i>	15%	<i>Mediomastus fragilis</i>	15%	Eumida	15%	<i>Crepidula fornicata</i>	15%	<i>Phtisica marina</i>	15%	Phyllodocidae	14%	<i>Abra</i>	14%	<i>Malmgrenia darbouxii</i>	14%	Veneridae	14%	<i>Mytilus edulis</i>	13%	<i>Gastrosaccus spinifer</i>	13%	<i>Achelia echinata</i>	13%	<i>Ensis leei</i>	13%	<i>Asterias rubens</i>	13%	<i>Magelona</i>	13%	Eteone	12%	<i>Venerupis corrugata</i>	12%	<i>Microphthalmus</i>	12%	<i>Heteromastus filiformis</i>	11%	Nereididae	11%	Myrianida	11%	<i>Spio</i>	11%	Corophiidae	11%	Terebellidae	11%	Autolytinae	11%	<i>Magelona mirabilis</i>	11%	<i>Ophiura albida</i>	10%	<i>Owenia fusiformis</i>	10%	<i>Pontocrates altamarinus</i>	10%	<i>Monocorophium acherusicum</i>	10%
Soort	Frequentie																																																																																																																																																				
<i>Scoloplos armiger</i>	96%																																																																																																																																																				
<i>Spiophanes bombyx</i>	83%																																																																																																																																																				
<i>Nephtys</i>	67%																																																																																																																																																				
<i>Nephtys cirrosa</i>	66%																																																																																																																																																				
<i>Abra alba</i>	44%																																																																																																																																																				
<i>Lanice conchilega</i>	42%																																																																																																																																																				
<i>Magelona johnstoni</i>	41%																																																																																																																																																				
<i>Oligochaeta</i>	40%																																																																																																																																																				
<i>Nephtys hombergii</i>	37%																																																																																																																																																				
<i>Urothoe poseidonis</i>	35%																																																																																																																																																				
Cirratulidae	35%																																																																																																																																																				
Nemertea	35%																																																																																																																																																				
<i>Notomastus latericeus</i>	32%																																																																																																																																																				
Capitella	30%																																																																																																																																																				
<i>Poecilochaetus serpens</i>	30%																																																																																																																																																				
Actinaria	30%																																																																																																																																																				
<i>Aricidea (Aricidea) minuta</i>	29%																																																																																																																																																				
<i>Kurtiella bidentata</i>	28%																																																																																																																																																				
<i>Urothoe brevicornis</i>	28%																																																																																																																																																				
Mytilidae	26%																																																																																																																																																				
<i>Glycera tridactyla</i>	26%																																																																																																																																																				
<i>Pseudopolydora pulchra</i>	26%																																																																																																																																																				
<i>Fabulina fabula</i>	24%																																																																																																																																																				
<i>Abludomelita obtusata</i>	24%																																																																																																																																																				
<i>Pholoe inornata</i>	24%																																																																																																																																																				
<i>Eunereis longissima</i>	23%																																																																																																																																																				
<i>Echinocardium cordatum</i>	22%																																																																																																																																																				
<i>Glycera</i>	22%																																																																																																																																																				
<i>Spio martinensis</i>	20%																																																																																																																																																				
Aoridae	20%																																																																																																																																																				
<i>Tellinmya ferruginosa</i>	20%																																																																																																																																																				
Polynoidae	20%																																																																																																																																																				
Tellinoidea	19%																																																																																																																																																				
<i>Phyllodoce mucosa</i>	19%																																																																																																																																																				
Ensis	18%																																																																																																																																																				
<i>Ampelisca brevicornis</i>	17%																																																																																																																																																				
<i>Anoplodactylus petiolatus</i>	17%																																																																																																																																																				
<i>Pariambus typicus</i>	17%																																																																																																																																																				
Ophiuroidea	16%																																																																																																																																																				
<i>Bathyporeia elegans</i>	16%																																																																																																																																																				
<i>Phyllodoce</i>	16%																																																																																																																																																				
<i>Sthenelais boa</i>	15%																																																																																																																																																				
<i>Ophiura ophiura</i>	15%																																																																																																																																																				
<i>Crangon crangon</i>	15%																																																																																																																																																				
<i>Mediomastus fragilis</i>	15%																																																																																																																																																				
Eumida	15%																																																																																																																																																				
<i>Crepidula fornicata</i>	15%																																																																																																																																																				
<i>Phtisica marina</i>	15%																																																																																																																																																				
Phyllodocidae	14%																																																																																																																																																				
<i>Abra</i>	14%																																																																																																																																																				
<i>Malmgrenia darbouxii</i>	14%																																																																																																																																																				
Veneridae	14%																																																																																																																																																				
<i>Mytilus edulis</i>	13%																																																																																																																																																				
<i>Gastrosaccus spinifer</i>	13%																																																																																																																																																				
<i>Achelia echinata</i>	13%																																																																																																																																																				
<i>Ensis leei</i>	13%																																																																																																																																																				
<i>Asterias rubens</i>	13%																																																																																																																																																				
<i>Magelona</i>	13%																																																																																																																																																				
Eteone	12%																																																																																																																																																				
<i>Venerupis corrugata</i>	12%																																																																																																																																																				
<i>Microphthalmus</i>	12%																																																																																																																																																				
<i>Heteromastus filiformis</i>	11%																																																																																																																																																				
Nereididae	11%																																																																																																																																																				
Myrianida	11%																																																																																																																																																				
<i>Spio</i>	11%																																																																																																																																																				
Corophiidae	11%																																																																																																																																																				
Terebellidae	11%																																																																																																																																																				
Autolytinae	11%																																																																																																																																																				
<i>Magelona mirabilis</i>	11%																																																																																																																																																				
<i>Ophiura albida</i>	10%																																																																																																																																																				
<i>Owenia fusiformis</i>	10%																																																																																																																																																				
<i>Pontocrates altamarinus</i>	10%																																																																																																																																																				
<i>Monocorophium acherusicum</i>	10%																																																																																																																																																				

Tabel 2: Statistische waarden voor het aantal taxa en de voorkomingsfrequentie van soorten berekend op basis van de Voordelta gegevens (PMR-NCV 2004-2017) op locaties dieper dan 20m (n=224 locaties).

Voordelta

Aantal taxa	Voorkomingsfrequentie taxa	
71 taxa in 5% van de monsters samengevoegd tot een monsteroppervlak van 0,78 m ²	0 taxa in meer dan 90% van de monsters 5 taxa in 50 tot 90% van de monsters 46 taxa in 10 tot 50% van de monsters	
	Soort	Frequentie
	<i>Spionophanes bombyx</i>	71%
	<i>Nephtys cirrosa</i>	60%
	<i>Nemertea</i>	59%
	<i>Urothoe roseidonis</i>	56%
	<i>Echinocardium cordatum</i>	55%
	<i>Eteone</i>	48%
	<i>Tellinmya ferruginosa</i>	45%
	<i>Lanice conchilega</i>	42%
	<i>Scoloplos</i>	40%
	<i>Nephtys</i>	40%
	<i>Abra alba</i>	38%
	<i>Ensis directus</i>	38%
	<i>Kurtiella bidentata</i>	37%
	<i>Fabulina fabula</i>	36%
	<i>Oliochaeta</i>	36%
	<i>Heteromastus filiformis</i>	35%
	<i>Poecilochaetus serpens</i>	34%
	<i>Funereis longissima</i>	34%
	<i>Notomastus latericeus</i>	34%
	<i>Nephtys hombergii</i>	32%
	<i>Leucothoe incisa</i>	32%
	<i>Actiniaria</i>	30%
	<i>Eumida</i>	27%
	<i>Phoronidae</i>	25%
	<i>Owenia fusiformis</i>	24%
	<i>Ensis</i>	23%
	<i>Scoloplos armiger</i>	23%
	<i>Phyllodoce mucosa</i>	20%
	<i>Magelona johnstoni</i>	19%
	<i>Abludomelita obtusata</i>	19%
	<i>Ophiura albida</i>	18%
	<i>Ophiura ophiura</i>	18%
	<i>Phoronida</i>	18%
	<i>Laeis koreni</i>	18%
	<i>Pestarella tyrrhena</i>	17%
	<i>Malmgrenia lunulata</i>	16%
	<i>Magelona papillicornis</i>	15%
	<i>Processa parva</i>	15%
	<i>Mediomastus fragilis</i>	14%
	<i>Capitella capitata</i>	14%
	<i>Spio martinensis</i>	13%
	<i>Spio</i>	13%
	<i>Euspira nitida</i>	13%
	<i>Tellinoidea</i>	12%
	<i>Caprellidae</i>	12%
	<i>Magelona mirabilis</i>	11%
	<i>Gastrosaccus spinifer</i>	11%
	<i>Phyllodoce</i>	10%
	<i>Nereis</i>	10%
	<i>Bathyporeia quilliamsoniana</i>	10%
	<i>Urothoe brevicornis</i>	10%

3.2 Algemene omschrijving bodemonsters

De meeste bodemonsters worden gekenmerkt door de aanwezigheid van gruis, stenen, mosselpeulen, oude (fossiele) schelpen, en soms klei (zie Bijlages 1 t/m 4). De bodem is vaak hard en daardoor moeilijk te bemonsteren. De mediane korrelgrootte van de zandfractie varieert tussen 130 en 534 µm, en het zand kan omschreven worden als zeer fijn zand tot uiterst grof zand (Bijlage 11). Het uiterst grof zand komt voor bij Roompot Oost; het zeer fijn / matig fijn zand vooral bij Schaar Oost.

3.3 Benthosgemeenschappen in huidige monitoring

In totaal zijn er 132 taxa onderscheiden in de 20 onderzochte locaties, waarvan 43 taxa slechts voorkomen in één monster en 30 in >50% van de monsters (Tabel 3). Slangsterren (*Ophiura* spp.) zijn in elk monster aangetroffen; zeeanemonen (Actiniaria), de vlokreeft *Abludomelita obtusata*, de borstelwormen *Glycera tridactyla* en *Phyllodoce mucosa* komen voor in meer dan 80% van de monsters. De meest voorkomende tweekleppige betreft de witte dunschaal *Abra alba* gevonden in 70% van de monsters. In de negen monsters aan de Oosterscheldezijde van de kering en in de elf monsters aan de Voordeltzijde werden respectievelijk 95 en 98 taxa aangetroffen.

Het aantal taxa per monster varieert tussen 13 en 57, met een gemiddelde van $35,9 \pm 2,5$ (se) taxa per monster.

Tabel 3: Lijst met meest voorkomende (in min. 50% van de monsters) taxa in deze studie. N=20.

Taxon name	Phylum	Voorkomen (n)	Voorkomen (%)
<i>Ophiura</i> spp.	Echinodermata	20	100
Actiniaria	Cnidaria	19	95
<i>Abludomelita obtusata</i>	Arthropoda	17	85
<i>Glycera tridactyla</i>	Annelida	17	85
<i>Phyllodoce mucosa</i>	Annelida	17	85
<i>Asterias rubens</i>	Echinodermata	16	80
<i>Mediomastus</i> spp.	Annelida	16	80
Nemertea	Nemertea	16	80
Clitellata (Oligochaeta)	Annelida	16	80
<i>Aora typica</i>	Arthropoda	15	75
<i>Abra alba</i>	Mollusca	14	70
<i>Bodotria scorpioedes</i>	Arthropoda	14	70
<i>Lanice conchilega</i>	Annelida	14	70
<i>Sthenelais boa</i>	Annelida	14	70
<i>Eunereis longissima</i>	Annelida	13	65
<i>Mytilus edulis</i>	Mollusca	13	65
<i>Syllidia armata</i>	Annelida	13	65
<i>Capitella</i> spp.	Annelida	12	60
Caprellidae	Arthropoda	12	60
<i>Myrianida</i> spp.	Annelida	12	60
<i>Notomastus latericeus</i>	Annelida	12	60
<i>Pisidia longicornis</i>	Arthropoda	12	60
<i>Achelia echinata</i>	Arthropoda	11	55
<i>Eumida sanguinea</i>	Annelida	11	55
<i>Kurtiella bidentata</i>	Mollusca	11	55
<i>Lysianassa ceratina</i>	Arthropoda	11	55
<i>Ophiothrix fragilis</i>	Echinodermata	11	55
<i>Ophiothrix</i> spp.	Echinodermata	11	55
<i>Pholoe balthica</i>	Annelida	10	50
<i>Sabella pavonina</i>	Annelida	10	50

De quickscan van de overige 16 monsters laat eenzelfde dominantie van soorten zien (Bijlage 10). Meest algemene soorten in de quickscan zijn de vlokreeft *Abludomelita obtusata*, slangsterren (*Ophiura* spp.), zeeanemonen (Actiniaria), de borstelworm *Glycera tridactyla*, en Nemertea en Clitellata (Oligochaeta).

De dichtheid per monster varieert sterk, van 361 ind.m⁻² (station HW-07) tot 208.606 ind.m⁻² (station HW-03) (Tabel 4). De gemiddelde dichtheid bedraagt 45.196 ± 10.106(se) ind.m⁻². Er wordt een duidelijke positieve relatie gevonden tussen het aantal taxa en de dichtheid.

Net als de dichtheid varieert de biomassa sterk, van 0,6 g AFDW.m⁻² (station HW-07) tot 221,9 g AFDW.m⁻² (station HW-04). De gemiddelde biomassa bedraagt 74,6 ± 14,4(se) g AFDW.m⁻².

Tabel 4: Aantal taxa en dichtheid per monster.

LOKCODE	OMSCHRIJVING	GEBIED	Aantal taxa (n)	Dichtheid (ind.m ⁻²)	Biomassa (g AFDW.m ⁻²)
19-OK-HO-02	Hammen Oost	Oosterschelde	34	5.744	33,0
19-OK-HO-03	Hammen Oost	Oosterschelde	37	7.756	19,3
19-OK-HO-06	Hammen Oost	Oosterschelde	33	5.721	4,7
19-OK-RO-01	Roompot Oost	Oosterschelde	46	6.654	19,0
19-OK-RO-02	Roompot Oost	Oosterschelde	38	4.103	133,2
19-OK-RO-06	Roompot Oost	Oosterschelde	42	10.090	75,4
19-OK-SO-01	Schaar Oost	Oosterschelde	39	17.013	70,7
19-OK-SO-02	Schaar Oost	Oosterschelde	41	6.923	66,0
19-OK-SO-04	Schaar Oost	Oosterschelde	45	8.795	120,5
19-OK-HW-03	Hammen West	Voordelta	26	3.705	71,4
19-OK-HW-04	Hammen West	Voordelta	44	208.606	221,9
19-OK-HW-07	Hammen West	Voordelta	13	361	0,6
19-OK-RW1-01	Roompot West 1	Voordelta	13	359	4,3
19-OK-RW1-04	Roompot West 1	Voordelta	45	13.923	80,6
19-OK-RW2-01	Roompot West 2	Voordelta	35	11.051	163,0
19-OK-RW2-03	Roompot West 2	Voordelta	35	8.615	196,2
19-OK-SW1-02	Schaar West 1	Voordelta	57	17.167	66,0
19-OK-SW1-03	Schaar West 1	Voordelta	44	19.641	71,3
19-OK-SW2-03	Schaar West 2	Voordelta	18	474	2,5
19-OK-SW2-04	Schaar West 2	Voordelta	33	4.179	71,4

De meeste taxa komen gemiddeld in zeer lage dichtheden voor: 86 taxa (65%) hebben een dichtheid lager dan 10 ind.m⁻². Het meest voorkomende taxon is Clitellata (Oligochaeta) met gemiddeld 11.763 ind.m⁻². Dit komt deels door één monster (station HW-03) met een dichtheid van 182.923 ind.m⁻². Maar ook zonder dit monster zijn Clitellata nog steeds het meest abundante taxon met gemiddeld 2.616 ind.m⁻². Andere taxa die in relatief grote aantallen voorkomen zijn de borstelworm *Mediomastus* spp. (gemiddeld 1.004 ind.m⁻²), slangsterren (*Ophiura* spp. 758 ind.m⁻², *Ophiothrix fragilis* 267 ind.m⁻², en *Ophiothrix* spp. 133 ind.m⁻²), de vlokreeften *Abludomelita obtusata* (666 ind.m⁻²) en *Aora typica* (140 ind.m⁻²), zeeanemonen Actiniaria (492 ind.m⁻²), Nemertea (190 ind.m⁻²), de schelpkokerworm *Lanice conchilega* (185 ind.m⁻²), de witte boormossel *Barnea candida* (164 ind.m⁻², vooral in één monster hoge densiteit), en de borstelworm *Eumida sanguinea* (102 ind.m⁻²). Alle overige taxa komen in een dichtheid lager dan 100 ind.m⁻² voor.

De bodemdierenbiomassa wordt gedomineerd door de brokkelster *Ophiothrix fragilis* (24,3 g AFDW.m⁻² gemiddeld), de zeeanemonen Actiniaria (22,3 g AFDW.m⁻²), de gewone zeester *Asterias rubens* (9,3 g AFDW.m⁻²), de schelpkokerwormen *Sabella pavonina* (4,7 g AFDW.m⁻²) en *Lanice conchilega* (3,6 g AFDW.m⁻²) en de witte boormossel *Barnea candida* (2,7 g AFDW.m⁻²). De overige taxa komen gemiddeld voor met een biomassa lager dan 1 g AFDW.m⁻².

3.4 Vergelijking met referentiewaarden

3.4.1 Mate van overeenkomst met Natura 2000-habitat soortenlijsten

Tabel 5 toont de lijst met 18 soorten die opgenomen zijn in de profieldocumenten (zie Bijlage 7 en Bijlage 8) en welke hiervan zijn aangetroffen in dit onderzoek. Van de 18 soorten, komen er 13 voor in deze studie. Aan de Oosterschelde zijde zijn 4 van de 9 soorten aangetroffen in de Oosterschelde locaties. De borstelworm *Nephtys hombergii* en de vlokreeft *Urothoe poseidonis*, kwalificerende soorten voor de Oosterschelde, komen enkel voor aan de buitenkant (Voordelta) van de Oosterscheldekering. In de soortenlijst van de Oosterschelde staat een aantal soorten die meer typisch zijn voor droogvallende intergetijdengebieden of ondiepe sublitorale gebieden, zoals de wadpier *Arenicola marina*, de zeeduizendpoot *Hediste diversicolor* en de kokkel *Cerastoderma edule*. De aanwezigheid van deze soorten is zeer onwaarschijnlijk in de diepe en zeer dynamische ontgrondingskuilen. Dat wordt bevestigd door de afwezigheid van deze soorten in de huidige monitoring. Vrijwel alle soorten in soortenlijst van de Voordelta worden aangetroffen in de Voordelta, op *Echinocardium cordatum* en *Bathyporeia elegans* na. Ook in de quickscan van de overige 16 monsters worden Natura 2000-habitat soorten aangetroffen: *Ophiura* sp., *Actinaria*, *Lanice conchilega*, *Carcinus maenas*, *Liocarcinus* sp., *Mytilus edulis*, en *Nephtys* sp. (Bijlage 10). Deze zijn echter niet steeds tot op soortniveau gedetermineerd.

Tabel 5: Natura 2000-habitat soortenlijst voor Oosterschelde (OS, geel-groen) en Voordelta (VD, groen-blauw) en welke hiervan zijn aangetroffen in deze studie (aangeduid met x). Opmerking: (1) in profieldocument OS staat *Metridium senile* (zeeanjer, Actinaria)). In deze studie zijn Actinaria niet op soort gebracht, en staat daarom als Orde Actinaria vermeld. (2) In profieldocument VD staat *Ophiura ophiura*, in deze studie 1x aangetroffen, overige *Ophiura* ind. niet tot op soort gebracht. (3) (x): *Nephtys* sp. wel aangetroffen in de quickscan monsters (zie Bijlage 6).

Taxon	Oosterschelde	Voordelta
Actinaria (OS)	x	x
<i>Arenicola marina</i> (OS)		
<i>Nephtys hombergii</i> (OS)		x
<i>Hediste (Nereis) diversicolor</i> (OS)		
<i>Carcinus maenas</i> (OS)	x	x
<i>Cerastoderma edule</i> (OS)		
<i>Mytilus edulis</i> (OS)	x	x
<i>Lanice conchilega</i> (OS + VD)	x	x
<i>Urothoe poseidonis</i> (OS + VD)		x
<i>Echinocardium cordatum</i> (VD)		
<i>Spiophanes bombyx</i> (VD)		x
<i>Nephtys cirrosa</i> (VD)		x
<i>Magelona papillicornis</i> (VD)		x
<i>Bathyporeia elegans</i> (VD)		
<i>Liocarcinus holsatus</i> (VD)		x
<i>Pagurus bernhardus</i> (VD)		x
<i>Pontocrates altamarinus</i> (VD)		x
<i>Ophiura</i> spp. (VD)	x	x

3.4.2 Mate van overeenkomst met soortenrijkdom monitoringsprogramma's

In totaal zijn 95 taxa waargenomen in de monsters aan de Oosterschelde zijde van de kering, en 98 taxa aan de Voordelta zijde. Deze waarden van soortenrijkdom zijn ruim boven de 5^{de} percentielen van de verdeling gevonden voor de referentie datasets MWTL (73 taxa) en PMR-NCV (71 taxa) voor een overeenkomend monsteroppervlak van 0,78 m² (10 monsters). De waargenomen waarden van 95 en 98 taxa komen overeen met respectievelijk de 22^{ste} en 76^{ste} percentielen van de verdeling berekend op basis van de MWTL en PMR-NCV monitoringsgegevens.

3.4.3 Mate van overeenkomst met soortensamenstelling monitoringsprogramma's

Een groot aantal taxa die frequent in het MWTL monitoringsprogramma van de Oosterschelde (ecotoop hoogdynamisch sublitoraal) voorkomen, worden ook in deze studie aangetroffen, zij het dat de frequentie van voorkomen vaak verschilt (Bijlage 8). Sommige taxa die in de MWTL lijst op het niveau van familie of genus voorkomen, zijn in deze studie tot op het niveau van soort op naam gebracht, wat een directe vergelijking niet altijd mogelijk maakt. In het MWTL monitoringprogramma wordt vooral een aantal borstelwormen frequent waargenomen, waaronder de wapenworm *Scoloplos armiger*, zandzagers (*Nephtys* sp., *Nephtys cirrosa*, *Nephtys hombergii*), noordelijke zandkokerworm *Spiophanes bombyx* en *Magelona johnstoni*. Deze soorten komen echter niet tot nauwelijks voor in de ontgrondingskuilen. Deze soorten zijn inderdaad karakteristiek voor zandige sedimenten en lijken dus in de bodems van de ontgrondingskuilen, met veel schelpen, gruis en stenen, geen geschikt habitat te vinden. Aan de andere kant komt een aantal epibentische soorten (i.e. soorten die op i.p.v. in de bodem leven) zoals zeeanemonen (Actiniaria), brokkelsterren (*Ophiura*, *Ophiothrix*), zeesterren (*Asterias rubens*) veel frequenter voor in de ontgrondingskuilen dan in het MWTL monitoringsprogramma. Ook kokerwormen zoals *Lanice conchilega* en *Sabella pavonina* en een aantal kleinere borstelwormen zijn vaker aangetroffen in huidig dan in het MWTL monitoringsprogramma van de Oosterschelde (ecotoop hoogdynamisch sublitoraal).

In de referentiedataset van het MWTL monitoringsprogramma komt slechts één soort (*Scoloplos armiger*) voor in meer dan 90% van de monsters, drie taxa zijn aangetroffen in 50% tot 90% van de monsters en 69 taxa in 10% tot 50% van de monsters (Tabel 1). Vervolgens, op basis van de trefkansfuncties weergegeven in Figuur 6, zouden 11 taxa uit de 10-50% lijsten aangetroffen moeten worden in de huidige monitoring, terwijl de afwezigheid van de soorten uit de >90% en 50%-90% lijsten wel toelaatbaar zou zijn om te kunnen voldoen aan de hypothese van conformiteit met de gegevens uit het MWTL monitoringsprogramma. Er worden echter meer taxa waargenomen in het huidig onderzoek aan de binnenkant van de Oosterscheldekering (OS), met respectievelijk 1, 1 en 37 taxa uit de >90% 50%-90% en 10-50% MWTL lijsten (Bijlage 9).

Een groot aantal taxa dat frequent in het PMR-NCV monitoringsprogramma in de Voordelta is aangetroffen, wordt ook in deze studie aangetroffen, zij het dat de frequentie van voorkomen verschilt (Bijlage 10). Net als aan de binnenkant van de kering, komen zandzagers in de ontgrondingskuilen aan de buitenkant van de kering minder frequent voor dan in de Voordelta. Daarnaast valt de afwezigheid op van de zeeklit *Echinocardium cordatum* en van de ovale zeeklitschelp *Tellimya feryginosa*. De zeeklit zit ingegraven in zandige bodems, met de ovale zeeklitschelp vaak voorkomend in de gangen van de zeeklit. Het habitat bij de ontgrondingskuilen is voor deze soorten zeer waarschijnlijk niet geschikt. Een aantal epibentische soorten, zoals zeeanemonen (Actiniaria), brokkelsterren (*Ophiura*, *Ophiothrix*), zeesterren (*Asterias rubens*), komen frequenter voor in de ontgrondingskuilen.

In de gegevens van het PMR-NCV monitoringsprogramma komt geen soort voor in meer dan 90% van de monsters, 5 taxa zijn aangetroffen in 50 tot 90% van de monsters en 46 taxa in 10% tot 50% van de monsters (Tabel 2). Vervolgens, op basis van de trefkansfuncties weergegeven in Figuur 6, zouden respectievelijk 1 en 7 taxa uit de 50%-90% en 10-50% lijsten aangetroffen moeten worden, terwijl de afwezigheid van de soorten uit de >90% lijst wel toelaatbaar zou zijn om te voldoen aan de hypothese van conformiteit tussen de huidige monitoring en de locaties uit het PMR monitoringsprogramma. Er worden echter meer taxa waargenomen in het huidig onderzoek aan de buitenkant van de Oosterscheldekering (VD), met respectievelijk 4 en 32 taxa gevonden uit de 50%-90% en 10-50% PMR-NCV lijsten (Bijlage 9).

In totaal zijn 132 taxa onderscheiden in de 20 onderzochte monsters; 95 taxa zijn waargenomen in de monsters aan de Oosterscheldezijde van de kering, en 98 taxa aan de Voordeltazijde. In vergelijking met de MWTL en PMR-NCV

. monitoringsprogramma's behoren de waargenomen waarden van soortenrijkdom tot representatieve niveaus voor respectievelijk de Oosterschelde en de Voordelta.

4 Conclusies

De vraag die middels deze studie beantwoord diende te worden, luidde: kunnen de ontgrondingskuilen nabij de Oosterscheldekering aangemerkt worden als kwalitatief goed habitatype, zoals wettelijk zijn aangewezen in deze Natura 2000-gebieden? Om deze vraag te kunnen beantwoorden, is rondom de kering een bodemdierbemonstering uitgevoerd. Verwacht werd dat het habitat ter plaatse van het te bestorten gebied weinig ecologische waarde heeft doordat de hoge dynamiek rond de kering de kans op vestiging van soorten moeilijk maakt.

De bemonstering van de bodem van de ontgrondingskuilen met een boxcorer bleek niet eenvoudig te zijn. In tegenstelling tot de verwachting van een homogene zandige bodem, eventueel met hier en daar wat stenen afkomstig van eerdere bestortingen, bleek de samenstelling van de bodem veelal te bestaan uit een mengeling van gruis, stenen, fossiele schelpen, en mosselpelen. De bodem bleek veelal een heterogene samenstelling te hebben, met grote verschillen tussen de bemonsterde stations. De aanwezigheid van vaak harde substraten, tezamen met de grote diepte en hoge stroomsnelheden, zorgden voor bodemonsters van onvoldoende hapdiepte (15 cm). Toch zijn 32 locaties bemonsterd, waarbij een aantal van de voorziene locaties wegens omstandigheden verlegd dienden te worden. De meeste monsters omvatten een groot volume, wat wegens logistieke redenen tot een aanpassing van het aantal uitgezochte monsters heeft geleid (20 i.p.v. 36). Ook de verwerking van de monsters werd aangepast, waarbij is gezocht naar een evenwicht tussen efficiëntie en voldoende nauwkeurigheid om de onderzoeksvraag te kunnen beantwoorden. Sommige monsters bleken erg bewerkelijk, met veel schelpengruis, maar ook veel Hydrozoa en tentakels van *Lanice conchilega*. Hiertussen kunnen kleine individuen van wormen, schelpdieren, slang-/brokkelsterren en andere taxa ongezien achterblijven.

In totaal zijn 132 taxa onderscheiden in de 20 onderzochte monsters; 95 taxa zijn waargenomen in de monsters aan de Oosterscheldezijde van de kering, en 98 taxa aan de Voordeltazijde. In vergelijking met de MWTL en PMR-NCV monitoringsprogramma's behoren de waargenomen waarden van soortenrijkdom tot representatieve niveaus voor respectievelijk de Oosterschelde en de Voordelta.

Verskillende typische soorten van het habitatype H1160 (OS, grote baaien) en H1110 (VD, permanent overstroomde zandbanken) zijn in de ontgrondingskuilen waargenomen. Vergeleken met het habitatype H1160 ontbreekt aan de Oosterscheldezijde van de kering de helft van het totaal aantal soorten, maar dit zijn eerder soorten van intergetijdengebieden en ondiepe sublitorale gebieden zoals de kokkel, zeeduizendpoot en wadpier. Vergeleken met het habitatype H1110 ontbreken aan de Voordeltazijde van de kering de zeeklit en de, vaak met de zeeklit geassocieerde, ovale zeeklitschelp. Deze organismen leven ingegraven in zandige tot slibrijke bodems, terwijl de ontgrondingskuilen eerder bestaan uit grovere bodems met gruis, schelpen en stenen. De bodemdiergemeenschap in de ontgrondingskuilen is zeer gevarieerd, en de monsters variëren sterk in zowel het aantal taxa, de densiteit en de biomassa, met een aantal zeer rijke monsters met hoge aantallen en biomassa. Opvallend is de dominantie van een aantal epibentische soorten zoals zeeanemonen (Actiniaria), brokkelsterren (*Ophiura*, *Ophiothrix*), en zeesterren (*Asterias rubens*) die op de grovere bodem een geschikt habitat aantreffen. Daarnaast valt de aanwezigheid van kokerwormen op, zoals de schelpkokerworm *Lanice conchilega* en de pauwenstaart-viltkokerworm *Sabella pavonina*. De witte boormossel werd op één locatie, ingeboord in verharde klei, in hoge dichtheden en biomassa aangetroffen. In deze grovere bodems komen daarnaast kleine soorten wormen voor, zoals *Oligochaeta* en *Mediomastus* sp. Meerdere soorten die frequent in reguliere en lopende monitoringsprogramma's (MWTL Oosterschelde, PMR-NCV Voordelta) worden waargenomen, worden ook in de ontgrondingskuilen aangetroffen. Echter, de verschillen in frequentie van voorkomen en de afwezigheid van sommige soorten wijzen op een typische gemeenschap in de ontgrondingskuilen. De monitoringsprogramma's dekken uiteraard een veel groter gebied, met meerdere (sub)habitats. De ontgrondingskuilen kunnen, met hun dynamisch karakter en grove bodems met gruis, schelpen en stenen, beschouwd worden als één van deze sub(habitats) met een eigen, kenmerkende bodemdiergemeenschap.

Terugkomend op de onderzoeksvraag, kan er gesteld worden dat de huidige locaties van de ontgrondingskuilen uiteenlopende habitats tonen met, lokaal, hoge soortenrijkdom, aantallen en biomassa's aan bodemdieren en met verschillende soorten die als typische soorten kwalificeren binnen de Natura 2000-habitats H1160 en H1110. Ook in de meest soortenarme stations (HW-04 en RW1-01) komen kwalificerende soorten zoals de zandzager *Nephtys cirrosa* voor.

De ontgrondingskuilen herbergen een typische bodemdiergemeenschap, horende bij dit dynamische milieu. Ondanks de hoogdynamische omstandigheden, kunnen verschillende soorten zich vestigen in deze grovere bodems, zowel epibenthische soorten als soorten die genieten van de bescherming van een eigen koker (kokerwormen). De kokerwormen bieden daarbij een leefgebied voor heel wat andere, kleinere soorten. Concluderend kan gesteld worden dat de huidige bevindingen niet overeenkomen met de vooropgestelde hypothese dat de ontgrondingskuilen slechts verarmde bodemdiergemeenschappen zonder typische Natura 2000-soorten herbergen.

5 Kwaliteitsborging

Wageningen Marine Research beschikt over een ISO 9001:2015 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem. Dit certificaat is geldig tot 15 december 2021. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV GL.

Indien sprake is van onbeheerste kwaliteit worden passende maatregelen genomen.

Literatuur

Stoutjesdijk, T., De Kleine, M., De Ronde, J., Raaijmakers, T., 2012. Stormvloedkering Oosterschelde: Ontwikkeling ontgrondingskuilen en stabiliteit bodembescherming. Hoofdrapport. Deltares rapport 1206907-005-GE0-0004 voor Rijkswaterstaat, Waterdienst.

Van der Woude, E.A., van Schie, F.M., 2019. Passende beoordeling Bestorten Ontgrondingskuilen Oosterscheldekering. Toetsing in het kader van de Wet natuurbescherming (Movares). B85-EWO-KA-1900024 / Proj.nr. RM192460.

Verantwoording

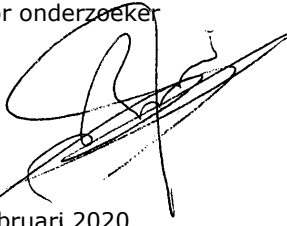
Rapport C013/20

Projectnummer: 4313100109

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: Johan Craeymeersch
Senior onderzoeker

Handtekening:



21 februari 2020

Akkoord: Drs. J. Asjes
Manager Integratie

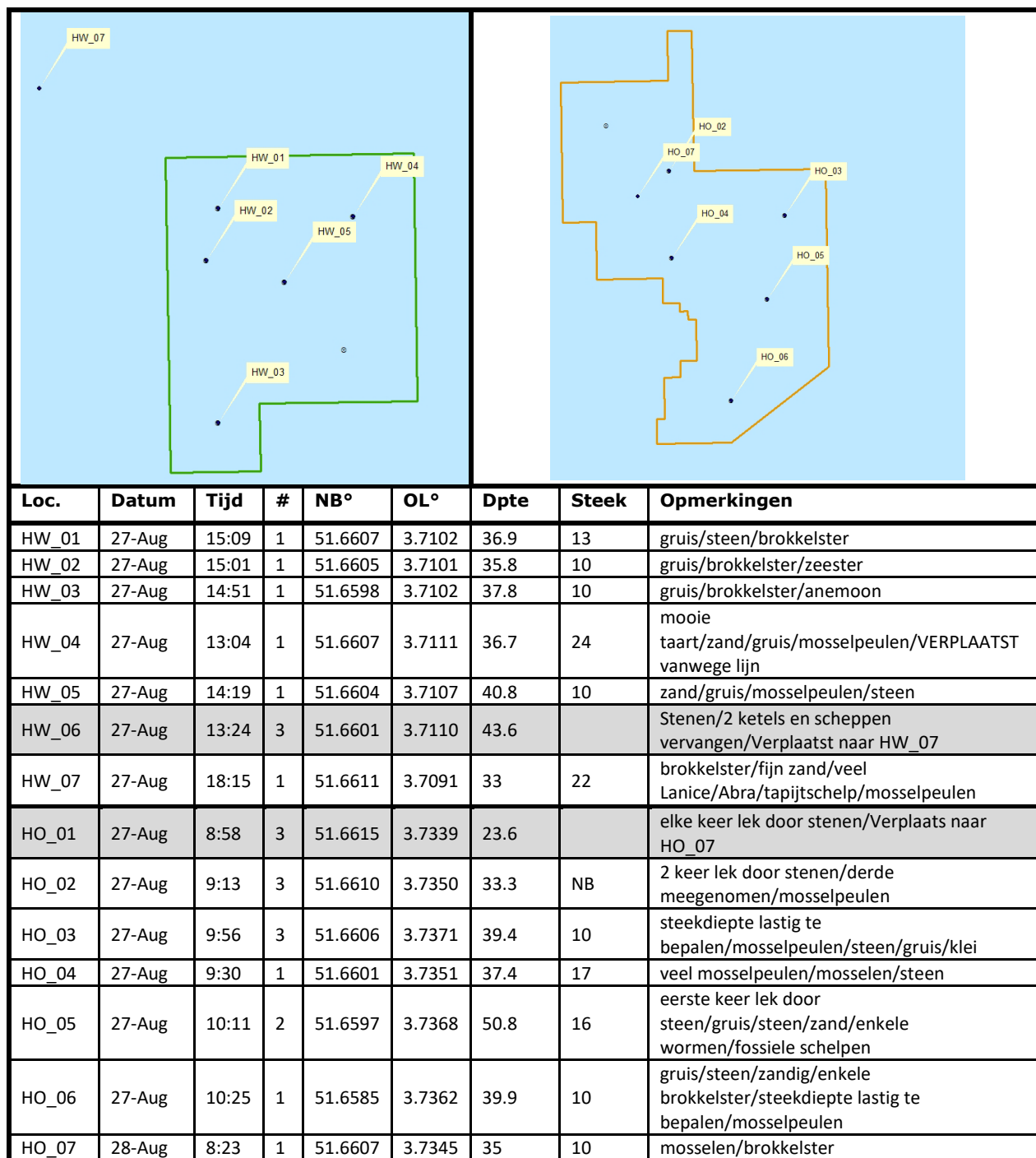
Handtekening:



21 februari 2020

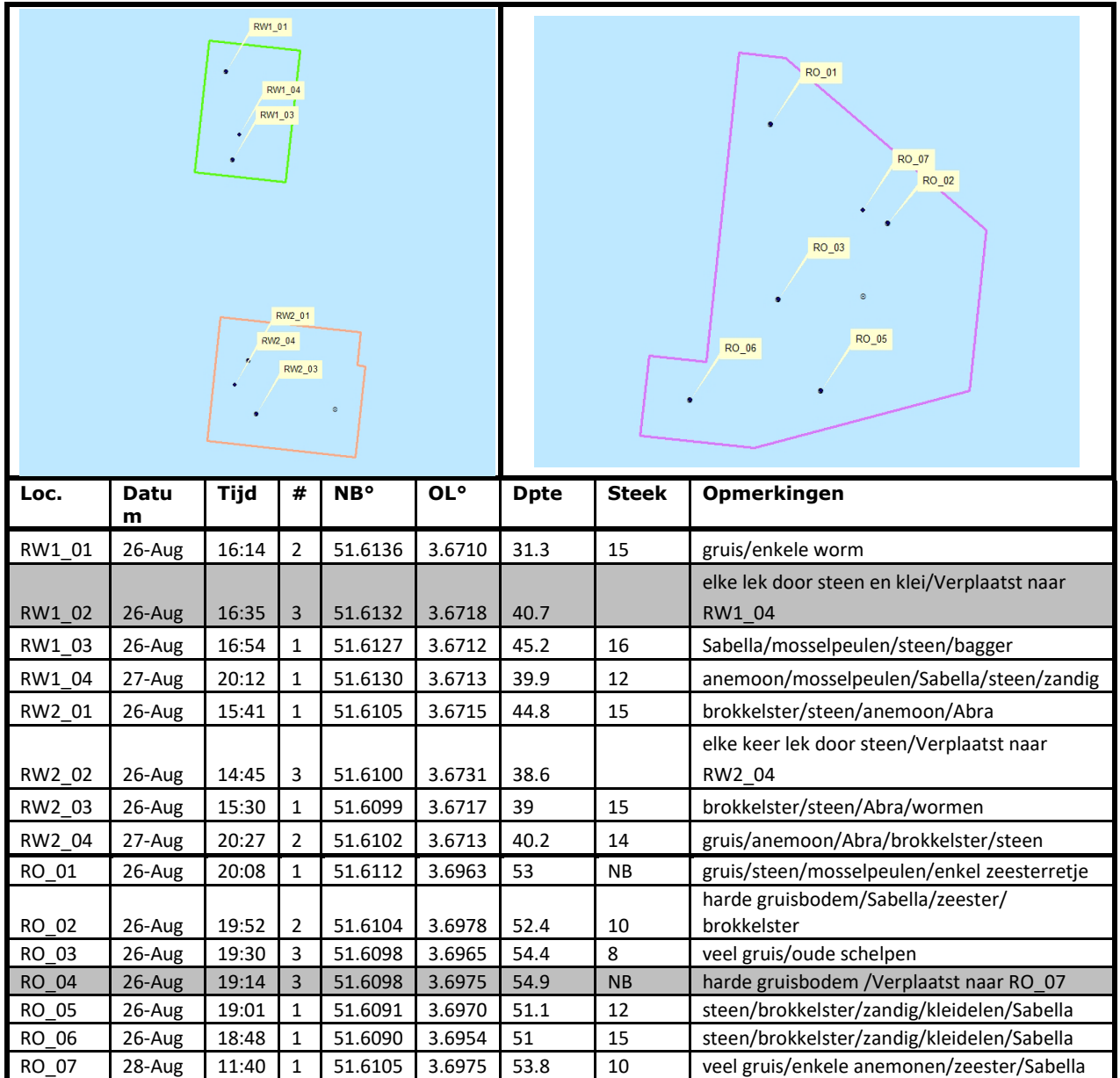
Bijlage 1 Hammenlocaties

Overzicht van de locaties voor de benthos monsterring in de gebieden Hammen West (HW) en Hammen Oost (HO) met als beschrijving de naam van de monsterlocaties (Loc), de datum en tijd, het aantal pogingen (#), de Noorderbreedte (NB°) en Oosterlengte (OL°) coördinaten in graad (WGS84 stelsel), de monsterdiepte in m (Dpte), de steekdiepte in cm (Steek) en overige opmerkingen m.b.t. het bodemleven en de bemonstering. Gearceerde rijen staan voor monsters die verplaatst moesten worden.



Bijlage 2 Roompotlocaties

Overzicht van de locaties voor de benthos monsterring in de gebieden Roompot West (RW) en Roompot Oost (RO) met als beschrijving de naam van de monsterlocaties (Loc), de datum en tijd, het aantal pogingen (#), de Noorderbreedte (NB°) en Oosterlengte (OL°) coördinaten in graad (WGS84 stelsel), de monsterdiepte in m (Dpte), de steekdiepte in cm (Steek) en overige opmerkingen m.b.t. het bodemleven en de bemonstering. Gearceerde rijen staan voor monsters die verplaatst moesten worden.



Bijlage 3 Schaarlocaties

Overzicht van de locaties voor de benthos monsterring in de gebieden Schaar West (SW) en Schaar Oost (SO) met als beschrijving de naam van de monsterlocaties (Loc), de datum en tijd, het aantal pogingen (#), de Noorderbreedte (NB°) en Oosterlengte (OL°) coördinaten in graad (WGS84 stelsel), de monsterdiepte in m (Dpte), de steekdiepte in cm (Steek) en overige opmerkingen m.b.t. het bodemleven en de bemonstering. Gearceerde rijen staan voor monsters die verplaatst moesten worden.

Loc.	Datum	Tijd	#	NB°	OL°	Dpte	Steek	Opmerkingen
SW1_01	27-Aug	15:39	1	51.6506	3.7077	24.4	11	gruis/zeester/brokkelster/Sabella/steen
SW1_02	27-Aug	15:47	1	51.6505	3.7083	23.1	11	gruis/Lanice/zeester/anemoon/zandig
SW1_03	27-Aug	15:59	1	51.6502	3.7073	34	10	veel steen/Abra/brokkelster/zeester/zandig
SW2_01	27-Aug	16:14	1	51.6466	3.7066	31.7	10	mosselpelen/beetje stank
SW2_02	27-Aug	16:30	3	51.6460	3.7071	23		2 keer water/derde steen tussen/probleem veiligheidslijn/VERPLAATST naar SW2_04
SW2_03	27-Aug	16:47	1	51.6460	3.7062	19.5	17	klein monster/zand/enkele wormen
SW2_04	27-Aug	18:52	3	51.6460	3.7071	26.1	10	Lanice/halve noordzeekrab/anemoon/gruis/stenen
SO_01	28-Aug	9:50	2	51.6449	3.7283	29.7	15	kleiig/gruis/steen/zeester
SO_02	28-Aug	10:24	1	51.6440	3.7282	37.4	10	Amerikaanse boormossel/mosselpelen
SO_03	28-Aug	10:12	1	51.6443	3.7296	26.7	10	vnl gruis/mosselpelen
SO_04	28-Aug	9:20	1	51.6429	3.7285	31.6	10	gruis/steen/kleiig/Amerikaanse boormossel/anemoon
SO_05	28-Aug	10:02	1	51.6443	3.7289	29	10	kleiig/gruis
SO_06	28-Aug	9:00	3	51.6433	3.7279	35.5		harde klei, niet te bemonsteren/Verplaatst naar SO_07
SO_07	28-Aug	10:36	1	51.6436	3.7284	40.7	10	veel mosselpelen/weinig leven/gruis

Bijlage 4 Veldwaarnemingen van de monsters, een impressie

Benthosmonsters ontgrondingskuilen monitoring na het zeven op de 1 mm zeef aan boord van het schip. Ter referentie, monster HW-03 heeft een omvang van 8 liter, voor SW2-03 is dat 0,5 liter. Bij iedere foto een korte omschrijving van het bodemleven en het type sediment gebaseerd op een eerste indruk van het monster.



HW-03: veel gruis, brockelster en anemonen



HW-04: zand en gruis, veel mosselpelen



RO-06: zandig met kleidelen, stenen, brockelster, Sabella



RO-02: harde gruisbodem, Sabella, zeester en brockelster



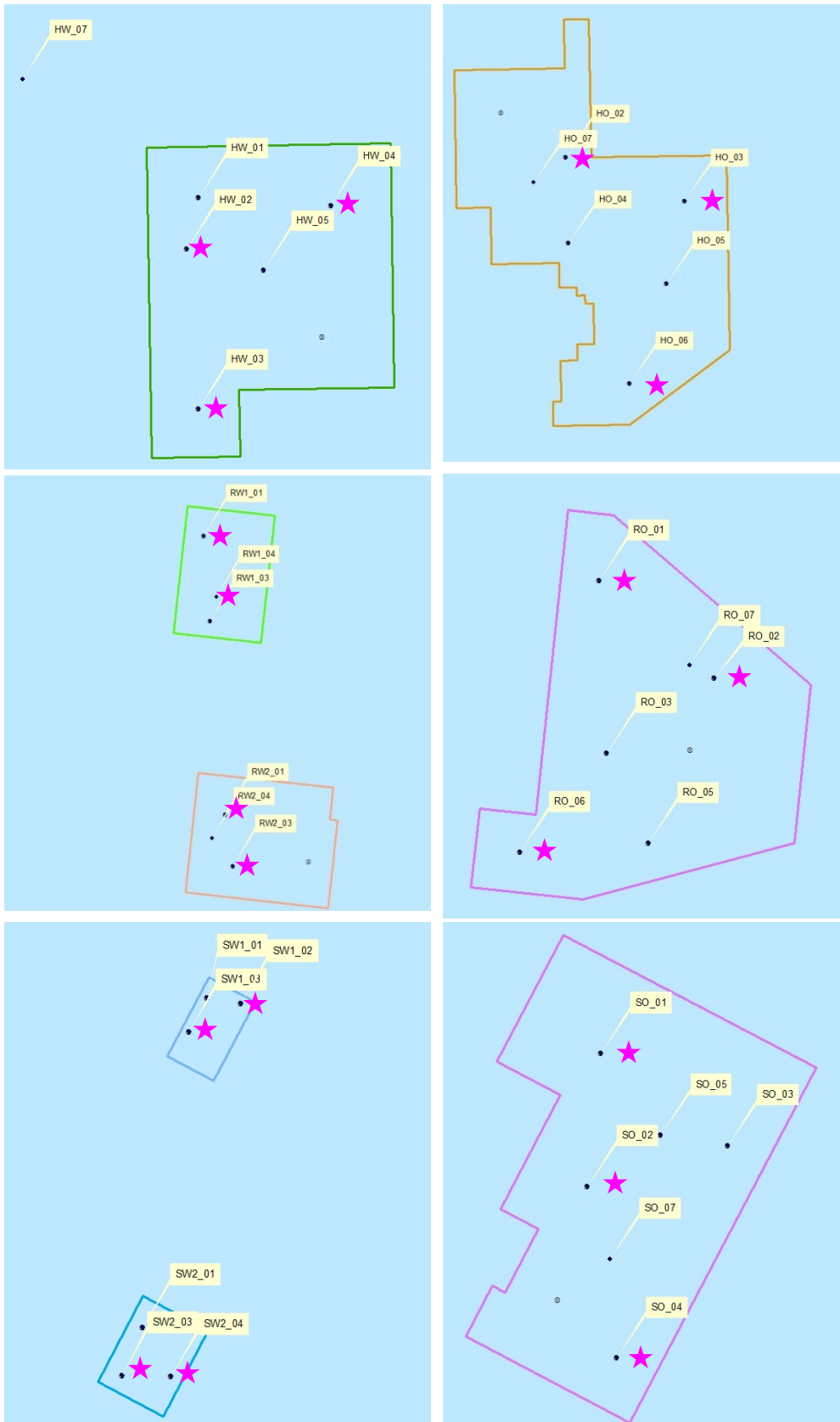
SW1-03: veel stenen, Abra, brockelster, zeester



SW2-03: relatief klein monster, zand, enkele wormen

Bijlage 5 Geselecteerde locaties voor uitwerking in de huidige studie

De twintig geselecteerde monsters (Ster) voor nadere uitwerking. Volle cirkels voor gerealiseerde monsters en lege cirkels voor mislukte (verplaatste) monsters.



Bijlage 6 Quickscan van de overige 16 monsters.

	locatienummer	HO_04	HO_05	HO_07	RO_03	RO_05	RO_07	SO_03	SO_05	SO_07	HW_01	HW_05	HW_07	RW1_03	RW2_04	SW1_01	SW2_01	Percentage voorkomen
Gebied	OS	OS	OS	OS	OS	OS	OS	OS	OS	OS	VD	VD	VD	VD	VD	VD	VD	
liter		15	8	11	7.5	12.5	4.5	12.5	12.5	18.5	6.5	15	4	9.5	2.5	6.6	10	
		veel mosselpoelen / steen	gruis / steen / zand / fossiele schelpen	mosselen / brokkelster	veel gruis / zandig / kleidelen / Sabella	steen / brokkelster	veel gruis / anemonen / zeester / Sabella	vnl. gruis / mosselpoelen	kleilig / gruis	veel mosselpoelen / weinig leven / gruis	gruis / steen / brokkelster	zand / gruis / mosselpoelen / steen	brokkelster / fijn zand / veel Lanice / Abra / tapsel / p / mosselpoelen	Sabella / mosselpoelen / r / steen	gruis / anemoon / abra / brokkelster / r / steen	gruis / zeester / brokkelster / steen	mosselpoelen / beetje / stank	
	Datum	27/Aug	27/Aug	28/Aug	26/Aug	26/Aug	28/Aug	28/Aug	28/Aug	28/Aug	27/Aug	27/Aug	27/Aug	26/Aug	27/Aug	27/Aug	27/Aug	
Abludomelita obtusata	ABLUOBTU	20-50	20-50	20-50	20-50	10-20	20-50	20-50	10-20	20-50	20-50	50-100	20-50	10-20	10-20	10-20	20-50	100
Ophiura sp.	OPHISPEC		1-10	1-10	20-50	20-50	10-20	20-50		1-10	1-10	1-10	1-10	10-20	10-20	1-10	1-10	88
Actiniaria	ACTINASP			1-10	10-20	20-50	10-20	10-20		1-10	20-50	10-20	50-100		50-100	20-50	10-20	81
Glycera sp.	GLYCSP		1-10	1-10	1-10	1-10	1-10	1-10		1-10	1-10	1-10		1-10	10-20	1-10	1-10	81
Nemertea	NEMERTSP	1-10		1-10	10-20	1-10	10-20	1-10	20-50	10-20	1-10	10-20	1-10	10-20	10-20		1-10	81
Oligochaeta	OLIGOCSP	1-10	10-20	10-20		20-50		5	20-50		5	1-10	20-50	>500	>500	5	20-50	81
Lanice conchilega	LANICCONC				1-10	20-50	1-10	20-50	10-20		1-10	1-10	50-100	1-10	1-10	1-10	1-10	75
Asterias rubens	ASTERUBE	1-10		1-10	1-10		1-10		1-10	1-10		1-10	1-10			1-10	1-10	69
Ophiotrix fragilis	OPHXFRAG	20-50	1-10	20-50	1-10	10-20					10-20		20-50	1-10	10-20	1-10	1-10	69
Mediomastus sp.	MEDISPEC		1-10		1-10			20-50		1-10	10-20		10-20	1-10	20-50	10-20	1-10	63
Phyllodoce mucosa	PHYLMUCO	1-10	1-10	1-10		1-10		1-10		1-10	1-10		1-10	1-10			1-10	63
Abra alba	ABRAALBA					10-20		1-10		1-10			1-10	20-50	50-100	1-10	1-10	50
Caprellidae	CAPRELSPEC				1-10		1-10	1-10	1-10			1-10		1-10	1-10	1-10		50
Lysianassidae	LYSIANSP	1-10		1-10	10-20	1-10				1-10		1-10		1-10	1-10			50
Pisidia longicornis	PISIDLONG	1-10	1-10	1-10		1-10		1-10			1-10	1-10		1-10				50
Sabella pavonina	SABPAVO				1-10	20-50	10-20	1-10	1-10	1-10				20-50			1-10	50
Sthenelais boa	STHEBOA					1-10		1-10	1-10	1-10			1-10		10-20	1-10	1-10	50
Eumida sp.	EUMISPEC	1-10		1-10		10-20		10-20	10-20				20-50	1-10				44
Hesionidae sp.	HESIONSP	1-10					1-10		1-10	1-10		1-10		1-10			1-10	44
Aora typica	AORATYPI		10-20		1-10			1-10	1-10	1-10							1-10	38
Nereidae	NERESPEC				1-10			10-20					10-20	10-20		1-10	1-10	38
Polynoidae	POLNOSPEC				1-10			1-10	10-20				1-10	1-10	1-10			38
Syllidia armata	SYDIARMA		1-10	1-10				1-10	1-10	1-10				1-10	1-10			38
Pholoe sp.	PHOLSPEC				1-10			1-10	1-10					1-10		1-10		31
Cirriformia tentaculata	CIRFTENT				1-10		1-10		1-10		1-10					1-10		31
Bodotria sp.	BODOSPEC				1-10			1-10							1-10		1-10	25
Notomastus latericeus	NOTOLATE					1-10		1-10	1-10						10-20			25
Pycnogonidae	PYCININDE				1-10		1-10			1-10				10-20				25
Aonides oxycephala	AONIOXYC								1-10		1-10				1-10			19
Capitella sp.	CAPISPEC		1-10	1-10												1-10		19
Carcinus maenas	CARMAEN		1-10					1-10					1-10					19
Uca carolinensis	UOCARSP														1-10	1-10	1-10	19
Mytilus edulis	MYTIEDUL	10-20	1-10		1-10													19
Polydora sp.	POLDSPEC	1-10	1-10	1-10														19
Callinassa sp.	CALLSPEC								1-10							1-10		13
Ensis sp.	ENSISPEC											1-10	1-10					13
Nephtys sp.	NEPHSPEC					1-10												13
Pectinaria	PECTINSP					1-10										1-10		13
Venerupis corrugata	VENECORR									1-10							1-10	13
Barnea candida	BARNCAND									1-10								6
Corophiidae	COROSPEC											1-10						6
Eteone sp.	ETEOSPEC										1-10							6
Fabulina fabula	FABUFABU															1-10		6
Flabelligera affinis	FLABAFFI					1-10												6
Glycera tridactyla	GLYCTRID								1-10									6
Ischyroceridae	ISCHYDSP														1-10			6
Jaera sp.	JAERSPEC															1-10		6
Necora puber	NECOPUBE											1-10						6
Nudibranchia	NUDBRSP								1-10									6
Petricolaria pholadiformis	PETRPHOL							1-10										6
Phoronida	PHORONID								1-10									6
Platyhelminthes	PLATYHSP	1-10																6

Bijlage 7 Typische soorten habitatype

H1160 'Grote baaien' (H1160 versie 18 dec 2008)

Typische soorten

Conform de Habitatrichtlijn worden voor alle habitatypen zogenaamde 'typische soorten' geselecteerd, die gezamenlijk een goede kwaliteitsindicator vormen voor de (compleetheid van de) levensgemeenschap van het habitatype. De set van typische soorten is een indicator voor de kwaliteit (en daarmee de staat van instandhouding) van het habitatype op landelijk niveau.

Als typische soort voor H1160 worden soorten geselecteerd op basis van de volgende criteria:

- de soorten zijn meetbaar en opgenomen in de bestaande monitoringprogramma's;
- de soorten worden dusdanig regelmatig aangetroffen, dat trends en/of verspreiding kunnen worden vastgesteld (en dus niet regionaal (zeer) zeldzaam zijn);
- de soorten zijn geen exoot (een exoot is door toedoen van de mens sinds 1900 geïntroduceerd);
- de soorten zijn bruikbaar als indicator van een goede abiotische toestand of goede biotische structuur.

H1160 is intern gestructureerd uit meerdere ecotopen en de daarmee geassocieerde soorten. De onderstaande lijst van typische soorten bevat dus soorten typisch voor zowel de droogvallende delen als de dynamischer geulen en zandbanken van de waterkolom daarboven en soorten die typisch zijn voor harde substraten zoals de mosselbanken.

Het is geenszins de bedoeling een lijst op te nemen van alle typische soorten die in de levensgemeenschap van het habitatype voorkomen. Niet alle trofische niveaus (primaire producenten, zooplankton, grote predatoren) en soortgroepen (bijvoorbeeld naaktslakken, wieren) zijn dan ook vertegenwoordigd. Het geheel van thans geselecteerde soorten is zodanig dat daarmee de kwaliteit van de habitat genoegzaam kan worden beoordeeld.

De onderstaande lijst van typische soorten is op basis van bovenstaande criteria samen gesteld; de lijst wijkt daarmee af van de rapportage van 2007 aan de Europese Commissie.

Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	Soortgroep	Categorie ²
Zeeanjer	<i>Metridium senile</i>	Bloemdieren	Cab
Wadpier	<i>Arenicola marina</i>	Borstelwormen	
Schelpkokerworm	<i>Lanice conchilega</i>	Borstelwormen	Ca
Zandzager	<i>Nephtys hombergii</i>	Borstelwormen	Ca
Zeeduizendpoot	<i>Nereis diversicolor</i>	Borstelwormen	Ca
Gewone strandkrab	<i>Carcinus maenas</i>	Kreeftachtigen	Cab
Buldozerkreeftje	<i>Urothoe poseidonis</i>	Kreeftachtigen	Ca
Groot zeegras	<i>Zostera marina</i>	Vaatplanten	Ca
Klein zeegras	<i>Zostera noltii</i>	Vaatplanten	K + Ca
Bot	<i>Platichthys flesus</i>	Vissen	Cab
Haring	<i>Clupea harengus</i>	Vissen	Cab[h,j,1]
Puitaal	<i>Zoarces viviparus</i>	Vissen	Ca
Schar	<i>Limanda limanda</i>	Vissen	Ca
Schol	<i>Pleuronectes platessa</i>	Vissen	Ca
Steenbolk	<i>Trisopterus luscus</i>	Vissen	Ca
Wijting	<i>Merlangius merlangius</i>	Vissen	Cab
Zeedonderpad	<i>Myoxocephalus scorpius</i>	Vissen	Ca
Hartegel	<i>Echinocardium cordatum</i>	Stekelhuidigen	Ca
Kokkel	<i>Cerastoderma edule</i>	Weekdieren	Ca
Mossel	<i>Mytilus edulis</i>	Weekdieren	Ca

²Tot de typische soorten worden gerekend: Ca = constante soort met indicatie voor goede abiotische toestand; Cb = constante soort met indicatie voor goede biotische structuur; Cab = constante soort met indicatie voor goede abiotische toestand en goede biotische structuur; K = karakteristieke soort; E = exclusieve soort

Bijlage 8 Typische soorten habitatype H1110 permanent overstroomde zandbanken (Noordzee-kustzone) (2014)

De lijst van typische soorten van subtype H1110B bevat soorten die kenmerkend zijn voor de dynamische zandbanken en geulen in de kustzone tot 20 meter diepte.

Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	Soortgroep	Categorie ⁸
Schelpkokerworm	<i>Lanice conchilega</i>	Borstelwormen	Cab
Zandkokerworm	<i>Spiophanes bombyx</i>	Borstelwormen	Cab
	<i>Nephtys cirrosa</i>	Borstelwormen	Ca
	<i>Nephtys hombergii</i>	Borstelwormen	Ca
	<i>Magelona papillicornis</i>	Borstelwormen	Ca
Knipsprietkreeftje	<i>Bathyporeia elegans</i>	Kreeftachtigen	Ca
Gewone zwemkrab	<i>Liocarcinus holsatus</i>	Kreeftachtigen	Ca
Bulldozerkreeftje	<i>Urothoe poseidonis</i>	Kreeftachtigen	Ca
Gewone heremietkreeft	<i>Pagurus bernhardus</i>	Kreeftachtigen	Ca
	<i>Pontocrates altamarinus</i>	Kreeftachtigen	Ca
Hartegel	<i>Echinocardium cordatum</i>	Stekelhuidigen	Ca
Gewone slangster	<i>Ophiura ophiura</i>	Stekelhuidigen	Ca
Dwergtong	<i>Buglossidium luteum</i>	Vissen	Ca

⁷ De onderstaand opgenomen lijsten van typische soorten van H1110A en H1110B zijn geactualiseerd en wijken daarom af van de met de artikel 17 rapportage van 2007 aan de Europese Commissie gezonden lijsten.

⁸ Tot de typische soorten worden gerekend: Ca = constante soort met indicatie voor goede abiotische toestand; Cb = constante soort met indicatie voor goede biotische structuur; Cab = constante soort met indicatie voor goede abiotische toestand en goede biotische structuur; K = karakteristieke soort; E = exclusieve soort.

Bijlage 9 Frequentie van voorkomen MWTL OS monitoringsprogramma en deze studie (OS monsters)

Oosterschelde	Frequentie MWTL	Soortcode	Frequentie deze studie	Opmerkingen
Scoloplos armiger	96%	SCOPARMX	22	
Spiophanes bombyx	83%	SPIPBOMB	0	Niet waargenomen OS zijde, wel VD
Nephtys	67%	NEPHSPEC	11	
Nephtys cirrosa	66%	NEPHCIRR	0	Niet waargenomen OS zijde, wel VD
Abra alba	44%	ABRAALBA	56	
Lanice conchilega	42%	LANICONC	78	
Magelona johnstoni	41%	MAGEJOHN	0	Niet waargenomen OS zijde, wel VD
Oligochaeta	40%	OLIGOCS	89	
Nephtys hombergii	37%	NEPHHOMB	0	Niet waargenomen OS zijde, wel VD
Urothoe poseidonis	35%	UROTPOSE	0	Niet waargenomen OS zijde, wel VD
Cirratulidae	35%	CIRRATSP	56	
Nemertea	35%	NEMERTSP	100	
Notomastus latericeus	32%	NOTOLATE	56	
Capitella	30%	CAPISPEC	89	
Poecilochaetus serpens	30%	POECSERP	0	Niet waargenomen OS zijde, wel VD
Actiniaria	30%	ACTINASP	100	
Aricidea (Aricidea) minuta	29%			Niet waargenomen in deze studie
Kurtiella bidentata	28%	KURTBIDE	44	
Urothoe brevicornis	28%	UROTPOSE	0	Zelfde genus, andere soort, Niet waargenomen OS zijde, wel VD
Mytilidae	26%	MYTIEDUL	78	In deze studie tot op soort gebracht
Glycera tridactyla	26%	GLYCSPEC	33	
Pseudopolydora pulchra	26%	PSPDPULC	11	
Fabulina fabula	24%	FABUFABU	0	Niet waargenomen OS zijde, wel VD
Abludomelita obtusata	24%	ABLUOBTU	100	
Pholoe inornata	24%	PHOLINOR	44	
Eunereis longissima	23%	EUNELONG	78	
Echinocardium cordatum	22%			Niet waargenomen in deze studie
Glycera	22%	GLYCTRID	100	In deze studie tot op soort gebracht
Spio martinensis	20%	SPIOMART	0	Niet waargenomen OS zijde, wel VD
Aoridae	20%	AORATYPI	100	In deze studie tot op soort gebracht
Tellinmya ferruginosa	20%			Niet waargenomen in deze studie
Polynoidea	20%			Verschillende soorten uit deze familie aangetroffen
Tellinoidea	19%			Verschillende soorten uit deze superfamilie aangetroffen
Phyllococe mucosa	19%	PHYLMUCO	100	
Ensis	18%	ENSISPEC	0	Niet waargenomen OS zijde, wel VD
Ampelisca brevicornis	17%			Niet waargenomen in deze studie
Anoplodactylus petiolatus	17%	ANOPPETI	33	
Pariambus typicus	17%			Niet waargenomen in deze studie
Ophiuroidea	16%	OPHISPEC	100	In alle monsters Ophiura spp.
Bathyporeia elegans	16%			Niet waargenomen in deze studie
Phyllococe	16%	PHYLMUCO	100	In deze studie tot op soort gebracht
Sthenelais boa	15%	STHEBOA	67	
Ophiura ophiura	15%	OPHIOPHI	0	In alle monsters Ophiura spp.
Crangon crangon	15%			Niet waargenomen in deze studie
Mediomastus fragilis	15%	MEDISPEC	100	
Eumida	15%	EUMISPEC	22	
Crepidula fornicata	15%	CREPFORN	0	Niet waargenomen OS zijde, wel VD
Phtisica marina	15%	PHTIMARI	56	
Phyllococidae	14%	PHYLMUCO	100	Verschillende soorten uit deze familie waargenomen
Abra	14%	ABRASPEC	0	
Malmgrenia darbouxi	14%	MALGDARB	11	
Veneridae	14%			Verschillende soorten uit deze familie waargenomen
Mytilus edulis	13%	MYTIEDUL	78	
Gastrosaccus spinifer	13%			Niet waargenomen in deze studie
Achelia echinata	13%	ACHEECHI	78	
Ensis leei	13%	ENSILEEI	0	Niet waargenomen OS zijde, wel VD
Asterias rubens	13%	ASTERUBE	89	
Magelona	13%			Magelona johnstoni waargenomen in deze studie
Eteone	12%	ETEOSPEC	11	
Venerupis corrugata	12%	VENECORR	22	
Microphthalmus	12%	MICRSPEC	44	
Heteromastus filiformis	11%			Niet waargenomen in deze studie
Nereididae	11%	NERESPEC	11	
Myrianida	11%	MYRNSPEC	78	
Spio	11%	SPIONISP	0	Twee soorten van dit genus aangetroffen
Corophiidae	11%			Wel soort uit deze familie waargenomen
Terebellidae	11%			Wel soorten uit deze familie waargenomen
Autolytinae	11%			Niet waargenomen in deze studie
Magelona mirabilis	11%			Wel Magelona johnstoni waargenomen in deze studie
Ophiura albida	10%			In alle monsters komt Ophiura sp. Voor
Owenia fusiformis	10%	OWENFUSI	11	
Pontocrates altamarinus	10%	PONTALTA	0	Niet waargenomen OS zijde, wel VD
Monocorophium acherusicum	10%	MONCACHE	33	

Bijlage 10 Frequentie van voorkomen PMR Voordelta monitoringsprogramma en deze studie (VD monsters)

Voordelta	Frequentie PMR	Soortcode	Frequentie deze studie	Opmerkingen
Spiophanes bombyx	71%	SPIPBOMB	36	
Nephtys cirrosa	60%	NEPHCIRR	27	
Nemertea	59%	NEMERTSP	45	
Urothoe poseidonis	56%	UROTPOSE	9	
Echinocardium cordatum	55%			Niet waargenomen in deze studie
Eteone	48%	ETEOSPEC	18	
Tellimya ferruginosa	45%			Niet waargenomen in deze studie
Lanice conchilega	42%	LANICONC	55	
Scoloplos	40%	SCOPARMX	45	In deze studie tot op soort gebracht (Scoloplos armiger)
Nephtys	40%	NEPHSPEC	9	
Abra alba	38%	ABRAALBA	73	
Ensis directus	38%	ENSILEEI	9	
Kurtiella bidentata	37%	KURTBIDE	55	
Fabulina fabula	36%	FABUFABU	18	
Oligochaeta	36%	OLIGOCSP	55	
Heteromastus filiformis	35%			Niet waargenomen in deze studie
Poecilochaetus serpens	34%	POECSERP	18	
Eunereis longissima	34%	EUNELONG	45	
Notomastus latericeus	34%	NOTOLATE	55	
Nephtys hombergii	32%	NEPHHOMB	27	
Leucothoe incisa	32%			Niet waargenomen in deze studie
Actiniaria	30%	ACTINASP	73	
Eumida	27%	EUMISANG	36	In deze studie tot op soort gebracht (Eumida sanguinea)
Phoronidae	25%	PHORONID	9	
Owenia fusiformis	24%	OWENFUSI	27	
Ensis	23%	ENSISPEC	9	
Scoloplos armiger	23%	SCOPARMX	45	
Phyllodoce mucosa	20%	PHYLMUCO	55	
Magelona johnstoni	19%	MAGEJOHN	18	
Abludomelita obtusata	19%	ABLUOBTU	55	
Ophiura albida	18%	OPHISPEC	82	In alle monsters Ophiura sp.
Ophiura ophiura	18%	OPHIOPHI	9	
Phoronida	18%	PHORONID	9	
Lagis koreni	18%	LAGIKORE	45	
Pestarella tyrrhena	17%			Niet waargenomen in deze studie
Malmgrenia lunulata	16%	MALMSPEC	45	
Magelona papillicornis	15%			Wel Magelona johnstoni waargenomen
Processa parva	15%			Niet waargenomen in deze studie
Mediomastus fragilis	14%	MEDISPEC	55	In deze studie niet tot op soort gebracht
Capitella capitata	14%	CAPISPEC	27	In deze studie niet tot op soort gebracht
Spio martinensis	13%	SPIOMART	9	
Spio	13%			In deze studie tot op soort gebracht (Spio martinensis, Spio filicornis)
Euspira nitida	13%			Niet waargenomen in deze studie
Tellinoidea	12%			Wel soorten uit deze familie waargenomen
Caprellidae	12%	CAPRELSP	27	
Magelona mirabilis	11%			Wel Magelona johnstoni waargenomen in deze studie
Gastrosaccus spinifer	11%			Niet waargenomen in deze studie
Phyllodoce	10%	PHYLMUCO	55	In deze studie tot op soort gebracht
Nereis	10%	NERESPEC	0	
Bathyporeia guilliamsoniana	10%			Niet waargenomen VD zijde, wel OS
Urothoe brevicornis	10%			Wel Urothoe poseidonis waargenomen

Bijlage 11 Mediane korrelgrootte (µm) + sediment omschrijving van de 36 monsters.

Locatie	Mediane korrelgrootte	Omschrijving
Oosterschelde		
HO_02	371	zeer grof zand
HO_03	255	matig grof zand
HO_04	199	matig fijn zand
HO_05	305	zeer grof zand
HO_06	268	matig grof zand
HO_07	397	zeer grof zand
RO_01	440	uiterst grof zand
RO_02	431	uiterst grof zand
RO_03	534	uiterst grof zand
RO_05	244	matig grof zand
RO_06	209	matig fijn zand
RO_07	411	zeer grof zand
SO_01	311	zeer grof zand
SO_02	150	matig fijn zand
SO_03	173	matig fijn zand
SO_04	135	zeer fijn zand
SO_05	220	matig grof zand
SO_07	130	zeer fijn zand
Voordelta		
HW_01	417	zeer grof zand
HW_02	273	matig grof zand
HW_03	241	matig grof zand
HW_04	395	zeer grof zand
HW_05	222	matig grof zand
HW_07	164	matig fijn zand
RW1_01	371	zeer grof zand
RW1_03	291	matig grof zand
RW1_04	221	matig grof zand
RW2_01	250	matig grof zand
RW2_03	209	matig fijn zand
RW2_04	223	matig grof zand
SW1_01	248	matig grof zand
SW1_02	314	zeer grof zand
SW1_03	188	matig fijn zand
SW2_01	245	matig grof zand
SW2_03	257	matig grof zand
SW2_04	245	matig grof zand

Wageningen Marine Research
T: +31 (0)317 48 09 00
E: marine-research@wur.nl
www.wur.nl/marine-research

Bezoekers adres:

- Ankerpark 27, 1781 AG Den Helder
- Korringaweg 7, 4401 NT Yerseke
- Haringkade 1, 1976 CP IJmuiden

Wageningen Marine Research levert met kennis, onafhankelijk wetenschappelijk onderzoek en advies een wezenlijke bijdrage aan een duurzamer, zorgvuldiger beheer, gebruik en bescherming van de natuurlijke rijkdommen in zee-, kust- en zoetwatergebieden.

Wageningen Marine Research is onderdeel van Wageningen University & Research. Wageningen University & Research is het samenwerkingsverband tussen Wageningen University en Stichting Wageningen Research en heeft als **missie**: 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'

