



Monitoring van de vooroevers in de Oosterschelde en de Westerschelde

In- en epifauna en de sedimentenkenmerken van VOV-locaties (cluster 2.2 en 3.0)

Auteur(s): J.A. Craeymeersch, A. Hamer, O. Bittner

Wageningen University & Research
rapport C075/21

Monitoring van de vooroevers in de Oosterschelde en de Westerschelde

In- en epifauna en sedimentkarakteristieken van VOV-locaties (cluster 2.2 en 3.0)

J.A. Craeymeersch, A. Hamer, O. Bittner

Wageningen Marine Research
Yerseke, oktober 2021

VERTROUWELIJK Nee

Wageningen Marine Research rapport C075/21

Keywords: benthos, Oosterschelde, Westerschelde, vooroeververdediging.

Opdrachtgever: RWS WVL, RWS Zee & Delta, RWS PPO
T.a.v.: Annemarie Snoodijk-Smit
Poelendaelesingel 18
4335 JA Middelburg

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/555006>
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.ir. J.T. Dijkman, Managing director

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 V30 (2020)

Inhoud

Samenvatting	4
1 Inleiding	5
2 Methoden	7
2.1 Monitoringsplan	7
2.1.1 Karakterisering van het sediment	7
2.1.2 Infauna-gemeenschappen	8
2.1.3 Epifauna-gemeenschappen	9
2.2 Uitvoering	9
2.2.1 Karakterisering van het sediment	9
2.2.2 Infauna-gemeenschappen	9
2.2.3 Epifauna-gemeenschappen	11
2.3 Analyses	13
2.3.1 Sedimentkarakteristieken (T0)	13
2.3.2 Infauna-gemeenschappen (T0)	13
2.3.3 Epifauna-gemeenschappen (T0)	14
2.3.4 Huidige effectgrootte en aantal benodigde monsters	14
3 Resultaten	16
3.1 Sedimentkarakteristieken (T0)	16
3.2 Infauna-gemeenschappen (T0)	17
3.2.1 Univariate analyses	17
3.2.2 Multivariate analyses	31
3.3 Epifauna-gemeenschappen (T0)	36
3.3.1 Still-camera	36
3.3.2 Video-opnames	36
3.3.3 Indeling in habitats/ecotopen	37
3.5 Huidige effectgrootte en aantal benodigde monsters	39
4 Discussie	41
4.1 Karakteristieken stort- en referentielocaties	41
4.2 Vergelijking met MWTL (infauna)	41
4.3 Effectgrootte en aantal benodigde monsters	42
5 Kwaliteitsborging	43
Literatuur	44
Verantwoording	45
Bijlage. Overzicht van de monsterlocaties: beoogd (rood) en gerealiseerd (blauw). Deze laatste onderverdeeld in: verder verwerkt in het lab (cirkels) en niet verwerkt (driehoek).	46

Samenvatting

Om de dijkconstructies rond de Ooster- en Westerschelde te versterken en de veiligheid van het binnendijkse gebied te kunnen waarborgen, worden sinds 2009 de vooroevers van dijken op specifieke locaties in het Zeeuwse Deltagebied bestort. Hiervoor worden diverse materialen gebruikt zoals stortsteen, grind of staalslakken. Voor het aanbrengen van het stortmateriaal is een projectplan Waterwet opgesteld en een vergunning op basis van de wet Natuurbescherming verleend door de provincie Zeeland. Na bestorting van de oever zal op de meeste plaatsen sediment ophopen tussen het gestorte materiaal, en in dit zachte substraat zullen bodemdieren zich weer kunnen gaan vestigen. Ter voldoening aan de voorschriften uit de vergunning wet Natuurbescherming worden de effecten van vooroeververdedigingen gevolgd en geëvalueerd.

Het doel van de monitoring is om aan te tonen in welke mate het nieuwe kunstmatige hard substraat weer sedimenteert en of na verloop van tijd het habitat is ontwikkeld tot volwaardig zacht substraat, waarbij de bodemdiergemeenschappen kwalitatief vergelijkbaar zijn met de bodemdiergemeenschappen die voor de ingrepen ter plekke aanwezig waren. Kortom, om aan te tonen in welke mate het nieuwe kunstmatige hard substraat na uitvoering van de bestortingen weer aanslibt tot zacht substraat dat past binnen het habitatype (H1160 'Open baaien' voor de Oosterschelde; H1130 'Estuaria' voor de Westerschelde en H1110 'Permanent overstroomde zandbanken' specifiek voor de locatie Vlissingen). Voor de locaties in de Oosterschelde waar ook breuksteen gebruikt wordt, is het doel tevens om te bepalen wat de ontwikkeling is van een ecologische toplaag in termen van biodiversiteit.

Vooraf aan de uitvoering van de bestorting wordt een nulmeting verricht. Dit rapport beschrijft de T0-situatie op een aantal stortlocaties (cluster 3.0) in de Ooster- en Westerschelde waar bestortingen zullen plaatsvinden in de periode 2019 t/m 2021. Daarnaast beschrijft dit rapport de situatie waar in deze periode op 3 locaties (cluster 2.2.) aanvullende eco-elementen (ecotoplaag) worden aangebracht, na eerdere bestortingen.

In overeenstemming met eerder onderzoek blijkt de fauna in de Westerschelde sterk verschillend van die van de Oosterschelde, o.a. door een lagere soortenrijkdom. Ook onderling zijn er binnen de twee watersystemen grote verschillen tussen de stortlocaties, ook binnen een watersysteem.

De referentielocaties in de Oosterschelde (Flaauwers Inlaag, Wemeldinge Midden en Plompe toren) omvatten de sedimenttypes en faunistische karakteristieken zoals aanwezig op de stortlocaties.

De soortensamenstelling wijkt ook af van deze gevonden in MWTL (Monitoring van de Waterkundige Toestand des Lands), waarschijnlijk door lokale omstandigheden bij de dijkvoeten. Dat maakt het gebruik van de MWTL-data als 'mikpunt' m.b.t. de habitatypes voor de verwachten toestand na aanslibbing niet ideaal. Video-opnames, in de Oosterschelde, geven aan dat sediment vaak variabel is, ook op relatief korte afstanden, variërend van slibrijk tot grind en hardsubstraat.

1 Inleiding

De sterke getijdestromingen in de Oosterschelde en Westerschelde zorgen lokaal voor erosie van de oevers en geulwanden. Hierdoor kunnen de dijken ondermijnd raken en uiteindelijk bezwijken. Om dat proces tegen te gaan, wordt dit proces sinds 2009 bestreden door de oevers van de dijken, waar deze erosie de stabiliteit van de waterkering in gevaar brengt of de reeds bestaande oeverwerken ondermijnt, te beschermen via “bestortingen”. De realisatie van de vooroeververdedigingen wordt in fasen uitgevoerd, in zogenaamde clusters, te weten cluster 1, 2 en 3 (Figuur 1). In 2009 en 2010 zijn de vooroeverbestortingen op de cluster 1 locaties uitgevoerd, in 2011 en 2014 respectievelijk de cluster 2.1 en 2.2 bestortingen. De resultaten van deze monitoringstudies zijn in vorige jaren gerapporteerd (Heuvel-Greve 2009, Tangelder et al. 2014, Tangelder et al. 2015a, Tangelder et al. 2015b, Tangelder et al. 2016, Escaravage & Heuvel-Greve 2017, Escaravage et al. 2017, Tangelder et al. 2017a, Tangelder et al. 2017b). De vooroeverbestortingen op de cluster 3-locaties zullen naar de huidige planning in 2020 t/m 2021 worden uitgevoerd. Daarnaast worden op een aantal locaties van cluster 2 mogelijk aanvullende bestortingen gedaan (zie Tabel 1).



Figuur 1. Locaties vooroeververdedigingen in de Oosterschelde en Westerschelde (Clusters 2 en 3, en referentiegebieden).

Cluster 3 heeft betrekking op de locaties Vlissingen, Breskens C, Nieuw-Neuzenpolder, Margarethapolder, Kleine Huissenspolder, Eendragpolder, Molenpolder en Waarde-/Westveerpolder in de Westerschelde, en de locaties Wemeldinge en Oost-Bevelandpolder in de Oosterschelde (**Tabel 1**). De locaties in de Oosterschelde worden ingericht inclusief eco-elementen van breuksteen (ecotop) uitgevoerd in verschillende patronen.

Tabel 1. Overzicht van de nieuw en aanvullend te bestorten locaties VOV-locaties in 2020/2021.

Locatie	Cluster	Bestorting
Oosterschelde		
Oost-Bevelandpolder	3	Nieuwe bestorting granulair materiaal met ecotop (breuksteen)
Wemeldinge West	3	Nieuwe bestorting granulair materiaal met ecotop (breuksteen)
Wemeldinge Oost	3	Nieuwe bestorting granulair materiaal met ecotop (breuksteen)
Burghsluis	2.2	Ecotop (breuksteen)
Schelphoek-westII (BfN)	2.2	Aanvullende bestorting granulair materiaal met ecotop (breuksteen)
Zierikzee	2.2	Aanvullende bestorting granulair materiaal met ecotop (breuksteen)
Westerschelde		
Vlissingen	3	Nieuwe bestorting granulair materiaal
Breskens C	3	Nieuwe bestorting granulair materiaal
Nieuw Neuzenpolder	3	Nieuwe bestorting granulair materiaal
Margarethapolder	3	Nieuwe bestorting granulair materiaal
Kleine Huissenspolder	3	Nieuwe bestorting granulair materiaal
Eendragtspolder	3	Nieuwe bestorting granulair materiaal
Molenpolder	3	Nieuwe bestorting granulair materiaal
Waarde-Westveerpolder	3	Nieuwe bestorting granulair materiaal
Breskens	2.2	Mogelijk aanvullende bestorting granulair materiaal
Ellewoutsdijk	2.2	Mogelijk aanvullende bestorting granulair materiaal
Hoedekenskerke	2.2	Mogelijk aanvullende bestorting granulair materiaal
Hoedekenskerke	2.1	Mogelijk aanvullende bestorting granulair materiaal

Het is de verwachting dat, na bestorting van de oever, op de meeste plaatsen sediment zal ophopen op de nieuwe harde ondergrond, sediment dat wordt aangevoerd over de bodem of tijdens de kentering en bezinkt vanuit de waterkolom. In dit zachte substraat zullen bodemdieren zich weer kunnen gaan vestigen. Voor de uit te voeren bestortingen is een projectplan Waterwet opgesteld en is door de provincie Zeeland op basis van een Passende beoordeling een vergunning wet Natuurbescherming verleend. In de vergunning wet Natuurbescherming is een voorschrift opgenomen voor de monitoring van de ontwikkeling van het zacht substraat. Om de effecten van vooroeververdedigingen in de Oosterschelde en Westerschelde te kunnen volgen en te evalueren, wordt vooraf een T0-meting (alle locaties) uitgevoerd. Nadat de werkzaamheden zijn uitgevoerd, zal er vervolgens een T4-meting (4 jaar na de werkzaamheden, locaties Westerschelde) en T6-meting (6 jaar na de werkzaamheden, locaties Oosterschelde) uitgevoerd worden. De effecten van de werkzaamheden zullen worden bepaald in mate van herstel van de betreffende locaties en zacht substraat habitats, in het bijzonder in het kader van de Habitat Richtlijn-doelstellingen.

Naast de ecologische monitoring, wordt ook het oppervlak bedekt met nieuw zacht substraat in kaart gebracht via metingen met multibeam en/of side scan sonar, door RWS. Op basis van de multibeam sonaropnames wordt door RWS ook de dikte van de sedimentlaag bepaald. Deze monitoring wordt frequenter uitgevoerd dan de ecologische monitoring.

Het doel van de monitoring is dus om aan te tonen in welke mate het nieuwe kunstmatige hard substraat weer sedimenteert en of na verloop van tijd (T₄ en T₆) het habitat is ontwikkeld tot volwaardig zacht substraat, waarbij de bodemdiergemeenschappen kwalitatief vergelijkbaar zijn met de bodemdiergemeenschappen die voor de ingrepen ter plekke aanwezig waren. Het doel van de monitoring is dus om aan te tonen in welke mate het nieuwe kunstmatige hard substraat na uitvoering van de bestortingen weer aanslibt tot zacht substraat dat past binnen het habitattype (H1160 'Open baaien' voor de Oosterschelde; H1130 'Estuaria' voor de Westerschelde en H1110 'Permanent overstroomde zandbanken' specifiek voor de locatie Vlissingen).

Voor de locaties in de Oosterschelde waar ook breuksteen gebruikt wordt, is het doel tevens om te bepalen wat de ontwikkeling is van een ecologische top laag in termen van biodiversiteit.

Dit rapport beschrijft de ecologische en fysische samenstelling van het sediment voorafgaand aan de bestortingen (T0-situatie) in 2020-2021.

2 Methoden

Het onderzoek dat WMR uitvoert, richt zich primair tot het inventariseren van infaunagemeenschappen en sedimentkarakteristieken (korrelgrootte en slibgehalte) op locaties van cluster 2.2 en cluster 3 in de Westerschelde en Oosterschelde. Daarnaast wordt in de Oosterschelde ook de aangebrachte ecotoplagen geëvalueerd naar aanwezigheid van specifieke epifaunasoorten via onderwater video-opnames.

2.1 Monitoringsplan

De werkwijze is grotendeels gebaseerd op het "Monitoringsplan EcoAuthor 2019-2025 d.d. 1 juni 2018" (Wijnhoven & van Avesaath 2018) en het "RWS Monitoringsplan Vooroeververdediging 1.0 d.d. 17 december 2018" (RWS 2018), waar deze laatste leidend is. Tijdens gesprekken met de opdrachtgever is besloten om voor bepaalde onderdelen af te wijken van het monitoringsplan. Bemonsteringslocaties voor de happer en de video-transecten t.b.v. de bemonstering van de infauna en epifauna zijn geselecteerd op basis van de aangeleverde GIS-kaarten over het voorkomen van hard substraat, in combinatie met de aangeleverde ecotopenkaarten. De exacte bemonsteringslocaties zijn in samenspraak met RWS, Projectorganisatie Waterveiligheid, vastgesteld.

In het uiteindelijke uitvoeringsplan was gekozen voor 14 monsters per stortvak in de Oosterschelde, en 12 monsters in de Westerschelde (Tabel 2). De stortvakken Breskens en Breskens oost zijn samengevoegd tot één omdat dit relatief kleine gebiedjes zijn. Dit geldt ook voor de stortvakken Margarethapolder en Kleine Huissenspolder. Bij Breskens en Waarde zijn ook litorale monsters met behulp van steekbuizen gepland. Verder was in de Oosterschelde ook op alle stortvakken een visuele census voorzien.

2.1.1 Karakterisering van het sediment

De korrelgrootteverdeling van het sediment wordt bepaald aan de hand van monsters uit de Van Veen-monsters genomen voor de bemonstering van de infauna. De deeltjesgroottebepaling zal gebeuren op onbehandelde sedimentmonsters conform Spronk en Bakker (2012).

Tabel 2. Overzicht van het aantal geplande monsters en lengte van video-census per stortvak

Locatie	Fase	Van Veen	Steekbuis	Visuele census video (m)
OOSTERSCHELDE	-	-	-	-
Burghsluis	T0, T6	14	-	300
Flaauwers inlaag – Ref.	T0, T6	14	-	300
Oost-Bevelandpolder	T0, T6	14	-	500
Plompe Toren – Ref.	T0, T6	14	-	300
Schelphoek	T0, T6	14	-	300
Wemeldinge - Midden – Ref.	T0, T6	14	-	300
Wemeldinge – Oost	T0, T6	14	-	300
Wemeldinge – West	T0, T6	14	-	300
Zierikzee	T0, T6	14	-	300
WESTERSCHELDE				
Breskens + Breskens Oost	T0, T4	12	14	-
Eendragtspolder	T0, T4	12	-	-
Ellewoutsdijk	T0, T4	12	-	-
Hoedekenskerke	T0, T4	12	-	-
Margarethapolder + Kleine Huissenspolder	T0, T4	12	-	-
Molenpolder	T0, T4	12	-	-
Nieuwe Neuzenpolder	T0, T4	12	-	-
Vlissingen	T0, T4	12	-	-
Waarde- en Westveerpolder	T0, T4	12	14	-

2.1.2 Infauna-gemeenschappen

Per stortvak is een aantal bemonsteringslocaties geselecteerd en random gestratificeerd over de aanwezige ecotopen binnen het stortvak (Wijnhoven & van Avesaath 2018) naar rato van het oppervlakte. In de Oosterschelde zijn, conform het monitoringsplan, ook een aantal referentielocaties geselecteerd (zie Tabel 1). Het aantal bemonsteringslocaties per stortvak/referentiegebied is op voorhand bepaald (RWS 2018, Wijnhoven & van Avesaath 2018). Per bemonsteringslocatie wordt een Van Veen-hap genomen met een verzwaarde Van Veen-happer, 0.1 m² – RWS (Voorschrift: RWSV-913.00.B200 - Bemonstering van macrozoöbenthos en sediment in het litoraal en sublitoraal in mariene wateren. Methode: Reineck boxcorer, Van Veen happer, Hamon happer, Vacuüm steekbuis, Steekbuis). Op een aantal locaties in de Westerschelde worden ook monsters genomen in het litoraal, waarbij 2 steekbuizen per locatie genomen zijn (2 x 0.0079 m²).

Vervolgens worden de benthos monsters uitgezocht volgens het RWS analysevoorschrift A2.107. Determinatie gebeurt tot op het laagst haalbare taxonomische niveau, tellen waar mogelijk met onderscheid tussen juvenielen en adulten of lengtebepaling van organismen. Op basis hiervan worden verschillende benthische indicatoren passend binnen de KRM, HR en Natura2000 bepaald.

2.1.3 Epifauna-gemeenschappen

Op de stortvakken in de Oosterschelde worden onderwater video-still opnames gemaakt binnen een kwadrant om de soortensamenstelling te kunnen bepalen. Ook worden video-opnames gemaakt, verdeeld over de aanwezige ecotopen binnen een stortvlak.

Voor een kwalitatieve video-still monitoring is een drop-downframe ontwikkeld dat vanuit een boot op de zeebodem gezet kan worden. Met behulp van dit frame kunnen foto's in hoge resolutie genomen worden, boven een kwadrant van 0.25m². Op iedere locatie zijn foto's gemaakt met deze drop-downcamera.

Voor een kwantitatieve videomonitoring is een filmcamera (GoPro Hero 7) gebruikt die is bevestigd aan een slede en met lage snelheid over een raai is getrokken. De camera is gericht op het gebied voor de slede. De route is met een GPS aan boord gelogd. Snelheid is daarbij 2 knopen. Het resultaat is een film die een beeld geeft van de zeebodem en de daarop levende flora en fauna.

2.2 Uitvoering

2.2.1 Karakterisering van het sediment

De sedimentanalyses zijn uitgevoerd door het NIOZ m.b.v. een Multisizer 2000 van de firma Malvern Instruments. Dit apparaat analyseert de lichtverstrooiingspatronen van sedimentdeeltjes in suspensie bij het passeren door een laserbundel. De grootteverdeling van de deeltjes is bepaald tussen 0.02 en 1000 µm.

2.2.2 Infauna-gemeenschappen

2.2.2.1 Bemonstering

Tijdens de bemonstering in september 2019 bleek al snel dat geplande de locaties moeilijk te bemonsteren zijn. Per locatie moest vaak meerdere keren gehapt worden voordat er een goede hap naar boven kwam of locaties moesten ter plekke verlegd worden aangezien het niet mogelijk bleek een goede hap te nemen. Daarnaast werd vaak een harde bodem met stenen of oesters aangetroffen waardoor de Van Veen-happer niet goed werkte (Figuur 2). Ook bleken sommige locaties erg diep (>40m) waardoor het zeer lastig was om die locaties te bemonsteren met een Van Veen-happer. Van de locaties in de Oosterschelde konden in totaal 110 locaties bemonsterd worden (**Tabel 3**). Voor de Westerschelde zijn in 2019 108 locaties bemonsterd (**Tabel 3**). Hierbij kon locatie Molenpolder niet bemonsterd worden vanwege het feit dat het gebied te ondiep was voor het schip (Frans Naerebout). Bij hoogwater is getracht in het gebied te komen, maar dit bleek te riskant en in overleg met de schipper is besloten dit gebied niet te bemonsteren. Molenpolder is uiteindelijk in maart 2020 bemonsterd (12 locaties) vanaf een ander schip (IJsselmeer).

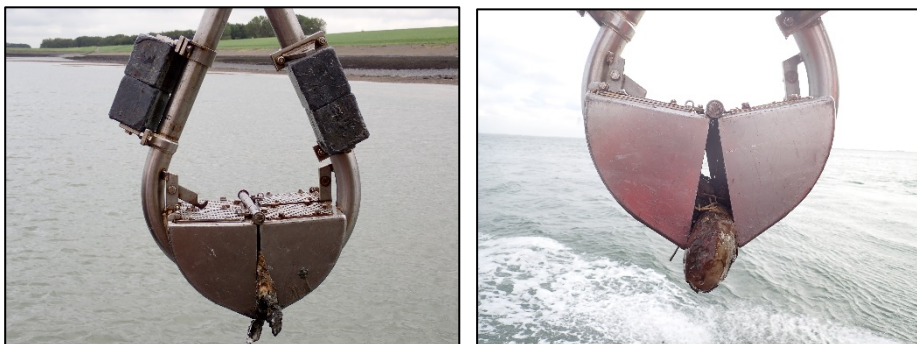
De gerealiseerde monsterpunten liggen, conform de planning, verspreid over de onderzoeksgebieden en daarmee is de representativiteit gewaarborgd.

In totaal zijn 48 locaties verlegd en waren voor de locaties bemonsterd met de happer hiervoor 591 happen nodig. Dit komt overeen met gemiddeld ruim 3 keer happen per locatie voor een goede hap.

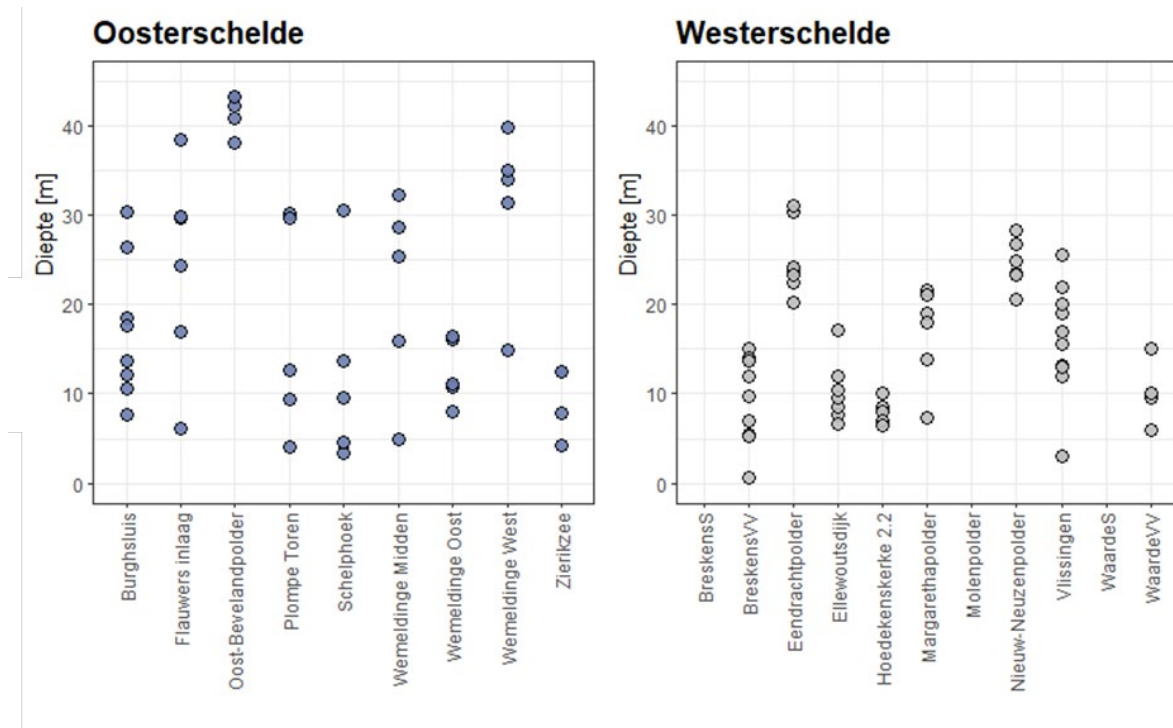
Figuur 3 geeft de diepte weer van alle monsterpunten, voor locaties in de Ooster- en Westerschelde. In bijlage 1 zijn de beoogde en de gerealiseerde posities weergegeven.

Tabel 3. Overzicht bemonsterde locaties Ooster- en Westerschelde inclusief het aantal happen dat verwerkt is per gebied.

stortvak	OS/WS	aantal genomen monsters		aantal monsters verwerkt	
		van Veen	steekbuis	van Veen	steekbuis
Burghsluis	OS	14		8	
Flaauwers Inlaag	OS	14		6	
Oost-Bevelanderpolder	OS	14		5	
Plompe Toren	OS	14		5	
Schelphoek	OS	8		5	
Wemeldinge Midden	OS	14		5	
Wemeldinge Oost	OS	14		5	
Wemeldinge West	OS	11		5	
Zierikzee	OS	7		4	
Breskens + Breskens Oost	WS	12	14	12	13
Eendragtpolder	WS	9		8	
Ellewoutsdijk	WS	10		7	
Hoedekenskerke	WS	10		5	
Margarethapolder + Kleine Huissenspolder	WS	7		6	
Molenpolder	WS	12		12	
Nieuwe Neuzenpolder	WS	9		7	
Vlissingen	WS	12		12	
Waarde - Westveerpolder	WS	11	14	5	12



Figuur 2. Problemen met oesters (links, Waarde-Westveerpolder) en stenen (rechts, Zierikzee) bij het happen (foto's: Jack Perdon)



Figuur 3. Diepte van alle monsterpunten op locaties in de Oosterschelde (links) en Westerschelde (rechts).

2.2.2.2 Bepaling van aantallen per soort

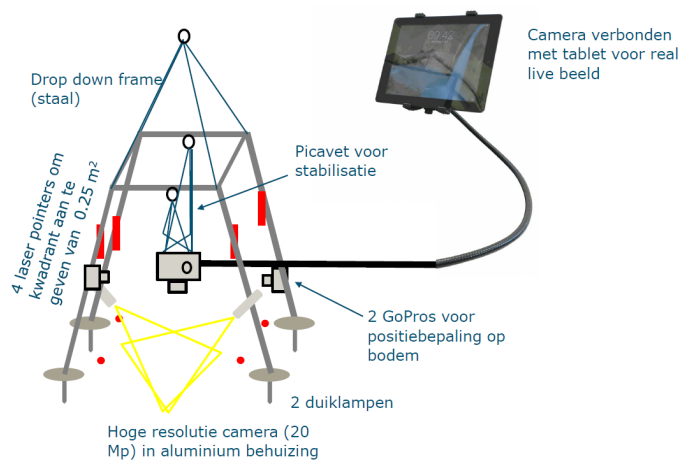
Alle monsters genomen in de Westerschelde (120) zijn uitgezocht en 99 verder geanalyseerd (determinatie, aantal per soort). De verwerking is uitgevoerd binnen de hiervoor begrootte tijd (4 uur per monster).

Het volume van de monsters genomen in de Oosterschelde was echter veel groter (gemiddeld 1.5 liter) dan op voorhand ingeschat (<0.5 liter). Het waren daarenboven veelal monsters met veel schelpengruis en detritus. Tijdens de bemonstering was al vastgesteld dat, met name in de Oosterschelde, vaak rijke monsters aangetroffen werden. Daarenboven werden veel juveniele dieren vastgesteld. In totaal zijn 48 monsters uitgezocht, met 4 tot 8 monsters per gebied.

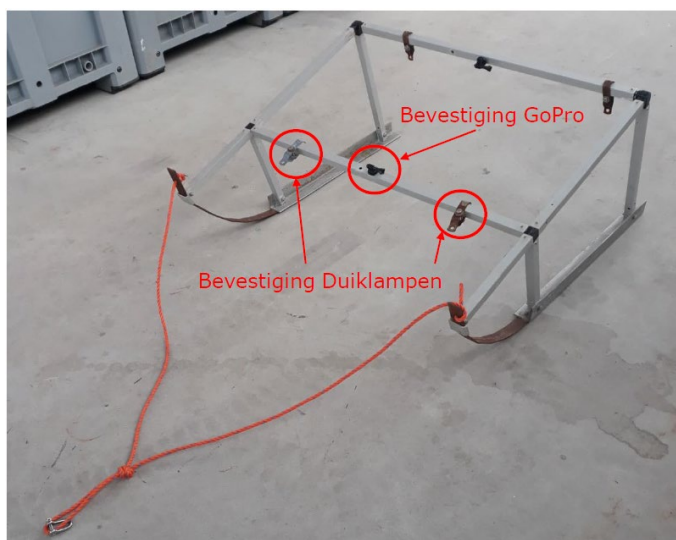
2.2.3 Epifauna-gemeenschappen

De opnames van de onderwatercamera waren vaak of slecht van kwaliteit. Soms door hoge stroomsnelheden en turbiditeit (bijv. Wemeldinge West en Wemeldinge Midden), soms door slechte focus (Zierikzee). De video-slede werd vaak met te hoge snelheid voortgetrokken voor identificatie van soorten, maar voor sedimentkarakterisatie was dit voldoende.

Goede opnames met still-camera waren er bij Zierikzee (3 raaien), Oost-Bevelandpolder, Wemeldinge West en Wemeldinge Midden. Goede video-opnames zijn er enkel bij Zierikzee (extra raaien): in de geul (camera naar voren gericht) en langs de dijk (met camera naar voren gericht en camera naar beneden gericht).



Figuur 5: overzicht drop down fotoframe.



Figuur 4: overzicht slede voor videotransect

2.3 Analyses

2.3.1 Sedimentkarakteristieken (T0)

De beschrijving van het sediment op T0 is gedaan op basis van volgende karakteristieken:

- De mediane korrelgrootte (D50), en
- Het slibgehalte (% deeltjes kleiner dan 63 µm)

2.3.2 Infauna-gemeenschappen (T0)

2.3.2.1 Univariate analyses

Als univariate indices voor de beschrijving van de bodemfauna tijdens de T0-situatie zijn voor alle locaties bemonsterd in het kader van het monitoringsonderzoek de volgende biotische indicatoren bepaald, per monster:

- Het totaal aantal soorten
- De totale dichtheid
- De Shannon-Wiener diversiteit

De Shannon-Wiener diversiteit voor een locatie (H') is als volgt berekend:

$$H' = - \sum_{i=1}^s P_i \ln(P_i)$$

hierbij is P_i het relatieve aandeel van soort i aan de totale abundantie vertegenwoordigt en s het totaal aantal soorten aangetroffen in de betreffende locatie. Zowel een totale H' , berekend op de totale dichtheden per locatie, als een gemiddelde H' per locatie, berekend door het gemiddelde te nemen van de H' van elk monster, zijn berekend.

Als twee organismen in eenzelfde taxonomische categorie zijn waargenomen, waarvan één van de twee tot een lagere taxonomisch niveau is geïdentificeerd dan de ander en het laagste, bij beide soorten, geïdentificeerde taxon tot dezelfde categorie behoort, dan is alleen de soort meegeteld die tot een lager taxonomisch niveau is geïdentificeerd. Een voorbeeld is dat wanneer er binnen een categorie zowel *Nephtys* spp. als *Nephtys cirrosa* zijn geobserveerd, alleen *Nephtys cirrosa* bij de berekening wordt meegeteld, echter wanneer alleen *Nephtys* spp wordt geobserveerd hij wel wordt meegerekend.

Vervolgens zijn, per watersysteem (Westerschelde en Oosterschelde) en per locatie de soorten beschreven die dominant zijn qua voorkomen en/of qua aantallen (dichtheid). Uit vroeger onderzoek weten we dat er verschillen zijn in de soortensamenstelling tussen Wester- en Oosterschelde (Meire et al. 1991, Schaub et al. 2003). Bij aanvang van dit onderzoek willen we checken of dit ook geldt voor de stortlocaties.

De resultaten zijn vergeleken met de data uit het MWTL-programma (2012-2017). Dit om na te gaan of de soortensamenstelling op de stortlocaties op T0 wel gelijkaardig was als deze vastgesteld voor de verschillende habitattypes tijdens MWTL. En, of deze laatste inderdaad bruikbaar zijn als de te verwachten eindsituatie op de stortlocaties na aanslibbing. Deze vergelijking is gedaan per watersysteem, met onderscheid tussen volgende ecotopen: hoogdynamisch sublitoraal, laagdynamisch sublitoraal en litoraal. Data zijn gedownload van Informatiehuis Marien (5 oktober 2020).

2.3.2.2 Multivariate analyses

Ruimtelijke verschillen in soortensamenstelling zijn ook geanalyseerd met een ordinatie-techniek, een niet-metrische Multidimensional Scaling (nMDS), op basis van de Bray-Curtis dissimilariteit tussen dichtheden (ind/m^2). Omdat deze dichtheden niet normaal verdeeld zijn, zijn ze door middel van een dubbele worteltransformatie, getransformeerd voor de analyse. In de output, een ordinatie-diagram, worden de locaties zodanig weergegeven dat locaties met een gelijkaardige soortensamenstelling dicht bij elkaar liggen en locaties met een erg verschillende soortensamenstelling ver uit elkaar. In de zogenaamde *stress*-waarde wordt aangegeven in welke mate dit is gelukt; hoe hoger de stress, hoe gebrekkelijker de voorstelling.

Een eerste analyse is uitgevoerd gericht op een vergelijking van de soortensamenstelling in de Oosterschelde met die in de Westerschelde. Deze analyse is uitgevoerd op basis van de gemiddelde dichtheid van ieder taxon per locatie, en beperkt tot het sublitoraal. In deze multivariate analyses zijn alleen de taxa meegenomen waarvan de dichtheid op minstens één locatie, meer dan 1% van de totale dichtheid op die locatie uitmaakte.

Een tweede analyse is gericht op verschillen in soortensamenstellingen tussen locaties, en een derde op verschillen tussen MWTL- en Vooroeverbemonsteringen per ecotoop. Hierbij is een analyse uitgevoerd op basis van dichtheden per soort per monster. In deze analyse zijn alleen die taxa meegenomen waarvan de dichtheid, bij minstens 3 monsters, meer dan 1% van de totale dichtheid in het betreffende monster uitmaakte.

2.3.3 Epifauna-gemeenschappen (T0)

De goede opnames met de still-camera zijn gebruikt voor identificatie van soorten, tellingen en bepalen van het bedekkingspercentage. Voor het bepalen van het bedekkingspercentage is een grid overlay gebruikt, en is het percentage bepaald in stappen van 5%. De video-opnames zijn vooral bepaald voor de karakterisering van het habitat.

Het programma IrfanView (www.irfanview.com) is gebruikt voor de beeldanalyses, Het programma Transect Measure (SeaGIS, www.seagis.com.au) om stills te extraheren uit de video-opnames voor het maken van referentiebeelden.

Op basis van waarnemingen met beide methodes is een habitat-typering uitgevoerd, conform de methodiek gebruikt door JNCC (<https://mhc.jncc.gov.uk/>).

2.3.4 Huidige effectgrootte en aantal benodigde monsters

Zoals hierboven aangegeven, zijn minder monsters genomen en geanalyseerd dan gepland. Er is uitgezocht of er in het huidige programma wel voldoende monsters genomen zijn, en zo niet, hoeveel er hadden moeten worden geanalyseerd. Met de op de stortlocaties ingewonnen data is voor iedere locatie nagegaan welke verschillen tussen 2 bemonsteringen (bijv. T4 en T0) statistisch aantoonbaar zijn bij het gerealiseerd aantal monsters, en hoeveel monsters nodig zouden zijn om een bepaald verschil (effectgrootte) te kunnen aantonen.

Als uitgangspunt van de uitgevoerde analyses om hierop enig zicht te krijgen, hebben we aangenomen dat er op een bepaald moment een verschil tussen twee groepen (normaal verdeelde) waarnemingen statistisch significant aangetoond moet kunnen worden, op basis van een t-test. Hierbij is de nulhypothese dat er geen verschil is tussen de twee groepen. Voor de kans deze nulhypothese ten onrechte te verwerpen, is 5% aangehouden. De kans dat de nulhypothese niet waar is, maar toch niet

verworpen wordt bij de toetst, is op 20% gezet. Dat betekent dat het onderscheidingsvermogen (power) 80% is. Het aantal te nemen monsters (n) kan dan op volgende manier berekend worden (Ens et al. 2007):

$$n = 8 * \left(\frac{\sigma}{\delta} \right)^2$$

met σ de standaarddeviatie en δ de effectgrootte waarvoor een onderscheidingsvermogen van 80% gehaald moet worden. Effectgrootte is uitgedrukt als percentage van het waargenomen bereik, het verschil tussen de minimale en maximale waarde. Berekeningen zijn uitgevoerd voor meerdere effectgroottes: 5%, 10%, 15% en 20%.

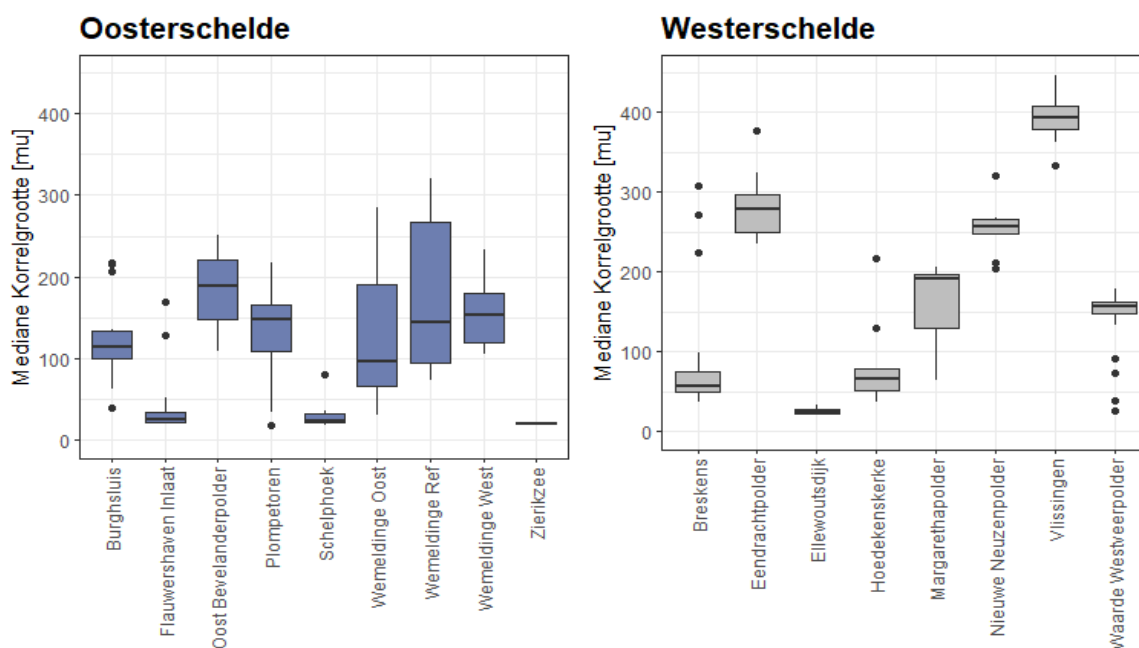
Daarnaast is de gerealiseerde effectgrootte berekend bij het aantal monsters dat daadwerkelijk genomen is.

Als waarnemingen is de totale dichtheid genomen. Om tot een normale verdeling te komen zijn de waarnemingen getransformeerd (vierdemachtsworteltransformatie). De berekeningen uitgevoerd per ecotoop en per locatie.

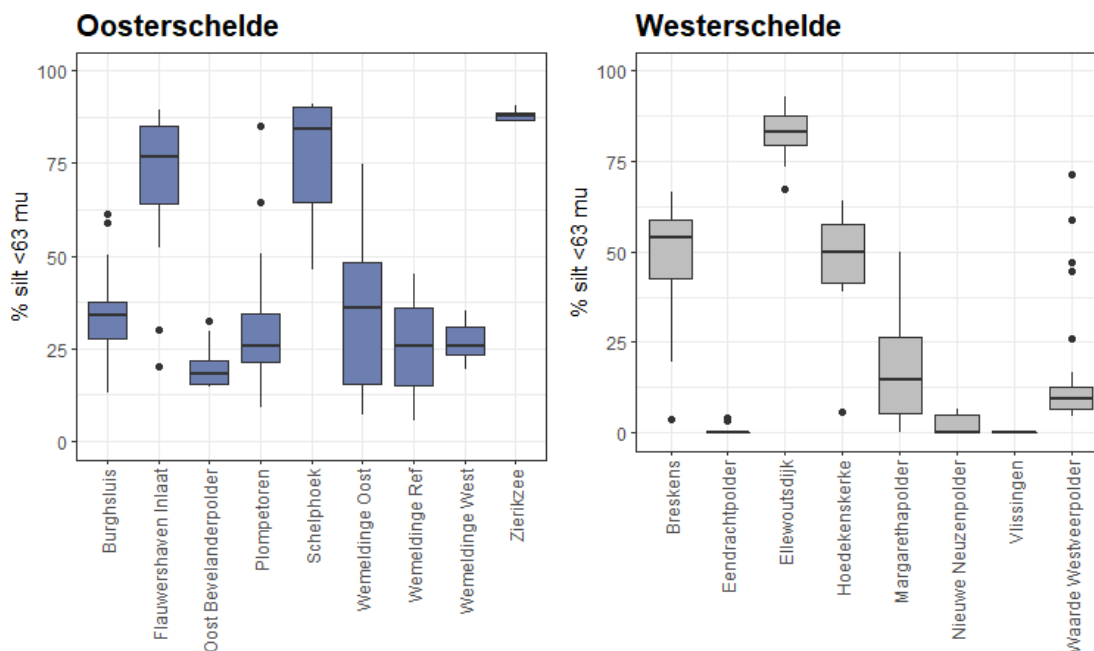
3 Resultaten

3.1 Sedimentkarakteristieken (T0)

De sedimentkarakteristieken zijn op alle locaties geanalyseerd. Figuur 6 geeft hierbij de verdeling van de mediane korrelgrootte (D50) en Figuur 7 de verdeling van het slibgehalte (% deeltjes $63 < \mu\text{m}$) weer per bemonsterlocatie in de Oosterschelde en Westerschelde. Deze sedimentkarakteristieken laten zien dat in de Oosterschelde de gebieden voorkomen die het meest slibrijk: Zierikzee ($87\% \pm 1.6$, $\mu\text{m} \pm \text{sd}$), Schelphoek ($76.6\% \pm 16.8$) en Flauwers Inlaag ($69.0\% \pm 21.4$) zijn. Hier worden tevens ook de laagste mediaan korrelgroottes gevonden. De referentielocaties (Flauwers inlaag, Wemeldinge Midden en Plompe toren) omvatten de sedimenttypes zoals aanwezig op de stortlocaties. Ellewoutsdijk ($82.1\% \pm 7.6$) in de Westerschelde laat ook een relatief hoog slibgehalte en laag mediane korrelgrootte zien. De locaties Eendrachtpolder ($0.8\% \pm 1.6$), Nieuwe Neuzenpolder ($2.3\% \pm 3.09$) en Vlissingen ($0\% \pm 0$), alle drie gelegen in de Westerschelde, laten de laagste percentage slib en de hoogste mediane korrelgrootte zien. Er is dus een groot verschil in sedimentsamenstelling tussen de bemonsterde locaties. De onderzoekslocaties in de Westerschelde lijken over het algemeen minder slibrijke monsterlocaties te bevatten, met een grotere mediane korrelgroottes dan die in de Oosterschelde. Opvallend zijn de lokale verschillen in sedimentkarakteristieken op locatie Waarde, resulterend in de vele uitbijters.



Figuur 6. Verdeling van de mediane korrelgrootte (D50) aangetroffen per bemonsterlocatie in de Oosterschelde en Westerschelde. Hierbij geeft de horizontale dikgedrukte streep de mediaan weer, het gekleurde balkje het 25^{ste} en 50^{ste} kwartiel en de losse stipjes uitschieters, waar de waarde meer dan 1.5 de interkwartiele afstand van de 25^{ste} of 50^{ste} kwartiel betreft.



Figuur 7. Verdeling van het percentage slib [% <63 µm] aangetroffen per bemonsterlocatie in de Oosterschelde en Westerschelde.

3.2 Infauna-gemeenschappen (T0)

3.2.1 Univariate analyses

3.2.1.1 Soortenrijkdom

Figuur 8 laat de mediaan en spreiding van soortenrijkdom van de monsters genomen per monsterlocatie, zien. Tabel 4 en Tabel 5 geven de totale soortenrijkdom per gebied. Hierbij is te zien dat in de Oosterschelde ($13\,289 \pm 19\,323$ ind. $\cdot$ m⁻²; 73 ± 23 taxa) een veel hogere, zowel gemiddeld als totale, soortenrijkdom wordt aangetroffen dan in de Westerschelde ($1\,196 \pm 3\,322$ ind. $\cdot$ m⁻²; 23 ± 11 taxa). Binnen de Oosterschelde tonen de gebieden Wemeldinge West, Wemeldinge Midden en Flauwers Inlaag de hoogste soortenrijkdom (respectievelijk gemiddeld 50 ± 7 , 44 ± 19 en 34 ± 21 taxa per monster). Wemeldinge Oost (gemiddeld 12 ± 4 taxa per monster) toont in tegenstelling weer een veel lagere soortenrijkdom. Ook Zierikzee (gemiddeld 19 ± 3 taxa per monster) en Burghsluis (gemiddeld 25 ± 7 taxa per monster) laten in verhouding lagere soortenaantallen zien.

De referentielocaties (Flauwers inlaag, Wemeldinge Midden en Plompe toren) omvatten de soortenrijkdom zoals aanwezig op de stortlocaties.

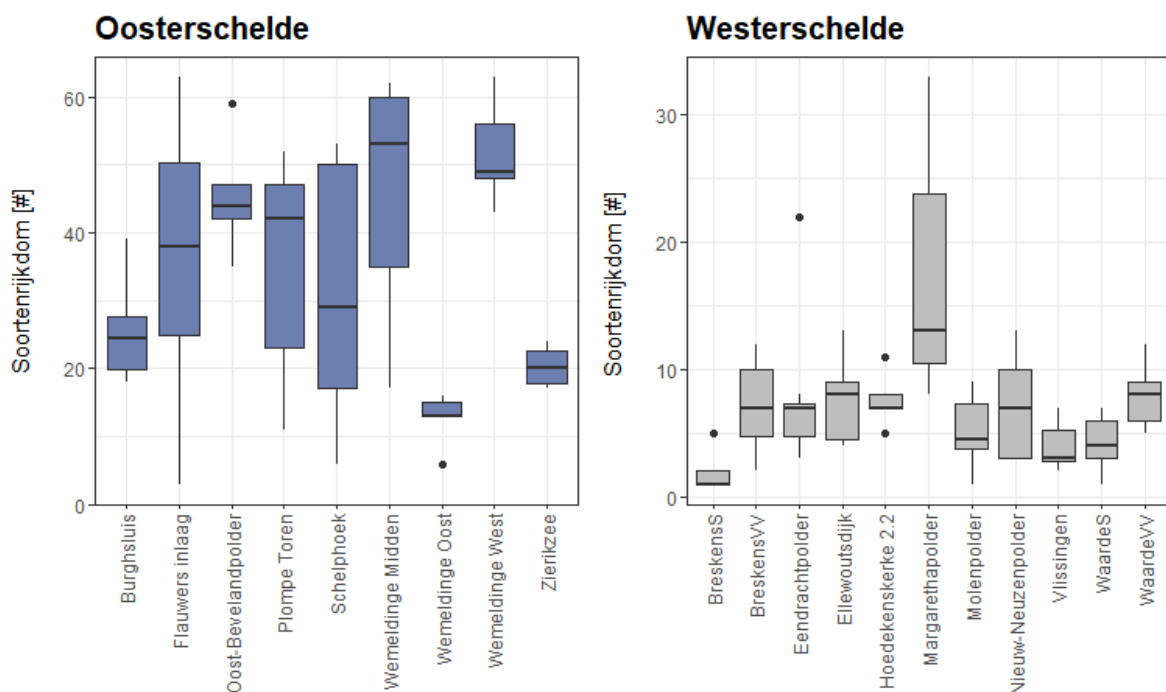
In de Westerschelde, worden er in de Margarethapolder relatief een veel hoger aantal soorten aangetroffen (gemiddeld 17 ± 10 taxa per monster) dan op andere locaties in dit watersysteem. Echter is hier een grote spreiding te zien, wat inhoudt dat de soortenrijkdom heel erg fluctueert binnen dit stortvak. In de Westerschelde is er in 6 monsters (6.1% van totaal genomen monsters in Westerschelde) geen enkele soort aangetroffen. Vijf van deze monsters waren genomen in Breskens met de steekbuis en de andere is genomen in Waarde met de steekbuis.

3.2.1.2 Totale dichtheid

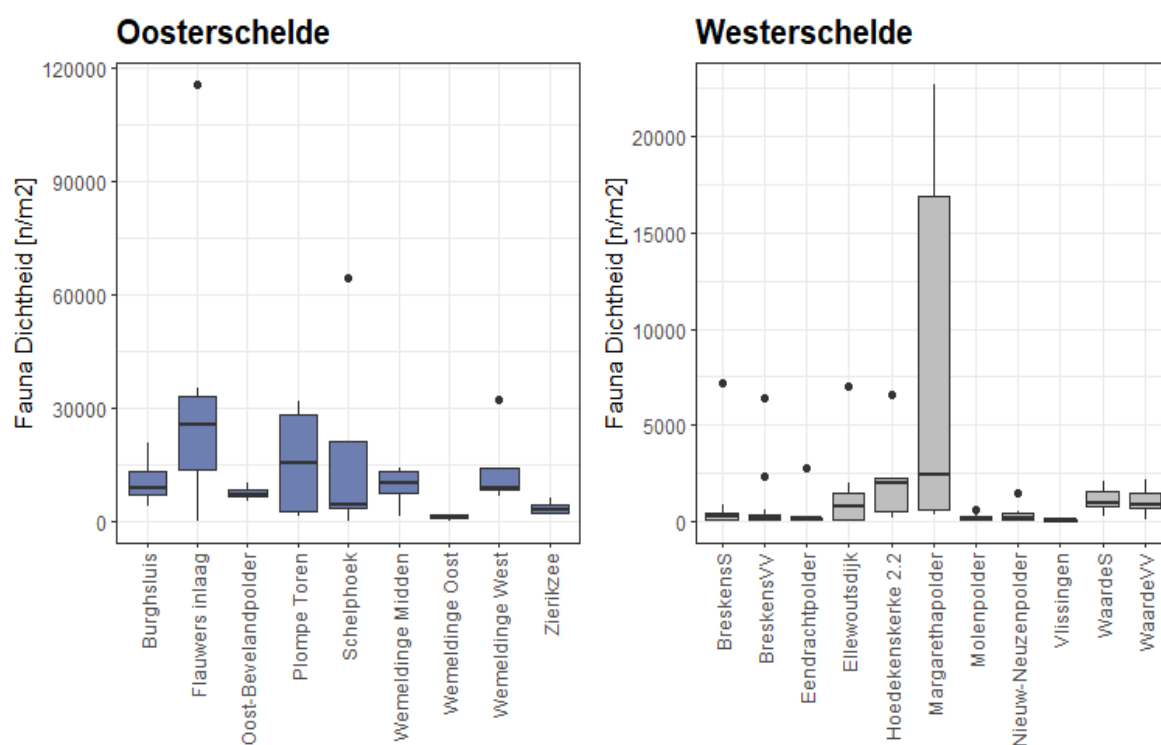
Figuur 9 geeft een overzicht van de spreiding van de totale dichtheid ($\text{ind.}\cdot\text{m}^{-2}$) per locatie. Tabel 4 en Tabel 5 geven de gemiddelde totale dichtheid per locatie weer inclusief standaarddeviatie.

In de Oosterschelde hebben de locaties Wemeldinge Oost ($1068 \pm 684 \text{ ind.}\cdot\text{m}^{-2}$), Zierikzee ($3433 \pm 1866 \text{ n.}\cdot\text{m}^{-2}$) en de Oost-Bevelandpolder ($7380 \pm 1841 \text{ ind.}\cdot\text{m}^{-2}$) de laagste dichtheden ($\mu \pm \text{sd}$). Dit terwijl er in de Oost-Bevelandpolder wel een hoge soortenrijkdom is aangetroffen (86 taxa). De locaties met de hoogste geobserveerde totale dichtheden zijn, in dit watersysteem, Flauwers Inlaag ($35378 \pm 41379 \text{ ind.}\cdot\text{m}^{-2}$), Schelphoek ($18677 \pm 26786 \text{ ind.}\cdot\text{m}^{-2}$) en de Plompe Toren ($15704 \pm 13896 \text{ ind.}\cdot\text{m}^{-2}$). Wel laten deze locaties een grote spreiding zien, in aangetroffen totale dichtheden, tussen genomen monsters. De gemiddelde dichtheid over alle monsters in dit water systeem betreft $13289 \pm 19323 \text{ ind.}\cdot\text{m}^{-2}$. De referentielocaties (Flauwers inlaag, Wemeldinge Midden en Plompe toren) omvatten de dichtheden zoals aanwezig op de stortlocaties.

In de Westerschelde zijn in de locaties Vlissingen ($64 \pm 45 \text{ n.}\cdot\text{m}^{-2}$), Molenpolder ($191 \pm 167 \text{ ind.}\cdot\text{m}^{-2}$) en de Nieuw-Neuzenpolder ($361 \pm 504 \text{ n.}\cdot\text{m}^{-2}$) de laagste dichtheden ($\mu \pm \text{sd}$) geobserveerd. De gemiddelde dichtheid over alle monsters in dit water systeem betreft $1196 \pm 3322 \text{ ind.}\cdot\text{m}^{-2}$. De Margarethapolder laat een zeer grote spreiding zien, waarbij in de monsters met een hoge soortenrijkdom ook hoge totale dichtheden worden aangetroffen, en laat voor de Westerschelde de hoogste gemiddelde totale dichtheid zien ($8257 \pm 10694 \text{ n.}\cdot\text{m}^{-2}$).



Figuur 8. Verdeling van soortenrijkdom per monster voor elke locatie in de Oosterschelde en de Westerschelde in 2019



Figuur 9. Verdeling van totale dichtheid (ind/m²) per monster voor elke locatie in de Oosterschelde en de Westerschelde in 2019.

3.2.1.3 Shannon-Wiener diversiteit

Tabel 4 en Tabel 5 geven een samenvatting van de univariate indices per locatie. Hierbij zijn ook de totale Shannon-Wiener en gemiddelde Shannon-Wiener per locatie weergegeven. De Oosterschelde laat een hogere soortenrijkdom, totale dichtheid en Shannon Wiener diversiteit index zien op vrijwel alle locaties in vergelijking met de Westerschelde. In de Oosterschelde laten Wemeldinge Midden ($H' = 3.605$), Wemeldinge West ($H' = 3.007$), en Oost-Bevelandpolder ($H' = 3.117$), de hoogste Shannon-Wiener score zien. Bij deze locaties is de gemiddelde totale dichtheid voor de dit watersysteem relatief laag. De Shannon-Wiener wordt echter berekend op het soortenaantal en de verdeling van dichtheid binnen deze soorten. Op deze locaties komen er wel veel verschillende soorten voor en daarbij nemen de dominante soorten een minder grote fractie van de totale dichtheid in beslag. Het taxon dat het hoogste percentage van de totaal aangetroffen dichtheid heeft, is bij alle drie de locaties vrij laag en betreft *Pseudopolydora paucibranchiata* (12.5%) voor Wemeldinge Midden, *Streblospio benedicti* (20.5%) voor Wemeldinge West en *Oligochaeta* (18.6%) voor Oost-Bevelandpolder. Door de afwezigheid van duidelijk dominante soorten op deze locaties en de relatief proportionele verdeling van de overige soorten, is de Shannon Wiener op deze locaties hoger.

Flauwers Inlaag ($H' = 1.193$), Burghsluis ($H' = 1.786$) en de Plompe toren ($H' = 1.974$) laten een veel lagere Shannon-Wiener index zien. Flauwers Inlaag heeft, voor de Oosterschelde, de laagste Shannon Wiener index. Hoewel het totaal aantal aangetroffen soorten hier relatief hoog is, behoren een zeer groot gedeelte van de aangetroffen organismen op deze locatie tot de *Oligochaeta* (75.0%). In Burghsluis behoort ook een hoog percentage van de aangetroffen taxa tot de *Oligochaeta* (38.9%) en daarnaast ook tot de Cirratulidae (35.0%). Ook de Plompe Toren ziet twee dominante taxa: *Oligochaeta* (41.5%) en *Abra alba* (31.0%), die allen een grote fractie van de dichtheid tot zich nemen. Hierdoor is de Shannon-Wiener op deze locaties allemaal lager.

De Westerschelde laat over het algemeen een lagere Shannon-Wiener diversiteitsindex zien dan de Oosterschelde. Echter hebben enkele locaties wel een hogere index. Opvallend is dat de locaties waar deze index relatief het hoogst is binnen de Westerschelde, de gemiddelde dichtheid het laagst is. Dit betreft de locaties de Eendrachtpolder ($H' = 2.151$), Nieuw-Neuzenpolder ($H' = 2.417$) en Vlissingen ($H' = 1.979$). Ook hier zijn er weinig zeer dominante soorten aanwezig, en is de soort met het hoogste percentage van de totaal aangetroffen dichtheid bij alle drie de locaties relatief lager. Dit betreffen de taxa *Heteromastus filiformis* (30.2%) en *Oligochaeta* (13.4%) voor de Eendrachtpolder, *Heteromastus filiformis* (23.3%) voor de Nieuw-Neuzenpolder en de *Nephtys cirrosa* (41.6%) voor Vlissingen.

Lagere Shannon-Wiener diversiteitsindices werden geobserveerd op de locaties Ellewoutsdijk ($H' = 1.362$), Breskens ($H' = 1.551$) en Waarde ($H' = 1.351$). Ook deze gebieden zien juist de hoogste totale dichtheden van dit watersysteem. Twee dominante taxa in Ellewoutsdijk zijn *Streblospio benedicti* (60.5%) en *Oligochaeta* (19.3%). Breskens heeft van dezelfde twee taxa hoge concentraties, waarbij *Oligochaeta* (40.6%) en *Streblospio benedicti* (40.2%) een zeer groot deel van de totale dichtheid opnemen. Waarde ziet juist veel *Cirratulidae* (61.2%) en *Heteromastus filiformis* (16.4%).

Op de locaties waar steekbuismonsters zijn genomen, is de Shannon-Wiener index laag. Deze monsters bevatte ook zeer dominante soorten. In steekbuismonsters genomen in Breskens ($H' = 0.785$) nam de slijkgarnaal (*Corophium volutator*) 81.1% van de totale soorten dichtheid in beslag. De steekbuismonsters genomen in Waarde ($H' = 1.434$) bevatte juist veel *Heteromastus filiformis* (57.9%) en *Limecola balthica* (15.7%). Hierdoor behoren zowel de steekbuismonsters als de van Veen monsters genomen op deze locaties, tot de locaties met de laagst gemeten Shannon-Wiener diversiteit. Dit laat zien dat de soortendichtheid op deze locaties ongelijk verdeeld is. Het zijn echter wel andere soorten die binnen deze monsters dominant zijn.

Tabel 4. Univariate indices waargenomen op de bemonsterde locaties in de Oosterschelde in 2019.

	Totaal soorten	Min [ind./m ²]	Gem. Dichtheid [ind./m ²]	Max [ind./m ²]	Shannon-Wiener	Gem. Shannon-Wiener
<i>Burghsluis</i>	67	3 820	10 217 ± 5 341	20 630	1.786	1.451 ± 0.52
<i>Flaauwers Inlaag</i>	90	120	35 378 ± 41 379	115 907	1.198	1.193 ± 0.55
<i>Oost-Bevelandpolder</i>	86	5 090	7 362 ± 1 845	9 940	3.117	2.761 ± 0.33
<i>Plompe Toren</i>	84	1 230	15 704 ± 13 896	31 140	1.974	1.751 ± 0.13
<i>Schelphoek</i>	80	100	18 677 ± 26 786	64 258	2.093	1.894 ± 0.32
<i>Wemeldinge Midden</i>	87	1 330	9 302 ± 5 172	14 180	3.605	3.000 ± 0.33
<i>Wemeldinge Oost</i>	31	100	1 068 ± 684	1 800	2.489	1.981 ± 0.10
<i>Wemeldinge West</i>	92	6 410	13 917 ± 10 527	31 998	3.007	2.822 ± 0.38
<i>Zierikzee</i>	37	1 820	3 433 ± 1 866	5 950	2.054	1.617 ± 0.17
Oosterschelde	155	100	13 289 ± 19 323	115 907	2.651	2.143 ± 0.770

Tabel 5. Univariate indices waargenomen op de bemonsterde locaties in de Westerschelde in 2019.

	Totaal soorten	Min [ind./m ²]	Gem. Fauna Dichtheid [ind./m ²]	Max [ind./m ²]	Shannon- Wiener	Gem. Shannon- Wiener
<i>Breskens Steekbuis</i>	8	0	696 ± 1955	7 152	0.785	0.774 ± 0.50
<i>Breskens Van Veen</i>	34	30	862 ± 1854	6 370	1.551	1.545 ± 0.45
<i>Eendrachtspolder</i>	33	60	448 ± 936	2 760	2.151	1.761 ± 0.28
<i>Ellewoutsdijk</i>	22	100	1 590 ± 2 488	7 020	1.362	1.223 ± 0.23
<i>Hoedenskerke 2.2</i>	17	160	2 294 ± 2 555	6 570	1.683	1.538 ± 0.14
<i>Margarethapolder</i>	46	320	8 257 ± 10 689	22 724	1.659	1.577 ± 0.21
<i>Molenpolder</i>	17	20	191 ± 167	620	1.741	1.285 ± 0.35
<i>Nieuw- Neuzenpolder</i>	23	40	361 ± 504	1 430	2.417	1.726 ± 0.37
<i>Vlissingen</i>	23	10	64 ± 45	140	1.979	1.096 ± 0.46
<i>Waarde Steekbuis</i>	14	0	1 039 ± 654	2 089	1.434	1.121 ± 0.32
<i>Waarde Van Veen</i>	21	70	1 050 ± 799	2 170	1.351	1.251 ± 0.36
Westerschelde	86	0	1.196 ± 3322	22 724	2.126	1.422 ± 0.417

3.2.1.4 Dominante soorten per watersysteem

Tabel 6 geeft de dominante soorten of taxa, gebaseerd op voorkomen (%), en Tabel 7, gebaseerd op gemiddeld aangetroffen dichtheid [ind.·m⁻²], in de Oosterschelde en Westerschelde weer. De oligochaeten hebben gemiddeld de hoogste dichtheden (OS=5 784 ±11 214, WS=210 ±4045 ind.·m⁻²) en wordt zeer frequent geobserveerd in monsters afkomstig uit zowel de Oosterschelde (85.4%) als de Westerschelde (87.5%). In de Oosterschelde worden wel veel hogere dichtheden van oligochaeten bereikt, waarbij op sommige monsterlocaties dichtheden tot 108 031 individuen/m⁻² werden geobserveerd. De locaties waar de hoogste dichtheden van *Oligochaeta* worden geobserveerd zijn Flauwers inlaag, Plompe Toren, Burghsluis en de Schelphoek.

Verder worden in de Oosterschelde de kokerworm *Streblospio* (93.8%), de borstelwormen *Nephtys hombergii* (83.3%) en *Notomastus latericeus* (83.3%), wormen uit de familie *Cirratulidae* (87.5%) en de tweekleppige *Abra alba* (79.2%) het vaakst geobserveerd. Deze soorten behalen ook relatief hoge dichtheden, echter is de spreiding tussen geobserveerde dichtheden voor al deze soorten ook vrij hoog. In de Westerschelde worden verder de borstelworm *Heteromastus filiformis* (53.5%), wormen uit de familie *Cirratulida* (57.2%) en de tweekleppig *Limecola balthica* (37.4%) het vaakst geobserveerd. Tevens worden voor deze soorten ook relatief, voor de Westerschelde, hoge dichtheden bereikt. Echter zijn deze dichtheden voor sommige soorten, zoals de *Oligochaeta*, een stuk lager dan in de Oosterschelde.

Soorten die in de Oosterschelde zeer frequent worden geobserveerd maar die in de Westerschelde op veel plekken afwezig zijn, zijn de tweekleppige *Abra alba* en de borstelwormen *Mediomastus fragilis*, *Notomastus latericeus* en *Pseudopolydora paucibranchiata*. Andersom wordt in de Westerschelde de borstelworm *Heteromastus filiformis* juist veel vaker waargenomen dan in de Oosterschelde.

Verder zijn er zijn er soorten die in veel monsters worden geobserveerd, maar verder geen hoge dichtheden bereiken. De borstelworm *Glycera tridactyla* wordt in 70.8% van de monsters in de Oosterschelde geobserveerd en in 24.3% van de monsters in de Westerschelde, en behoort hierdoor voor beide gebieden tot een van de tien meest voorkomende soorten. Echter worden voor deze soort gemiddeld relatief lage dichtheden geobserveerd (OS=41±38, WS=8±18 ind.·m⁻²). Andersom komt in de Oosterschelde, het vlokreeftje *Aora gracilis*, relatief minder vaak voor (25%), desondanks bereikt deze soort hier wel hele hoge gemiddelde dichtheden (140±403 ind.·m⁻²). In de monsters uit de Westerschelde is dit het geval met de tweekleppige *Ruditapes* (9.5%), en de kokerworm *Lanice choincilega* (4.1%) welk allebei weinig worden geobserveerd maar wel alsnog tot de soorten met de hoogste gemiddelde dichtheden in de Westerschelde behoren en dus op de plekken waar ze wel voorkomen, zeer hoge dichtheden bereiken.

Tabel 6. Overzicht van top 10 meest voorkomende taxa in de Westerschelde en de Oosterschelde, weergegeven in percentage van monsters waarin de taxa voorkwam. Taxa staan geordend op alfabetische volgorde. Donkere vakken geven weer of de taxa bij de top 10 voor de OS of de WS behoort.

Latijnse naam	Nederlandse naam	Oosterschelde			Westerschelde		
		Voorkomen [%]	Gemiddeld [ind.·m ⁻²]	max [ind.·m ⁻²]	Voorkomen [%]	Gemiddeld [ind.·m ⁻²]	max [ind.·m ⁻²]
<i>Abra alba</i>	<i>witte dunschaal</i>	79.20%	140 ± 3318	17.29	5.40%	1 ± 2	30
<i>Actiniaria</i>	<i>zee-anemonen</i>	66.70%	163 ± 201	1820	25.70%	1 ± 30	250
<i>Cirratulidae</i>		87.50%	114 ± 2513	12320	52.70%	472 ± 1928	12350
<i>Glycera tridactyla</i>		70.80%	41 ± 38	320	24.30%	8 ± 18	140
<i>Heteromastus filiformis</i>	<i>draadworm</i>	33.30%	44 ± 182	1330	51.40%	200 ± 602	4438
<i>Limecola balthica</i>	<i>nonnetje</i>	8.30%	40 ± 9	120	31.10%	19 ± 38	380
<i>Mediomastus fragilis</i>		64.60%	653 ± 919	4.876	0%	0	0
<i>Nephtys cirrosa</i>		6.20%	97 ± 142	260	45.90%	1 ± 12	80
<i>Nephtys hombergii</i>	<i>zandzager</i>	83.30%	11 ± 140	580	31.10%	1 ± 14	110
<i>Notomastus latericeus</i>		83.30%	239 ± 332	1640	8.10%	2 ± 13	130
<i>Oligochaeta</i>		85.40%	5784 ± 11216	108.031	43.20%	210 ± 4045	4.045
<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i>		64.60%	674 ± 1819	11.128	0%	0	0
<i>Scoloplos armiger</i>	<i>wapenworm</i>	47.90%	39 ± 47	390	31.10%	17 ± 35	240
<i>Streblospio benedicti</i>		93.80%	825 ± 1673	11.021	28.40%	230 ± 614	4.92

Tabel 7. Overzicht van de top 10 taxa met hoogste dichtheden in de Westerschelde en de Oosterschelde gebaseerd op de gemiddelde en maximum dichtheden. Taxa staan geordend op alfabetische volgorde. Donkere vakken geven weer of de taxa bij de top 10 voor de OS of de WS behoort. Alleen de monsters die genomen zijn met een Van veen zijn inbegrepen.

Latijnse naam	Nederlandse naam	Oosterschelde			Westerschelde		
		Voorkomen [%]	Gemiddeld	max [# / m ²]	Voorkomen [%]	Gemiddeld	max
			[# / m ²]			[# / m ²]	
<i>Abra alba</i>	witte dunschaal	79.20%	140 ± 3318	17.29	5.40%	1 ± 2	30
<i>Actinaria</i>	zee-anemonen	66.70%	163 ± 201	1820	25.70%	1 ± 30	250
<i>Aora gracilis</i>		25.00%	140 ± 403	4240	0%	0	0
<i>Cirratulidae</i>		87.50%	114 ± 2513	12320	52.70%	472 ± 1928	12.35
<i>Heteromastus filiformis</i>	draadworm	33.30%	44 ± 182	1330	51.40%	200 ± 602	4438
<i>Lanice chonchilega</i>	schelpkokerworm	31.20%	31 ± 107	740	4.10%	14 ± 17	470
<i>Limecola balthica</i>	nonnetje	8.30%	3 ± 14	120	31.10%	19 ± 38	380
<i>Mediomastus fragilis</i>		64.60%	653 ± 919	4.876	0%	0	0
<i>Nephtys cirrosa</i>		6.20%	6 ± 20	260	45.90%	11 ± 12	80
<i>Notomastus latericeus</i>		83.30%	239 ± 230	1640	8.10%	2 ± 13	130
<i>Oligochaeta</i>		85.40%	5784 ± 17556	108.031	43.20%	210 ± 649	4.045
<i>Ophiotrix fragilis</i>		52.10%	160 ± 165	1360	1.40%	0.1 ± 1	10
<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i>		64.60%	674 ± 1819	11.128	1.40%	0.2 ± 2	20
<i>Ruditapes</i> spp.		25.00%	33 ± 133	1000	9.50%	22 ± 98	930
<i>Scoloplos armiger</i>	wapenworm	47.90%	39 ± 47	390	31.10%	17 ± 35	240
<i>Streblospio benedicti</i>		93.80%	825 ± 1673	11.021	28.40%	230 ± 1173	4.92

3.2.1.5 Dominante soorten per locatie

Tabel 8 en Tabel 9 geven per locatie de 5 meest voorkomende soorten (gebaseerd op dichtheden in ind. $\cdot$ m⁻²) weer en de dichtheden die deze soorten bereikten op andere locaties in resp. de Ooster- en Westerschelde. Wanneer een soort voor de betreffende locatie bij de 5 meest voorkomende soorten behoort, is dit aangegeven met grijs.

In de Oosterschelde behoren volgende soorten of taxa bij veel locaties tot een van de vijf meest dominante soorten: *Abra alba*, *Oligochaeta*, *Streblospio*, *Pseudopolydora* spp., *Mediomastus fragilis* en soorten van de familie *Cirratulidae*. De kokerworm *Streblospio benedicti* bereikt op vrijwel iedere locatie, Wemeldinge Oost uitgezonderd, gemiddelde dichtheden van boven de 100 ind. $\cdot$ m⁻² en behoort bij veel locaties ook tot de meest voorkomende soort. Zoals eerder beschreven zijn in Flauwers Inlaag *Oligochaeta* zeer dominant, hier wordt een gemiddelde soorten dichtheid van (26552 $\pm$ 17556 ind. $\cdot$ m⁻²) geobserveerd, terwijl de totale gemiddelde soorten dichtheid van deze locatie 35378 $\pm$ 41379 betreft. Dit kan de lage Shannon-Wiener diversiteit verklaren op deze locatie, weergegeven in Tabel 4. Verder lijkt *Abra alba* vooral bij de Plompe toren en in de Schelphoek dominant te zijn. Een groot deel van de in Zierikzee geobserveerde soorten behoren tot de genus *Pseudopolydora*, deze borstelwormen worden ook in andere gebieden in relatief hogere dichtheden gevonden. Tot slot, komen alleen in de Schelphoek de vlokreeften *Aora gracilis* (1060 $\pm$ 1836 ind. $\cdot$ m⁻²) en *Monocorophium acherusicum* (434 $\pm$ 943 ind. $\cdot$ m⁻²) in grote dichtheden voor.

In de Westerschelde behoren *Cirratulidae*, *Oligochaeta*, *Heteromastus filiformis* en *Streblospio benedicti* bij veel locaties tot een van de vijf meest dominante soorten/taxa. *Heteromastus filiformis* is op elke locatie behalve Vlissingen geobserveerd en is vooral in de Molenpolder (100 $\pm$ 122 ind. $\cdot$ m⁻²) en de Eendrachtspolder (135 $\pm$ 374 ind. $\cdot$ m⁻²) een zeer dominante soort. *Streblospio benedicti* is dominant in de locaties Ellewoutsdijk (961 $\pm$ 1825 ind. $\cdot$ m⁻²) en Hoedekenskerke (514 $\pm$ 555 ind. $\cdot$ m⁻²). *Oligochaeta* is op elke locatie aangetroffen maar bereikt de hoogste dichtheden in de Margaretha polder (922 $\pm$ 1626 n/m²), Hoedekenskerke (564 $\pm$ 866 ind. $\cdot$ m⁻²) en Breskens (350 $\pm$ 1050 ind. $\cdot$ m⁻²). De meest dominante soort op deze laatste twee locaties is echter wormen uit de familie *Cirratulidae*, welk voor Hoedekenskerke (678 $\pm$ 2530 ind. $\cdot$ m⁻²), de Margarethapolder (4342 $\pm$ 5967 ind. $\cdot$ m⁻²) en Waarde (646 $\pm$ 750 ind. $\cdot$ m⁻²) de meest voorkomende soort is qua dichtheid.

Tabel 8. Oosterschelde. Gemiddelde dichtheid (ind.·m⁻²), per locatie, van de meest dominante soorten. De vijf meest dominante soorten op iedere locatie zijn met grijs aangegeven.

Oosterschelde														
	Burgsluis n= 8	Flauwers inl. n=6			Oost-Beveland polder n= 5			Plompe toren n=5			Schelphoek n=5			Wemeldinge Oost n=5
	μ+sd	max	μ+sd	max	μ+sd	max	μ+sd	max	μ+sd	max	μ+sd	max	μ+sd	
<i>Abra alba</i>	418 ±1149	3260	1280 ±1063	2450	280 ±181	550	4862 ±5550	11170	5324± 7489	17290	2 ±4	10	406 ±452	1190
<i>Actinaria</i>	105 ±157	460	57 ±63	160	586 ±708	1820	162 ±153	330	168 ±359	810	0 ±0	0	42 ±48	110
<i>Aora gracilis</i>	5 ±11	30	140 ±256	640	10 ±22	50	2 ±4	10	1080± 1836	4240	0 ±0	0	82 ±172	390
<i>Apherusa</i>	0 ±0	0	0 ±0	0	28 ±57	130	242 ±536	1200	8 ±18	40	76 ±164	370	304 ±542	1250
<i>Cirratulidae</i>	3578 ±4881	12320	249 ±336	886	844 ±413	1070	74 ±114	270	120 ±147	330	96 ±90	190	884 ±869	2270
<i>Ensis</i>	22 ±18	50	40 ±65	150	2 ±4	10	192 ±340	800	28 ±33	80	0 ±0	0	0 ±0	0
<i>Mediomastus fragilis</i>	72 ±105	270	1431 ±1557	3416	992 ±643	2050	1377 ±2125	4876	362 ±491	910	8 ±18	40	380 ±391	930
<i>Monacropodium acherusicum</i>	2 ±7	20	20 ±33	80	0 ±0	0	6 ±13	30	434 ±943	2120	0 ±0	0	4 ±5	10
<i>Nephtys hombergii</i>	154 178±	580	53 ±50	120	12 ±8	20	152 ±136	340	90 ±90	210	190 ±172	370	294 ±240	540
<i>Notomastus latericeus</i>	76 ±122	370	22 ±39	100	222 ±174	500	114 ±141	300	98 ±97	230	268 ±242	560	852 ±643	1640
<i>Oligochaeta</i>	3974 ±3315	11300	26522 ±40869	108031	1368 ±1218	3460	6517 ±5491	12084	7475± 13832	31993	0 ±0	0	182 ±273	680
<i>Ophiotrix fragilis</i>	208 ±468	1360	115 ±171	340	540 ±183	710	88 ±101	240	2 ±4	10	0 ±0	0	434 ±274	910
<i>Pseudopolydora</i>	0 ±0	0	3 ±8	20	0 ±0	0	0±0 ±13869	0	466 ±1042	2330	6 ±13	30	2 ±4	10
<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i>	24 ±30	90	2898 ±4744	11128	46 ±44	100	176 ±159	330	408 ±617	1420	0 ±0	0	1164± 1050	2550
<i>Pseudopolydora pulchra</i>	2 ±5	10	0 ±0	0	12 ±27	60	14 ±17	40	12 ±13	30	0 ±0	0	58 ±81	200
<i>Scoloplos armiger</i>	6 ±12	30	12 ±15	30	30 ±51	120	40 ±41	90	2 ±4	10	114 ±73	170	158 ±179	390
<i>Streblospio benedicti</i>	850 ±764	1980	991 ±1431	3317	186 ±185	430	122±158	390	430 ±462	1140	92 ±146	350	872 ±472	1480
Alle Soorten	10217 ±5341	20630	35378 ±41379	115907	7362 ±1845	9940	15704 ±13869	31140	18677 ±26766	64258	1088±448	1800	9302 ±5172	14180
													13817 ±10527	31688
													25 ±24	590
													364 ±271	800
													12 ±0	60
													50 ±112	250
													2941 ±3322	8655
													0 ±0	0
													1318 ±527	1710
													4 ±0	10
													548 ±286	880
													1634 ±2549	5992
													434 ±274	910
													2 ±0	10
													145 ±290	580
													175 ±168	474
													6 ±9	20
													10 ±14	30
													±14	0
													1025 ±712	1950
													3433 ±1866	5950

Tabel 9. Westerschelde. Gemiddelde dichtheid (ind.·m⁻²), per locatie, van de meest dominante soorten. De vijf meest dominante soorten op iedere locatie zijn met grijs aangegeven.

Westerschelde Van Veen																											
	Breskens n=12			Ellewoutsdijk n=7			Eendrachtspol. polder n=8			Hoedenskerke n=5			Marg. Polder n=6			Molendpol. Oost n=12			Nieuw. Neuz. Oost n=7			Vlissingen West n=12			Waarde n = 5		
	μ+sd	max		μ+sd	max		μ+sd	max		μ+sd	max		μ+sd	max		μ+sd	max		μ+sd	max		μ+sd	max		μ+sd	max	
zee-anemonen	8	40		0	0		25	110		8	30		50	250		1	10		24	140		2	10		2	10	
	±13			±0			±39			±13			±100			±3			±52			±4			±4		
	0	0		1	10		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		7	80		0	0	
Cirratulidae	50	310		129	350		20	90		678	2530		4342	12350		0	0		80	420		0	0		646	1760	
	±91			±133			±35			±1048			±5967			±0			±154			±0			±750		
	0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		13	40		0	0		0	0		0	0	
Haustorius arenarius	0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0	
	±0			±0			±0			±0			±0			±13			±0			±0			±0		
	2	10		61	330		135	1060		352	730		1475	4438		100	430		84	380		0	0		172	420	
Heteromastus filiformis	±4			±121			±374			±267			±1807			±122			±138			±0			±161		
	0	0		0	0		59	470		0	0		97	290		0	0		0	0		0	0		0	0	
	±0			±0			±166			±0			±150			±0			±0			±0			±0		
Lanice conchilega	0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0	
	±0			±0			±0			±0			±0			±0			±0			±0			±0		
	6	30		30	90		0	0		74	170		13	40		1	10		3	20		0	0		124	280	
Limicola balthica	±10			±37			±0			±67			±15			±3			±8			±0			±111		
	2	30		0	0		26	80		0	0		3	10		15	40		7	20		27	70		0	0	
	±9			±0			±25			±0			±5			±13			±8			±21			±0		
Nephtys cirrosa	18	70		11	60		0	0		44	110		22	50		1	10		6	30		0	0		22	60	
	±21			±23			±0			±47			±17			±3			±11			±0			±25		
	350	3670		307	1030		60	440		564	2090		922	4045		2	20		34	210		2	20		8	30	
Oligochaeta	±1050			±379			±154			±866			±1626			±6			±78			±6			±13		
	0	0		0	0		5	40		0	0		0	0		19	130		0	0		2	10		0	0	
	±69			±0			±14			±0			±0			±37			±0			±4			±0		
Paraonis fulgens	23	240		0	0		0	0		0	0		17	70		0	0		0	0		0	0		0	0	
	±69			±0			±0			±0			±29			±0			±0			±0			±0		
	Polydora cornuta	0	0		0	0		4	20		0	0		260	930		0	0		1	10		0	0		2	10
±0				±0			±7			±0			±363			±0			±4			±0			±4		
2		20		9	60		21	150		14	60		67	210		15	60		41	240		1	10		6	30	
Scoloplos armiger	±6			±23			±52			±26			±82			±20			±88			±3			±13		
	347	2420		961	4920		1	10		514	1220		566	1430		0	0		0	0		0	0		28	50	
	±785			±1825			±4			±555			±652			±0			±0			±0			±19		
Streblosipio benedicti	0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		13	70		0	0	
	±0			±0			±0			±0			±0			±0			±0			±23			±0		
	862	6370		1590	7020		448	2760		2294	6570		8257	22724		191	620		361	1430		64	140		1050	2170	
Urothoe brevicornis	±1854			±2488			±936			±2555			±10689			±167			±504			±45			±799		

3.2.1.6 Vergelijking met MWTL

Tijdens de vooroeverbemonstering zijn drie verschillende ecotopen bemonsterd (hoogdynamisch sublitoraal, laagdynamisch sublitoraal en litoraal). Tabel 10 geeft een overzicht hoe vaak deze ecotopen per watersysteem zijn bemonsterd. Op sommige locaties is er op meerdere ecotopen bemonsterd. Verder is er alleen in de Westerschelde in het litoraal bemonsterd. De gemiddelde dichtheden voor de tien meest voorkomende soorten of taxa die per ecotoop tijdens de MWTL bemonstering (2012-2017) en de vooroeverbemonstering in zowel de Oosterschelde als Westerschelde zijn aangetroffen, zijn weergegeven in Tabel 11-Tabel 13.

Tabel 10 Aantal bemonsterde punten per ecotoop tijdens de vooroevermonitoring en MWTL-bemonstering.

	Vooroever Bemonstering		MWTL Bemonstering	
	OS	WS	OS	WS
<i>Hoogdynamisch sublitoraal</i>	17	71	113	213
<i>Laagdynamisch sublitoraal</i>	31	3	126	143
<i>Litoraal</i>	0	25	-	830

Tabel 11 geeft een overzicht van de dichtheden van de meest voorkomende soorten, geobserveerd in monsters afkomstig uit de sublitoraal hoogdynamische gebieden. Opvallend is hierbij dat de gemiddelde dichtheden hoger zijn tijdens de vooroeverbemonstering (OS: 19689 ± 28472 , WS: 1224 ± 3766 ind. $\cdot m^{-2}$), dan tijdens de MWTL bemonstering (OS: 2475 ± 4107 , WS: 410 ± 791 ind. $\cdot m^{-2}$). Wel is er een grote spreiding aanwezig binnen de dichtheid per monster. Deze spreiding is groter tijdens de vooroeververdediging. Individueel, zijn deze grotere geobserveerde dichtheden per soort ook te zien, waarbij soorten die tijdens beide bemonsteringen relatief veel voorkwamen (ten opzichte van het totaal gemeten dichtheid), tijdens de vooroeververdediging een veelvoudig hoger gemiddelde dichtheid bevatten. Een duidelijk voorbeeld is de familie *Cirratulidae*, die in het sublitoraal hoogdynamische monsters tijdens beide bemonsteringen tot de tien meest geobserveerde taxa behoren, zowel in de Oosterschelde als de Westerschelde, maar toch een groot verschil in dichtheden laat zien. Andere soorten die veel tijdens beide bemonsteringen voorkomen in het hoogdynamische sublitoraal zijn: *Oligochaete*, die in beide watersystemen veel voorkomen; *Actiniaria*, een orde van zeeanemonen; *Abra alba*, alleen in de Oosterschelde; *Heteromastus filiformis*, alleen in de Westerschelde. De vlokreeft *Aora gracilis* wordt alleen tijdens de Oosterschelde vooroever bemonstering in grote dichtheden geobserveerd en niet tijdens de MWTL bemonstering. Deze soort kwam alleen hier alleen in de Schelphoek in grote dichtheden voorkwam, zie Tabel 8. Ook de borstelwormen *Mediomastus fragilis* en *Pseudopolydora paucibranchiata* worden alleen tijdens de Oosterschelde vooroever bemonstering veel geobserveerd, deze soorten zijn hier echter wel op een groot deel van de locaties vaak aangetroffen.

Tabel 12 geeft een overzicht van de meest voorkomende soorten geobserveerd in monsters afkomstig uit de sublitoraal laagdynamisch beschrijving. De totale gemiddelde hoeveelheid soorten is op de stortlocaties in de Westerschelde (3340 ± 3219 ind. $\cdot m^{-2}$) vergelijkbaar met MWTL (3493 ± 5703 ind. $\cdot m^{-2}$). In de Oosterschelde is er echter tijdens de vooroeverbemonstering (9779 ± 10802 ind. $\cdot m^{-2}$) een veel hogere totaal gemiddelde dichtheid geobserveerd dan tijdens MWTL (3044 ± 4033 ind. $\cdot m^{-2}$). *Streblospio benedicti* behoort bij beide metingen in beide watersystemen tot een van de meest voorkomende soorten, echter zijn de dichtheden gemeten tijdens de MWTL (OS: 81 ± 236 , WS: 52 ± 190 ind. $\cdot m^{-2}$), vele malen lager dan tijdens de VoV (OS: 1026 ± 2028 , WS: 2213 ± 2425 ind. $\cdot m^{-2}$).

Magaloni johnstoni wordt tijdens de MWTL-bemonstering zowel in hoogdynamisch als laagdynamisch sublitorale gebieden gemiddeld in grote hoeveelheden aangetroffen in de Oosterschelde. Echter is deze tijdens de vooroeverbemonstering in de Oosterschelde maar enkele keren aangetroffen. Verder komt *Streblospio benedicti* bij laagdynamische bemonsteringen relatief veel voor en bij hoogdynamische bemonsteringen alleen bij VoV metingen. Tot slot worden sommigen soorten zowel in laagdynamische als in hoogdynamische ecotopen vaak geobserveerd. Het gaat hierbij bijv. om borstelwormen uit de familie *Cirratulidae*, en de tweekleppige *Abra alba*. Oligochaeten behoren tot de meest geobserveerde soort tijdens beide metingen, in zowel hoogdynamische en laagdynamische systemen.

Tabel 11. Overzicht van dichtheden aangetroffen [ind.·m⁻²] van meest voorkomende soorten tijdens de MTWL (2012-2017) en vooroever bemonstering in locaties geclassificeerd als sublitoraal hoogdynamisch.

Ecotoop : Sublitoraal Hoogdynamisch

	MWTL OS n= 113		Oosterschelde n=17		MWTL WS n= 213		Westerschelde n=71	
	μ + sd	max	μ +sd	max	μ + sd	max	μ + sd	max
<i>Abra alba</i>	146 ±566	4650	1633 ±4095	17290	2 ±31	446	1 ±4	30
<i>Actiniaria</i>	32 ±110	764	358 ±450	1820	13 ±110	1338	12 ±37	250
<i>Aora gracilis</i>	5 ±27	260	316 ±1026	4240	0 ±0	0	0 ±0	0
<i>Bathyporeia pilosa</i>	0 ±3	26	0 ±0	0	37 ±156	1538	2 ±7	30
<i>Bathyporeia sarsi</i>	0 ±0	0	0 ±0	0	12 ±57	532	0 ±0	0
<i>Cirratulidae</i>	210±1409	14269	883 ±806	2900	12 ±136	1975	481±2022	12350
<i>Gastrosaccus spinifer</i>	11 ±45	273	0 ±0	0	15 ±66	808	1 ±4	20
<i>Heteromastus filiformis</i>	11 ±86	897	0 ±0	0	80 ±229	2166	203 ±646	4438
<i>Lanice conchilega</i>	207 ±642	3885	82 ±189	740	1 ±13	191	15 ±73	470
<i>Limecola balthica</i>	4 ±31	325	1 ±2	10	19 ±67	808	17 ±47	280
<i>Magelona johnstoni</i>	97 ±476	4385	2 ±5	20	1 ±8	90	0 ±1	10
<i>Mediomastus fragilis</i>	24 ±106	892	1010 ±841	3416	1 ±8	103	0 ±0	0
<i>Mesopodopsis slabberi</i>	0 ±38	38	0 ±0	0	12 ±30	244	0 ±2	10
<i>Nephtys cirrosa</i>	31 ±36	167	2 ±5	20	12 ±27	208	11 ±17	80
<i>Notomastus latericeus</i>	59 ±205	1455	447 ±491	1640	2 ±23	333	2 ±16	130
<i>Oligochaeta</i>	76 ±333	3364	10647 ±26572	108031	9 ±54	573	196 ±699	4045
<i>Ophiothrix fragilis</i>	9 ±55	506	269 ±244	710	0 ±0	0	0 ±1	10
<i>Protocirrineris</i>	122±1165	12333	0 ±0	0	0 ±0	0	0 ±0	0
<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i>	0 ±1	13	227 ±491	1800	0 ±0	0	0 ±0	0
<i>Ruditapes</i>	0 ±0	0	13 ±29	90	0 ±0	0	23 ±121	930
<i>Scoloplos armiger</i>	218 ±398	3439	42 ±78	310	16 ±55	462	17 ±44	240
<i>Spiophanes bombyx</i>	130 ±234	1338	54 ±171	710	2 ±13	128	0 ±1	10
<i>Streblospio benedicti</i>	14 ±63	519	458 ±657	2410	2 ±18	191	146 ±436	2420
<i>Tellinoidea</i>	54 ±266	2038	0 ±0	0	2 ±22	318	0 ±0	0
Alle Soorten	2475 ±4107	22739	19689 ±28472	115907	410 ±791	8408	1224 ±3766	22724

Tabel 12. Overzicht van dichtheden aangetroffen [ind.·m⁻²] van meest voorkomende soorten tijdens de MTWL (2012-2017) en vooroever bemonstering in locaties geclassificeerd als sublitoraal laagdynamisch.

Ecotoop : Sublitoraal Laagdynamisch

	MWTL OS n= 126		Oosterschelde n=31		MWTL WS n= 143		Westerschelde n=3	
	μ + sd	max	μ +sd	max	μ + sd	max	μ + sd	max
<i>Abra alba</i>	140 ±455	3885	1274 ±3014	11170	8 ±47	526	7 ±6	10
<i>Cirratulidae</i>	345±1461	13320	1293 ±3128	12320	732±1431	7896	250 ±105	350
<i>Corophiidae</i>	48 ±319	3057	5 ±14	60	38 ±317	3282	0 ±0	0
<i>Corophium volutator</i>	0 ±0	0	3 ±13	70	5 ±35	295	13 ±15	30
<i>Crepidula fornicata</i>	76 ±301	2205	23 ±103	570	0 ±1	13	0 ±0	0
<i>Heteromastus filiformis</i>	5 ±23	179	68 ±237	1330	775±1105	5846	137 ±170	330
<i>Lanice conchilega</i>	226 ±791	5796	4 ±10	40	2 ±12	127	0 ±0	0
<i>Limecola balthica</i>	4 ±24	255	5 ±22	120	929±3414	38727	47 ±45	90
<i>Magelona johnstoni</i>	144 ±651	6231	0 ±2	10	0 ±2	13	0 ±0	0
<i>Mediomastus fragilis</i>	21 ±91	692	457 ±1099	4876	1 ±6	52	0 ±0	0
<i>Monocorophium acherusicum</i>	33 ±201	1818	5 ±13	50	160 ±1913	22872	0 ±0	0
<i>Mulinia lateralis</i>	0 ±0	0	34 ±105	550	0 ±0	0	47 ±81	140
<i>Mya arenaria</i>	0 ±2	13	0 ±2	10	90 ±548	5870	0 ±0	0
<i>Nephtys hombergii</i>	48 ±64	321	144 ±157	580	3 ±11	103	27 ±31	60
<i>Notomastus latericeus</i>	57 ±208	1909	125 ±158	560	0 ±2	26	0 ±0	0
<i>Oligochaeta</i>	237 ±574	4103	3117 ±4769	18656	308 ±963	7273	540 ±471	1030
<i>Ophiothrix fragilis</i>	6 ±42	436	100 ±290	1360	0 ±0	0	0 ±0	0
<i>Polydora cornuta</i>	9 ±28	205	8 ±18	70	53 ±328	3667	0 ±0	0
<i>Protocirrineris</i>	175±1219	12859	0 ±0	0	0 ±0	0	0 ±0	0
<i>Pseudopolydora</i>	11 ±49	423	95 ±428	2330	0 ±1	13	0 ±0	0
<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i>	1 ±7	51	918 ±2298	11128	0 ±0	0	0 ±0	0
<i>Scoloplos armiger</i>	250 ±473	3758	38 ±82	390	38 ±126	1146	20 ±35	60
<i>Spiophanes bombyx</i>	126 ±273	2051	15 ±33	140	7 ±29	182	0 ±0	0
<i>Streblospio benedicti</i>	81 ±236	1740	1026 ±2028	11021	52 ±190	1662	2213 ±2425	4920
Alle Soorten	3044 ±4033	21286	9779 ±10802	35208	3493 ±5703	40649	3340 ±3219	7020

Tijdens de litorale bemonstering voor dit project komen een groot deel van de meest voorkomende soorten met de MWTL-data van 2012-2017 overeen. Echter worden er tijdens de vooroeverbemonstering lagere dichtheden van deze soorten aangetroffen, en ook de gemiddelde dichtheid van alle soorten is een stuk lager tijdens de vooroeverbemonstering ($860 \pm 1462 \text{ ind.}\cdot\text{m}^{-2}$) dan tijdens de MWTL bemonstering ($9752 \pm 12731 \text{ ind.}\cdot\text{m}^{-2}$).

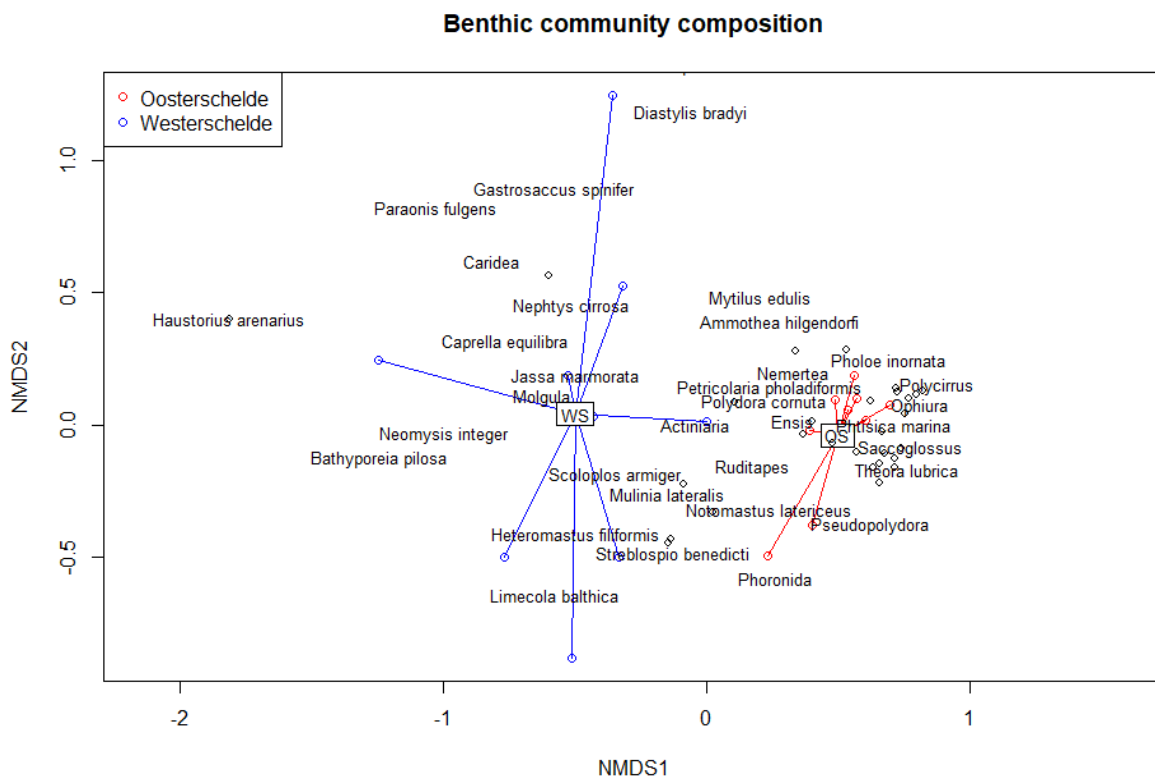
Tabel 13 Overzicht van dichtheden [$\text{ind.}\cdot\text{m}^{-2}$] van meest voorkomende soorten tijdens MTWL (2012-2017) en de vooroeverbemonstering op locaties geclassificeerd als litoraal.

Ecotoop : Litoraal				
	Dichtheid MWTL WS n=830		Dichtheid Westerschelde n=25	
	Gem + sd	max	Gem + sd	max
<i>Arenicola marina</i>	4 ±21	191	10 ±30	127
<i>Ascidacea</i>	0 ±0	0	8 ±38	190
<i>Bathyporeia pilosa</i>	455 ±1396	12611	3 ±13	63
<i>Cirratulidae</i>	408 ±1765	22675	84 ±145	443
<i>Corophium volutator</i>	1747 ±5635	91210	296 ±1366	6835
<i>Cyathura carinata</i>	274 ±649	7261	0 ±0	0
<i>Hediste diversicolor</i>	382 ±780	8280	0 ±0	0
<i>Heteromastus filiformis</i>	1300 ±2907	42484	304 ±429	1392
<i>Limecola balthica</i>	1035 ±2127	23312	94 ±114	380
<i>Oligochaeta</i>	367 ±2051	42484	20 ±40	127
<i>Peringia ulvae</i>	348 ±2061	55732	0 ±0	0
<i>Pygospio elegans</i>	1939 ±5803	58344	5 ±18	63
<i>Streblospio benedicti</i>	8 ±45	637	18 ±53	253
Alle Soorten	9752 ± 12731	129682	860 ±1462	7152

3.2.2 Multivariate analyses

3.2.2.1 Vergelijking Ooster- en Westerschelde

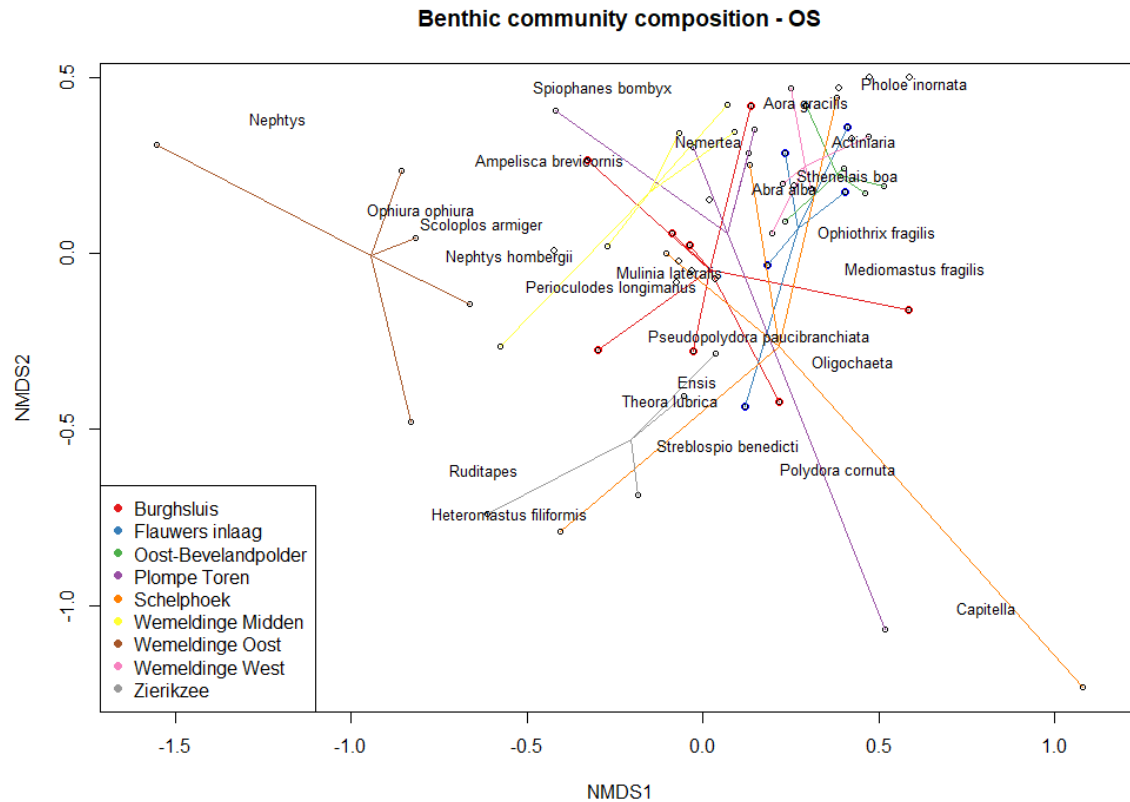
Een nMDS-ordinatie is uitgevoerd op de gemiddelde dichtheden per locatie ($n = 18$) van de 49 geselecteerde taxa. Figuur 10 geeft het nMDS-diagram weer met de relatieve posities van de bemonsterde locaties. De relatieve positie van locatiegemiddelden zijn weergegeven samen met de soortnaam voor de belangrijkste soorten, overige soorten zijn weergegeven met een zwarte stip. De grotere spreiding van de stippen geeft aan dat de locaties in de Westerschelde onderling meer verschillen in soortensamenstelling dan de locaties onderling in de Oosterschelde.



Figuur 10 nMDS plot waarbij rode cirkels de locaties in de Oosterschelde en blauwe cirkels deze in de Westerschelde representeren; taxa zijn of weergegeven als zwarte tekst of als cirkels zonder naam (stress 0.090).

3.2.2.2 Analyse per locatie per watersysteem

Een nMDS-ordinatie is uitgevoerd op aangetroffen dichtheden in alle individuele monsters voor de Oosterschelde om de verschillen in gemeenschap tussen bemonsterlocaties in kaart te brengen. Figuur 11 geeft het nMDS-diagram weer van deze analyse, met de relatieve posities van de genomen monsters, die door middel van een aparte kleur en een spider plot zijn gegroepeerd per locatie. In de figuur is te zien dat Wemeldinge Oost een heel afwijkende soortensamenstelling vertoont. In paragraaf 3.2.1 is al besproken dat Wemeldinge Oost een relatief lage soortenrijkdom en soortendichtheid vertoont. Verder is in Tabel 8 te zien dat de dominante soorten op deze locatie iets afwijken tot die van andere locatie. Zo is het de enige locatie waar oligochaeten niet zijn aangetroffen.

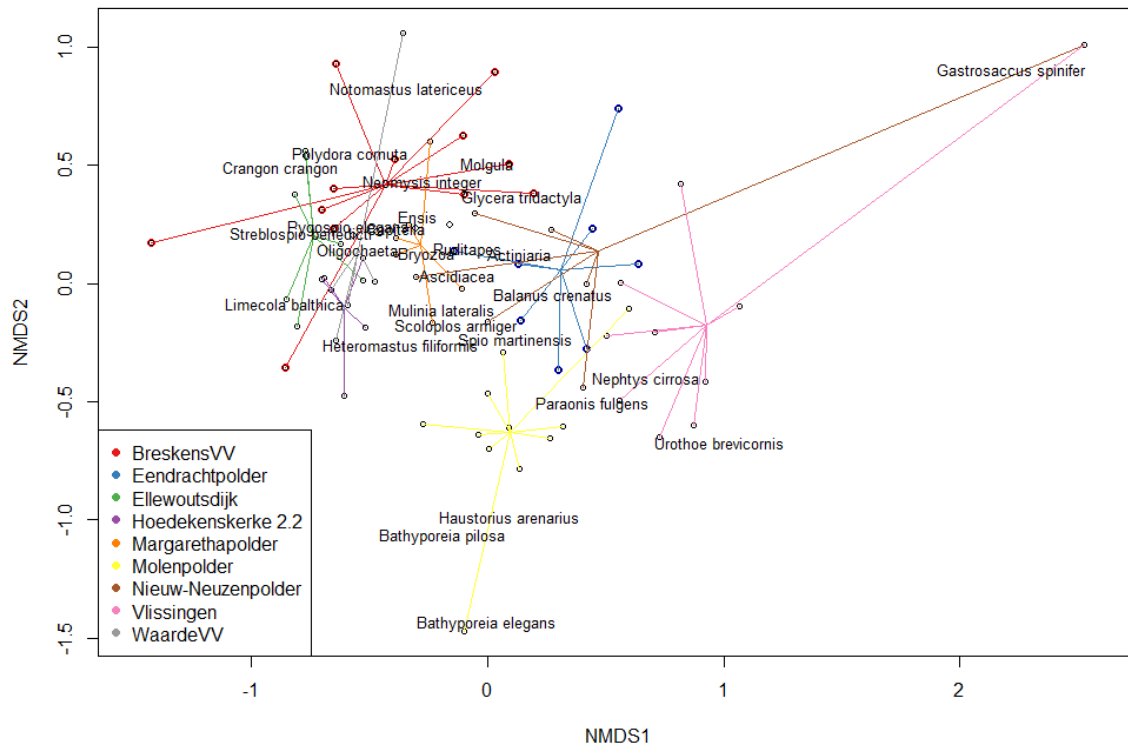


Figuur 11 nMDS plot waarbij cirkels de individuele monsters in de Oosterschelde representeren, en er gegroepeerd is op locaties die zijn aangegeven met verschillende kleuren (stress 0.186).

Eenzelfde analyse is uitgevoerd voor de Westerschelde, Figuur 12 geeft hier het resultaat van. De bemonsterde locaties liggen hierbij iets verder uit elkaar dan bij de Oosterschelde. Verder is te zien dat Vlissingen en Molenpolder een soortensamenstelling hebben die afwijkt van de overige locaties in de Westerschelde. In de Molenpolder zijn zeer weinig Oligochaeten aangetroffen, zie tabel Tabel 9, terwijl deze soort bij de meeste andere locaties zeer dominant is. Verder zijn de verschillende soorten van *Bathyporeia spp.* en *Haustorius arenarius* alleen op deze locatie aangetroffen. Dit zijn typisch soorten die in hoogdynamische gebieden voorkomen (Ysebaert et al. 2009).

Vlissingen lijkt deels afwijkend door het bulldozerkreeftje *Urothoe brevicornis*, deze soort is in Vlissingen de op één na meest voorkomende soort, aangetroffen in 4 locaties, en is op geen andere locatie waargenomen. Ook deze soort is typisch voor hoogdynamische gebieden (van Moorsel 2005).

Benthic community composition - WS

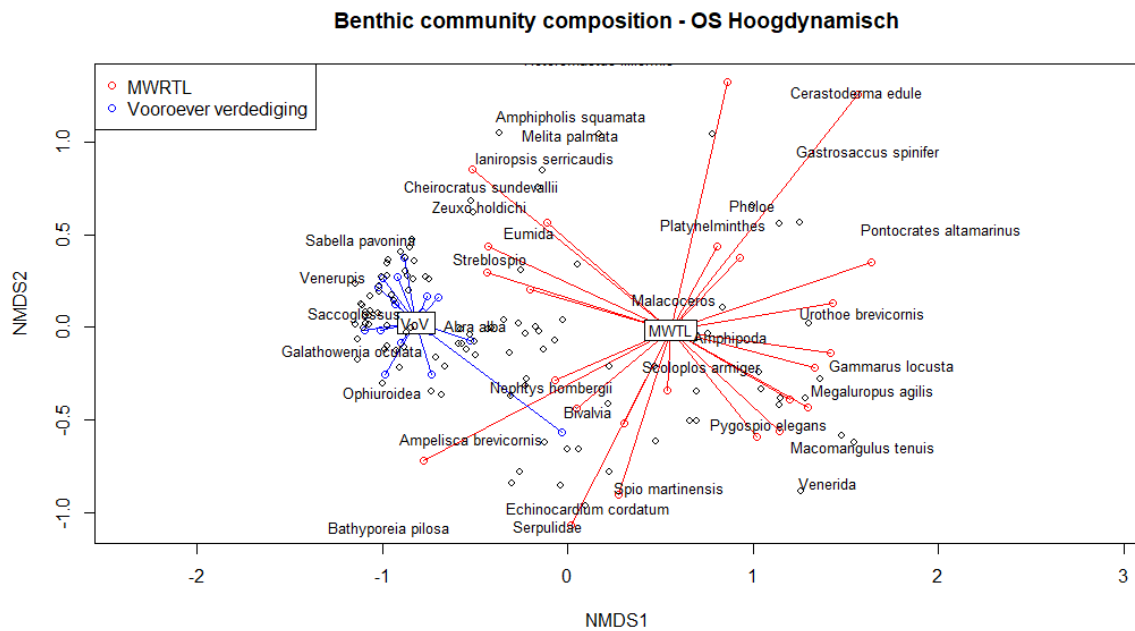


Figuur 12 nMDS plot waarbij cirkels de individuele monsters in de Westerschelde representeren, en er gegroepeerd is op locaties die zijn aangegeven met verschillende kleuren (stress 0.167).

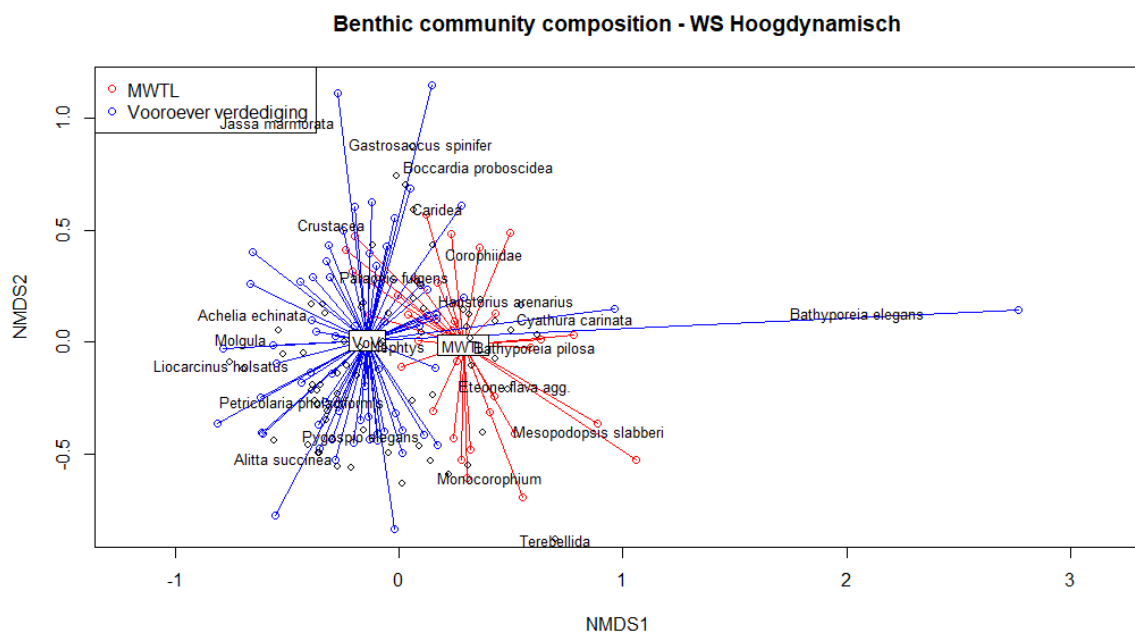
3.2.2.3 Vergelijking met MWTL

Een nMDS-plot met de relatieve posities van de verschillende monsters, opgenomen in gebieden die zijn geclassificeerd als hoogdynamisch sublitoraal is weergegeven in Figuur 13 voor de Oosterschelde en in Figuur 14 voor de Westerschelde. In de Oosterschelde laat de MWTL bemonstering een grotere spreiding zien in soortensamenstelling tussen de genomen monsters.

De fauna gevonden in de monsters genomen op de stortlocaties (vooroeververdediging) is globaal gezien niet gelijk aan deze in de MWTL-dataset.

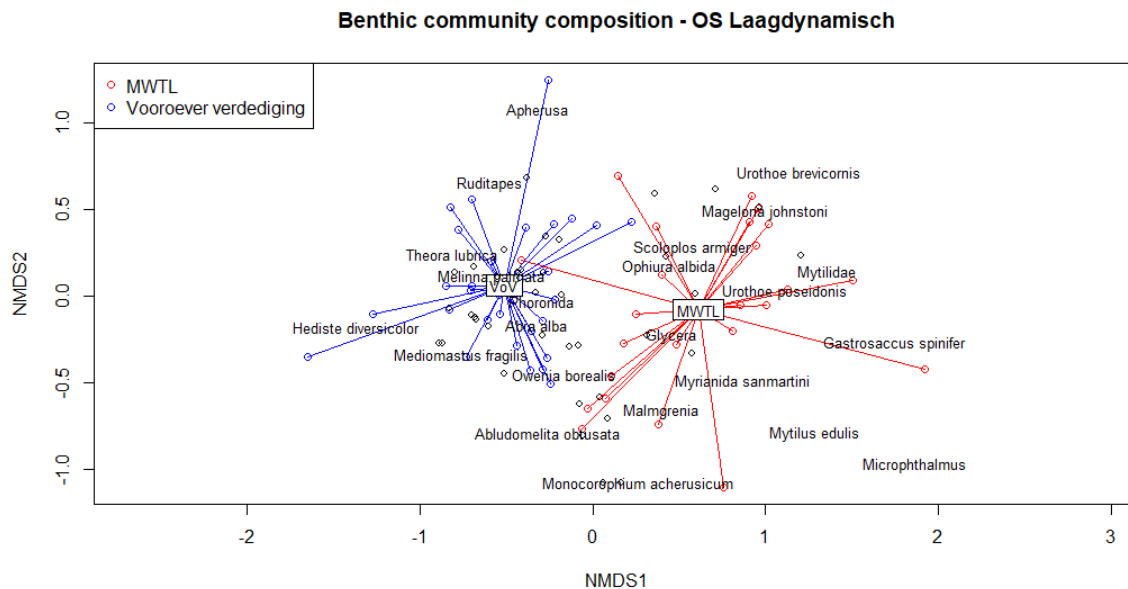


Figuur 13. OS- hoogdynamisch sublitoraal. nMDS plot over twee dimensies, waarbij rode cirkels dichtheden tijdens de MWTL bemonstering in 2017 (n=25) en blauwe cirkels dichtheden tijdens de vooroever bemonstering in 2019 (n=17) representeren, taxa is weergegeven als zwarte tekst en cirkels. (stress = 0.140)



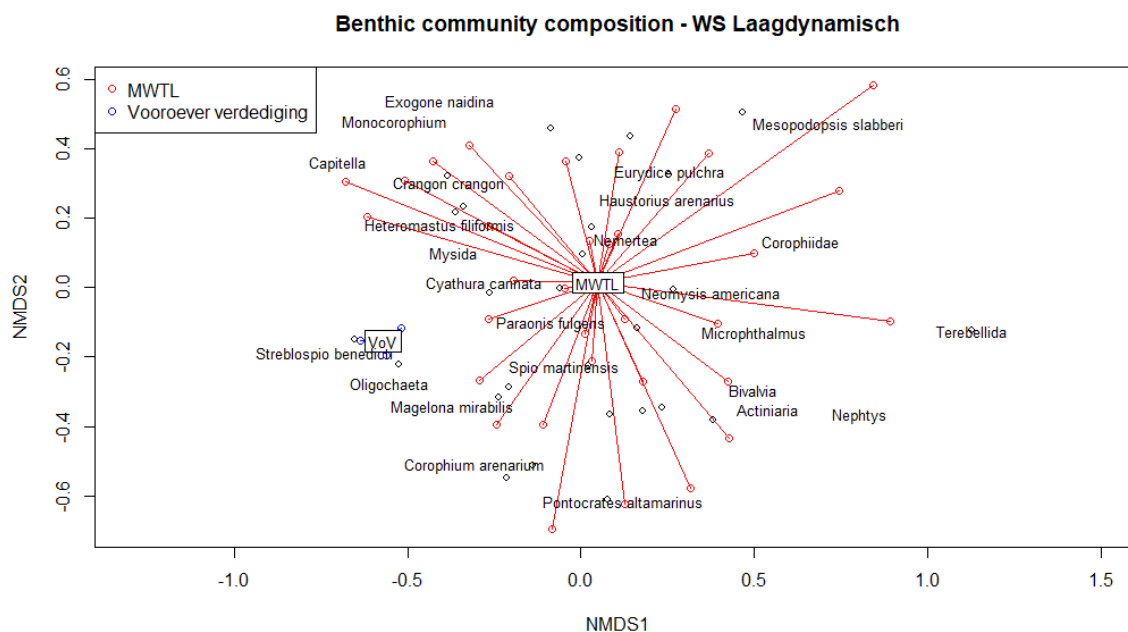
Figuur 14. nMDS plot over twee dimensies, waarbij rode cirkels dichtheden tijdens de MWTL bemonstering in 2017 (n=35) en blauwe cirkels dichtheden tijdens de vooroever bemonstering in 2019 (n=71) representeren, taxa is weergegeven als zwarte tekst en cirkels. (stress = 0.170)

Een nMDS-plot met de relatieve posities van de verschillende monsters, opgenomen in gebieden die zijn geclassificeerd als laagdynamisch sublitoraal is weergegeven in Figuur 15 voor de Oosterschelde en in Figuur 16 voor de Westerschelde. De nMDS plot voor de Oosterschelde is berekend op 63 soorten. Zoals in het hoogdynamische ecotoop zien we verschillen in soortensamenstelling tussen de stortvakken en MWTL.



Figuur 15. nMDS plot over twee dimensies, waarbij rode cirkels dichtheden tijdens de MWTL bemonstering in 2017 (n=25) en blauwe cirkels dichtheden tijdens de vooroever bemonstering in 2019 (n=31) representeren, taxa is weergegeven als zwarte tekst en cirkels (stress = 0.181).

De nMDS-plot voor de Westerschelde is berekend op 22 soorten en resulteerde in een stress waarde van 0.169. Hierbij is in de grafiek duidelijk de lage hoeveelheid genomen monsters in dit ecootop in de Westerschelde te zien, deze monsters liggen echter wel zeer dicht op elkaar in soorten samenstelling, in vergelijking met de MWTL monsters.



Figuur 16. nMDS plot over twee dimensies, waarbij rode cirkels dichtheden tijdens de MWTL bemonstering in 2017 (n=35) en blauwe cirkels dichtheden tijdens de vooroever bemonstering in 2019 (n=3) representeren, taxa is weergegeven als zwarte tekst en cirkels (stress = 0.169).

3.3 Epifauna-gemeenschappen (T0)

Tabel 15 geeft een overzicht van alle taxa waargenomen met de still-camera en/of bij de video-opnames.

3.3.1 Still-camera

Zierikzee Vak6: Alle transecten (raaien 1 t/m3) tonen dezelfde habitats, maar met variaties. Ze beginnen allemaal met een infralittorale zone met hardsubstraat, grotendeels begroeid met rood- en bruinwier en een beperkte fauna (wat Hydrozoa en Bryozoa, soms wat sponzen en oesters). Tussen rotsblokken en keien wordt slib aangetroffen. Naarmate het dieper wordt, zie je minder wieren en hardsubstraat. Deze zone wordt gevolgd door een afwisseling van slib met anemonen (raaien 1 & 2), gemengd sediment en slibrijk grind met anemonen, muiltjes, sponzen, zakpijpen en rood zeewier (raai 3) en (gecompacteerd) slib met slangsterren (raaien 2 & 3). De fauna in raai 1 kon niet goed bekeken worden door de slechte kwaliteit van de beelden (niet scherp, veel gesuspendeerd materiaal in de waterkolom).

Oostbevelanderpolder: Hier wordt bijna uitsluitend sandy mud aangetroffen, soms doorkruist met gemengde of harde substraten met stenen en keien. De brokkelster *Ophiotrix fragilis* is de dominante en meest voorkomende soorten en bedekt vaak 100% van het sediment, uitzonderlijk minder dan 25%. Tussin komen anemonen voor, o.a. de slibanemoon *Sagartia troglodytis* en de zeeanjelier *Metridium senile*. Sporadisch wordt de Noordzeekreeft *Homarus gammarus* waargenomen op en onder keien.

Wemeldinge West: Heel gelijkend op Goese sas met *Ophiotrix fragilis* als dominante soorten, maar in het algemeen in lagere dichtheden en zelden meet een bedekking van meer dan 50%. Het sediment is er grover en is een mengeling van geschuurde stenen, keien en hier en daar rotsblokken. Op het einde van het traject (het diepste deel aan de dijkvoet) is een gebied met (gecompacteerd) slib met een beperkte fauna (slangsterren. en anemonen). Ook hier was de turbiditeit hoog, net als de stroomsnelheid.

Wemeldinge Midden: Zacht sediment met onregelmatige zandribbels, gedomineerd door zandig (vaak compact) mud met hoge stroomsnelheden aan de bodem en een hoge turbiditeit. Er komen weinig dieren voor, enkel wat slangsterren (*Ophiura ophiura*) en soms een grondel. Eenmaal is ook een rood wier en een hooiwagenkrab gezien bij een stenen plaat. Bij het begin van het transect is er een beetje slibrijk zand met regelmatige ribbels, maar zonder dieren.

3.3.2 Video-opnames

Zoals aangegeven (2.2.3) zijn er enkel bij Zierikzee goede opnames geweest, aan de dijkzijde en in de geul.

De dijkzijde wordt gekenmerkt door twee type sedimenten, die elkaar onregelmatig afwisselen. Ongeveer 65% van de oppervlakte is bedekt met slib, met vaak veel anemonen en soms een heremietkreeft of andere krabben. De aanwezigheid van in het sediment levende borstelwormen is waar te nemen via hun uitwerpselen. De andere 35% bestaat uit gemengd slibrijk sediment (met grind en stenen), en met oesterbanken (meestal de Japanse oester *C. gigas* maar soms ook de platte oester *O. edulis*), 'kettingen' van muiltjes (*Crepidula fornicata*), zee-anemonen (o.a. de slibanemoon en de zeeanjelier, de waaierkokerworm *Sabella pavonina*, zeesterren (*Asterias rubens*), sponzen (o.a. de broodspoon *Halichondria panicea*) en, occasioneel, zeewieren.

Beneden langs de dijk (geul) is 65-80% bedekt met slib, gemengd met grind en stenen. De waaierkokerworm en andere kokkerwormen (waarschijnlijk *Melinna* sp.) komen er samen met slibanemonen in hoge aantallen voor. Zeesterren, broodspoon en rood zeewier zijn er vaak waargenomen. Er komen minder oesters voor dan op de dijkzijde, van oesterbanken is eigenlijk geen sprake. Bepaalde stukken worden gekenmerkt door grof sediment (met 15-25% grind) en weinig slib. Hier zie je praktisch geen kokerwormen of andere gravende taxa. Wat je hier wel ziet zijn, zeesterren, krabben, sponzen, Japanse oester, wulken, enige zakpijpen en de Noordzeekreeft. Er zijn wat gebiedjes

met zandig slib (5-10% slib) met slangsterren (*O. ophiura*) en anemonen, soms ook de heremietkreeft en andere krabben.

3.3.3 Indeling in habitats/ecotopen

Op basis van bovenstaande waarnemingen kunnen we vijf habitats/ecotopen onderscheiden: sublitoraal zandig slib, sublitoraal zand tot slibrijk zand, sublitoraal gemengd sediment, circalitoraal grof sediment en (infra-) litoraal hardsubstraat. In **Tabel 14** is aangegeven op welke stortlocaties deze habitats waargenomen zijn. Vaak zijn er overgangszones tussen deze habitats/ecotopen.

Tabel 14. Habitats/ecotopen per stortlocatie (x-xxx: weinig tot vaak voorkomend)

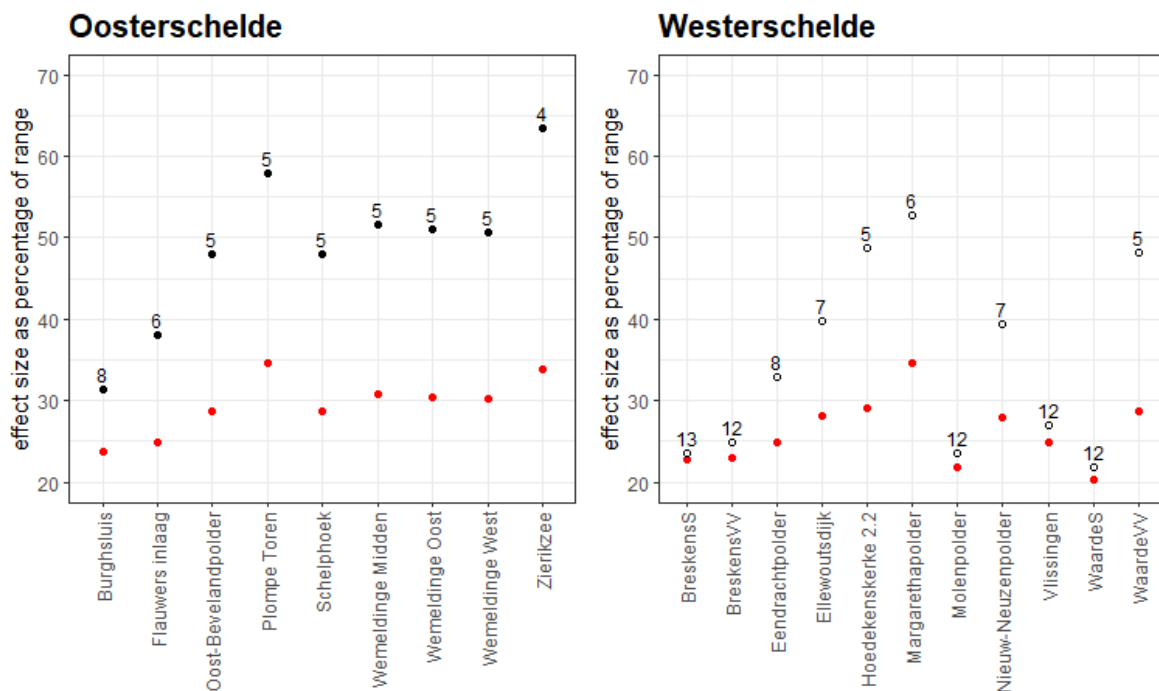
type opname	locatie	traject	richting camera	habitat				
				slibrijk	zandig	gemengd	grof	stenen
still	Zierikzee			xx		xx	x	xxx
still	Oostbevelanderpolder			xxx		xx		xxx
still	Wemeldinge West			x		xx		
still	Wemeldinge Midden			xxx	x			
video	Zierikzee	geul	naar voren	x		xxx	x	
video	Zierikzee	dijk	neerwaarts	xxx		xx		
video	Zierikzee	dijk	neerwaarts	xxx		xx		x

Tabel 15. Lijst van alle taxa waargenomen met de still-camera en video

	Species	NL name
Annelida	<i>Sabella pavonina</i>	Kokerworm
	Polychaeta	Borstelworm
Cnidaria	<i>Sagartia troglodytes</i>	Slibanemoon
	<i>Metridium senile</i>	Zeeanjelier
	<i>Cerianthus lloydii</i>	Viltkokeranemoon
	<i>Diadumene sp.</i>	Golfbrekeranemoon
Mollusca	Actiniaria	Anemoon
	<i>Buccinum undatum</i>	Wulk
	<i>Magallana gigas</i>	Japanse oester
	<i>Ostrea edulis</i>	Gewone oester
	Ostreidae	Oester
Echinodermata	<i>Crepidula fornicata</i>	Muiltje
	<i>Ophiothrix fragilis</i>	Brokkelster
	<i>Asterias rubens</i>	Zeester
	<i>Ophiura ophiura</i>	Gewone slangster
Crustacea	<i>Ophiura sp.</i>	Slangster
	<i>Homarus gammarus</i>	Kreft
	Paguridae	Heremiet kreeft
	Decapoda	Krab
	<i>Necora puber</i>	Fluwelen zwemkrab
	Inachidae	Spons-/Hooiwagenkrab
	<i>Cancer pagurus</i>	Nordzeekrab
Porifera	<i>Crangon sp.</i>	Gewone garnaal
	<i>Halichondria panicea</i>	Gewone broodspons
	<i>Haliclona sp.</i>	Spons
	<i>Celtodoryx sp.</i>	Gele wratspons
Hydrozoa/Bryozoa	Porifera	Spons
	Hydrozoa/Bryozoa	
Chordata	<i>Halecium sp.</i>	Haringgraat
	<i>Ciona intestinalis</i>	Doorschijnende zakpijp
	Ascidacea	Zakpijpen
Seaweed	Gobiidae	Grondel
	Rhodophyceae	Roodwieren
	Phaeophyceae	Bruinwieren
	<i>Fucus serratus?</i>	Gezaagte zee-eik
	<i>Fucus sp.</i>	Zee-eik
	<i>Sargassum muticum</i>	Japanse bessenwier
	Chlorophyceae	Groenwieren
Diatoms	Ulva/Enteromorpha	
	Corallinaceae?	Koraalwier
		Diatomeeën

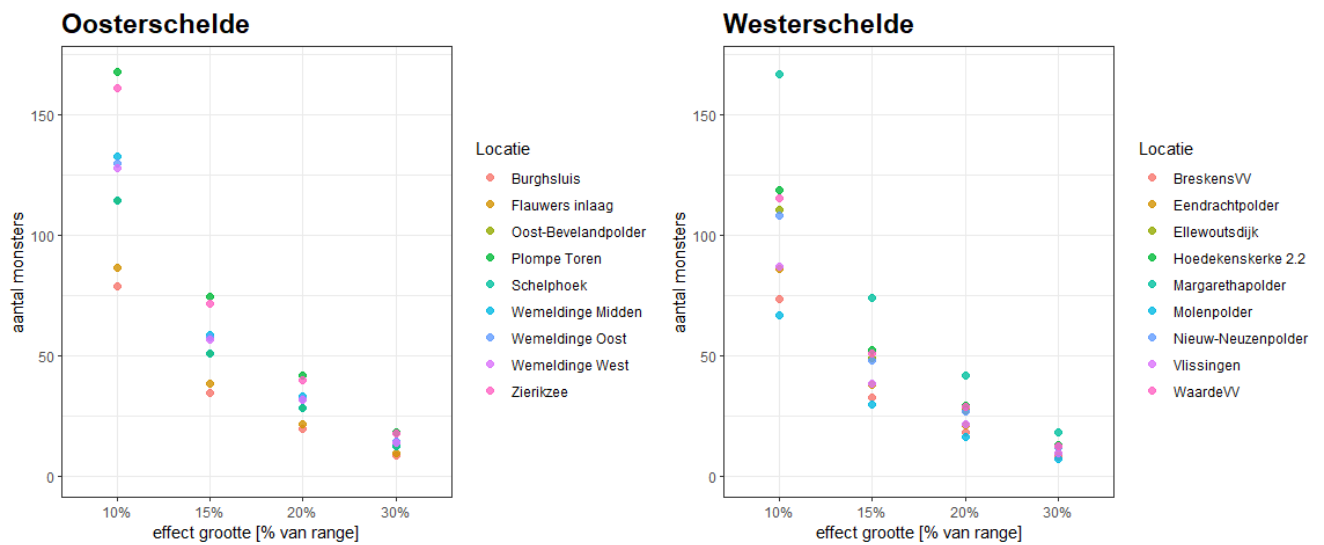
3.5 Huidige effectgrootte en aantal benodigde monsters

Figuur 17 geeft een overzicht van de minimale effectgrootte weer en de hoeveelheid monster per locatie, rode puntjes geven hierbij de te detecteren effectgrootte als de oorspronkelijk 14 monsterpunten per locatie zouden zijn genomen. In de Oosterschelde is het minimale effectgrootte hoger dan in de Westerschelde, wat deels veroorzaakt wordt door de geringere hoeveelheid monsters in de vanuit de Oosterschelde zijn uitgezocht. In de Westerschelde is op de locaties waar minder monsters zijn meegenomen een hogere effectgrootte te observeren. In Zierikzee is, met een geanalyseerde hoeveelheid monsters van 4, de hoogste minimale effectgrootte van 65% van de range te detecteren, terwijl in Burghsluis de laagste minimale effectgrootte. Door het analyseren van minder monsters is het minimale, met een power van 0.8, te detecteren verschil ten opzichte van de range in veel locaties bijna verdubbelt.



Figuur 17 De minimaal te meten effectgrootte per locatie tijdens de huidige bemonstering met daarbij behorende monsteraantal (zwarte puntje) en de effectgrootte als de oorspronkelijk geplande 14 monsters per locatie waren geanalyseerd, gebaseerd op de totale dichtheid

Figuur 17 laat de hoeveelheid benodigde monsters zien om verschillende effectgroottes met een power van 0.8 te detecteren. Om een verschil van 20% van de range te detecteren zijn de meeste monsters nodig voor de Plompe Toren (42) en Margarethapolder (42) en de minste voor Burghsluis (20) en Molenpolder (17), voor de Oosterschelde en de Westerschelde respectievelijk. Een effect van 30% de range is te detecteren tussen 9 (Burghsluis) en 19 (Plompe Toren) geanalyseerde monsters in de Oosterschelde en tussen 8 (Molenpolder) en 19 (Margarethapolder) in de Westerschelde.



Figuur 18 Per locatie het aantal monsters die nodig zijn per te meten effect (% van range) berekend met een power van 0.8.

4 Discussie

4.1 Karakteristieken stort- en referentielocaties

De referentielocaties in de Oosterschelde (Flaauwers inlaag, Wemeldinge Midden en Plompe toren) omvatten de sedimenttypes en faunistische karakteristieken zoals aanwezig op de stortlocaties.

De soortenrijkdom op de stortvakken in de Westerschelde is veel lager dan op deze in de Oosterschelde. Dat is conform eerdere bevindingen: de Oosterschelde heeft over het algemeen een hogere soortenrijkdom dan de Westerschelde (Schaub et al. 2003). Ook vonden Schaub et al. (2003) meer monsters in de Westerschelde waar geen bodemdieren werden aangetroffen, net zoals in deze studie gevonden op de stortvakken.

4.2 Vergelijking met MWTL (infauna)

De resultaten verkregen op de T0 zijn vergeleken met de data uit het MWTL-programma (2012-2017). Dit om na te gaan of de soortensamenstelling op de stortlocaties op T0 wel gelijkaardig was als deze vastgesteld voor de verschillende habitattypes tijdens MWTL. En, of deze laatste inderdaad bruikbaar zijn als de te verwachten eindsituatie op de stortlocaties na aanslibbing.

De soortensamenstelling en relatieve dichtheden per soort blijken in alle ecotopen in Westerschelde en Oosterschelde verschillend van de MWTL-data.

De vergelijkingen met MWTL waren gedaan omdat :

- op een aantal stortvakken minder monsters genomen waren dan gepland
- niet alle monsters nader verwerkt zijn in het lab

In de Westerschelde gaat het daarbij met name om het hoogdynamisch sublitoraal, al ontbreken daar maar 1 tot 3 monsters. In de Oosterschelde gaat het, wat betreft het aantal genomen monsters, Wemeldinge West, Schelphoek en Zierikzee. Bij Schelphoek en Zierikzee was er te weinig sediment om met een van Veen te kunnen monstren. Dit zijn 2 locaties van cluster 2.2. die al eerder bestort geweest zijn: zeegrind met daarop kalksteen en zandsteen (Schelphoek) of enkel zandsteen (Zierikzee) (Tangelder et al 2017). Bij Wemeldinge West zijn 11 van de 14 locaties bemonsterd. Het betreft een stortvak waarin zich veel oesters bevinden.

Oorzaak van de verschillen zou kunnen zijn dat VOV beperkt is tot een paar locaties. De faunasamenstelling op de verschillende locaties is niet gelijk (tabellen, figuren,...), en wellicht daarom ook niet gelijk aan de 'gemiddelde' samenstelling van de fauna binnen een ecotoop en watersysteem. De stortlocaties zijn ook specifiek gelegen in de buurt van dijkvoeten.

De oorzaak zou ook kunnen liggen in jaarlijkse verschillen in de dichtheden van de verschillende soorten (laatste MWTL data uit 2017), een algemeen kenmerk van o.a. de benthische fauna (ref: Schaub et al, Perdon et al 2019, Troost & ysebaert 2011,. Craeymeersch et al 2015 (PMR),

Omdat de fauna toch afwijkt, kunnen de MWTL-data dus niet gebruikt worden als T0. Tenzij het vooral te wijten is aan verschillen door temporele schommelingen. Dan zouden de data uit MWTL van 2019 wellicht wel een goede aanvulling kunnen zijn.

4.3 Effectgrootte en aantal benodigde monsters

Wijnhoven & van Avesaath (2018) beschrijven het protocol ten aanzien van het aantal te nemen monsters per gebied, voor een aantal indicatoren (soortenrijkdom, Shannon-diversiteit, BISI). Het aantal te nemen monsters is door hen niet bepaald aan de hand van een poweranalyse, omdat er niet de beschikking was over voldoende data met een vergelijkbare methodiek op dezelfde schaal in vergelijkbare gebieden (Wijnhoven, mond. med.).

Met de nu verkregen dataset is het wel mogelijk een poweranalyse uit te voeren, en om te berekenen welke verschillen met het gerealiseerde aantal monsters te detecteren zijn. En hoeveel monsters nodig zijn om een bepaald verschil te kunnen detecteren, althans in een t-test (vergelijking van 2 datasets).

Met het geplande aantal monsters (14 in Oosterschelde en 12 in Westerschelde) kunnen verschillen van 20 tot 35% van de range in totale dichtheid waargenomen worden, afhankelijk van het stortvak. Bijv., als de totale dichtheid per monster varieert van 0 tot 1000 ind/m², dan kunnen verschillen van 200-350 ind/m² gedetecteerd worden.

In de Oosterschelde, waar vaak maar ongeveer de helft van de monsters genomen en/of uitgezocht zijn, is de gerealiseerde te meten effectgrootte een stuk hoger: 30 tot 60%. Kortom, verschillen tussen T6 (Oosterschelde) resp. T4 (Westerschelde) met T0 zullen pas significant zijn bij grotere verschillen. Vraag is welke effectgroottes waargenomen moeten worden. Daarbij moet ook rekening gehouden worden met de grootte van de jaarlijkse verschillen, op dezelfde ruimtelijke schaal. Of, zou moeten, want misschien zijn er geen datasets die hierover duidelijkheid kunnen geven. Aan de andere kant is de power van multivariate analyses groter dan van univariate analyses (Craeymeersch 1999), of door het gebruik van co-variabelen (bijv. sedimentkarakteristieken) bij deze analyses. Kortom, andere mogelijkheden om goed vast te stellen of de situatie na verloop van tijd weer als volwaardig beschouwd kan worden.

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.

Het chemisch laboratorium te IJmuiden beschikt over een EN-ISO/IEC 17025:2017 accreditatie voor testlaboratoria met nummer L097. Deze accreditatie is geldig tot 1 april 2021 en is voor het eerst verleend op 27 maart 1997; deze accreditatie is verleend door de Raad voor Accreditatie. Het chemisch laboratorium heeft hierdoor aangetoond in staat te zijn op technisch bekwame wijze valide resultaten te leveren en te werken volgens de ISO17025 norm. De scope (L097) met de geaccrediteerde analysemethoden is te vinden op de website van de Raad voor Accreditatie (www.rva.nl).

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

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

Naast de lijnscontroles wordende volgende algemene kwaliteitscontroles uitgevoerd:

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

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

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

Indien sprake is van onbeheerste kwaliteit worden passende maatregelen genomen.

Literatuur

- Craeymeersch J (1999) Chapter 3. Monitoring benthic communities: the power of univariate vs. multivariate analyses. In: Craeymeersch, JA 1999. The use of macrobenthic communities in the evaluation of environmental change. PhD Thesis, University of Gent. p. 43-62.
- Ens BJ, Craeymeersch JA, Fey FE, Heessen HJL, Smaal AC, Brinkman AG, Dekker R, van der Meer J, van Stralen MR (2007) Sublitorale natuurwaarden in de Waddenzee. Een overzicht van bestaande kennis en een beschrijving van een onderzoekopzet voor een studie naar het effect van mosselzaadvisserij en mosselkweek op sublitorale natuurwaarden. Wageningen IMARES, Rapportnummer C077/07. 117 pp.
- Escaravage V, Heuvel-Greve Mvd (2017) Quick scan VoorOeverVerdediging3 Oosterschelde : locaties Wemeldinge-Oost, Wemeldinge-West, Oost-Bevelandpolder. Wageningen Marine Research, Yerseke
- Escaravage V, van den Heuvel-Greve M, Tangelder M, de Kluijver M (2017) Data rapport: Monitoring vooroeerverdedigingen 2016: macrofauna in zacht substraat langs de zuidkust van Schouwen-Duiveland. Locaties Burghsluis, Schelphoek en Zierikzee. Wageningen University & Research Rapport C089/17. 60 pp. .
- Heuvel-Greve MJvd (2009) T0 monitoring vooroeerverdediging Oosterschelde: cluster 1 - 2009. IMARES Wageningen UR, IJmuiden [etc.]
- Meire PM, Seys JJ, Ysebaert TJ, Coosen J (1991) A comparison of the macrobenthic distribution and community structure between two estuaries in SW Netherlands. In: Elliott M, Ducrotoy J-P (eds) Estuaries and Coasts: Spatial and Temporal Intercomparisons. Olsen & Olsen, Fredensborg
- RWS (2018) Monitoringsplan Vooroeerverdediging. Oosterschelde en Westerschelde. RWS Informatie 17 december 2018.
- Schaub BEM, Ysebaert T, Hummel H (2003) Macrobenthos dynamiek gekoppeld aan veranderingen in omgevingsvariabelen - Oosterschelde (periode 1992-2001). NIOO-CEME Rapport 2003-07. .
- Sprong G, Bakker I (2012) Afstemming deeltjesgroottebepaling tbv MONEOS. VNESC -werkgroep O&M - projectgroep Monitoring en Data: Bergen-op-Zoom. 51 p.
- Tangelder M, de Kluijver1 M, Craeymeersch J, Brummelhuis E, Van den Heuvel-Greve M (2017a) Data rapport: Effect van vooroeerverdediging op bodemorganismen in Oosterschelde in 2015. Wageningen University & Research Rapport C013/17. 87 pp.
- Tangelder M, Heuvel-Greve Mvd, Kluijver Md (2016) Monitoring vooroeerverdediging Oosterschelde 2015 : locaties: Zeelandbrug en Lokkersnol. Wageningen Marine Research, Yerseke
- Tangelder M, Heuvel-Greve Mvd, Kluijver Md, Glorius S, Jansen H (2015a) Monitoring vooroeerverdediging Oosterschelde en Westerschelde 2014. IMARES Wageningen UR, IJmuiden
- Tangelder M, Kluijver Md, Brummelhuis EBM, Heuvel-Greve MJvd (2015b) Data rapport : effect van vooroeerverdediging op bodemorganismen in Oosterschelde en Westerschelde in 2014. IMARES Wageningen UR, IJmuiden
- Tangelder M, Kluijver Md, Craeymeersch J, Brummelhuis EBM, Heuvel-Greve MJvd (2017b) Data rapport : effect van vooroeerverdediging op bodemorganismen in Oosterschelde in 2015. Wageningen Marine Research, Yerseke
- Tangelder M, Schellekens T, Kluijver Md, Heuvel-Greve MJvd (2014) Monitoring vooroeerverdediging Oosterschelde 2013. IMARES Wageningen UR, IJmuiden
- van Moorsel G (2005) Macrofauna en hydromorfologie van zoute wateren. Ecosub, Doorn. pp. 74.
- Wijnhoven S, van Avesaath P (2018) Monitoringsplan ecologie 2019-2025 ten behoeve van Vooroeerverdediging locaties cluster 2.2 en 3.0 Oosterschelde en Westerschelde. Ecoauthor Report Series 2018-02. 90 pp.
- Ysebaert T, Plancke Y, Bolle L, De Mesel I, Vos G, Wielemaker A, Van der Wal D, Herman P (2009) Habitatmapping Westerschelde - Deelrapport 2: Ecologische karakteristieken en ecotopen in het subtidaal van de Westerschelde. Studie in opdracht van LTV O&M. Rapport Nederlands Instituut voor Ecologie (NIOO-KNAW), Centrum voor Estuariene en Mariene Ecologie, Yerseke. .

Verantwoording

Rapport C075/21

Projectnummer: 43.131.001.06

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: J. Wijsman
Researcher

Handtekening:



Datum: 8 oktober 2021

Akkoord: Drs. J. Asjes
MT lid Integratie

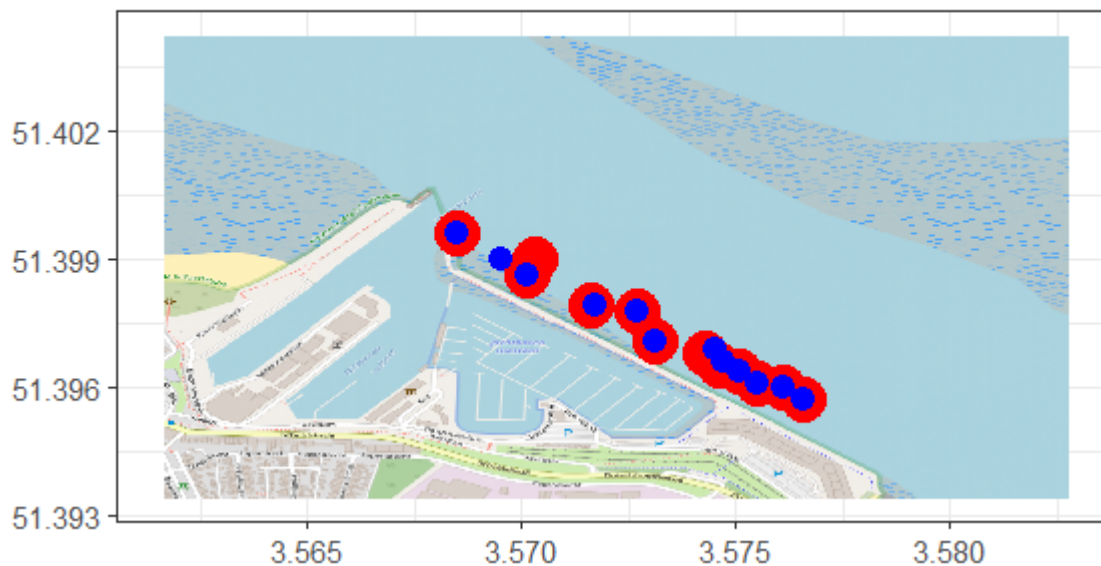
Handtekening:



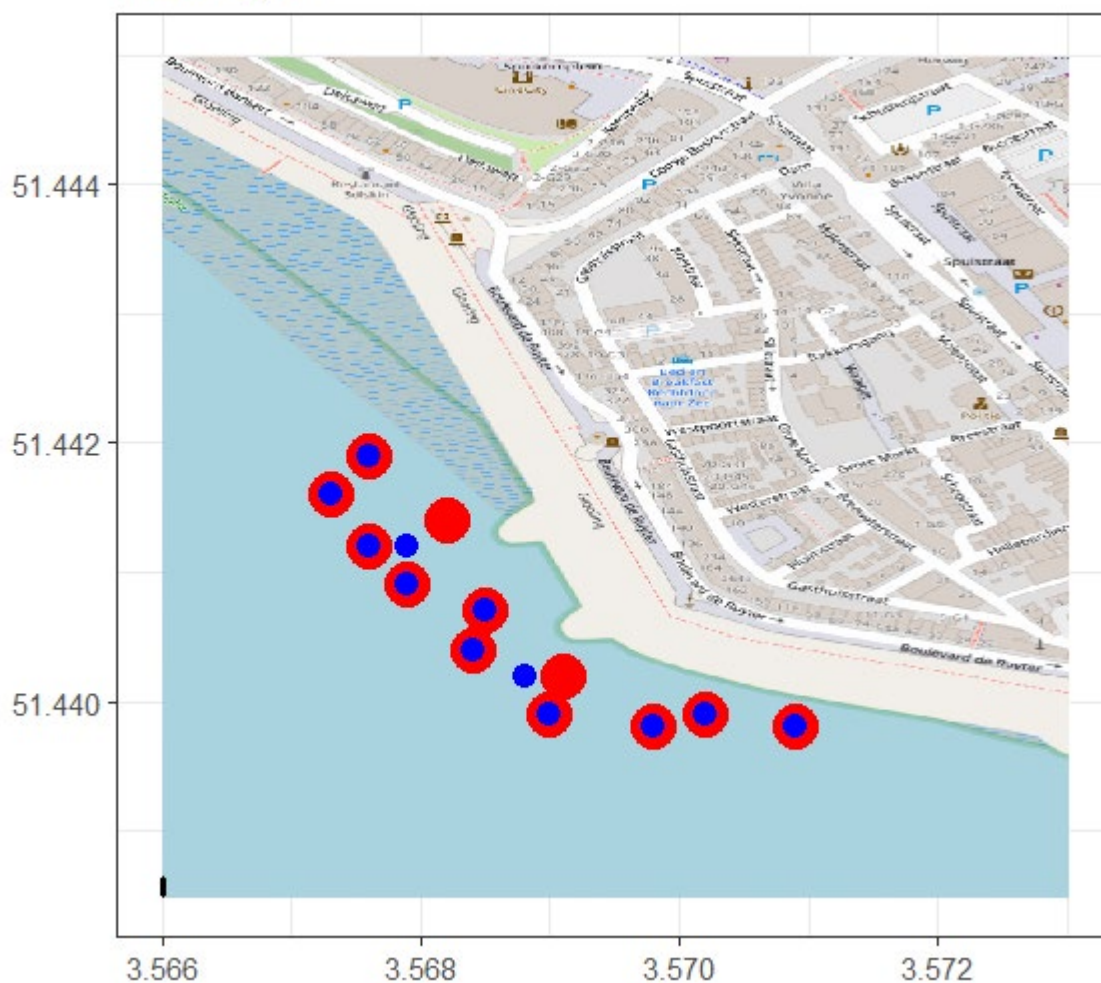
Datum: 8 oktober 2021

Bijlage. Overzicht van de monsterlocaties: beoogd (rood) en gerealiseerd (blauw). Deze laatste onderverdeeld in: verder verwerkt in het lab (cirkels) en niet verwerkt (driehoek).

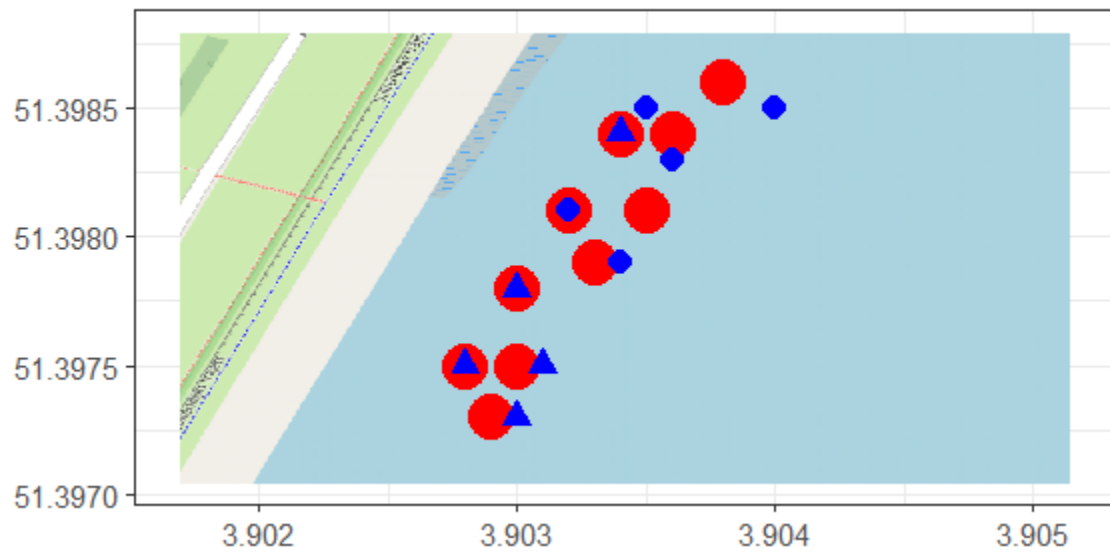
Breskens



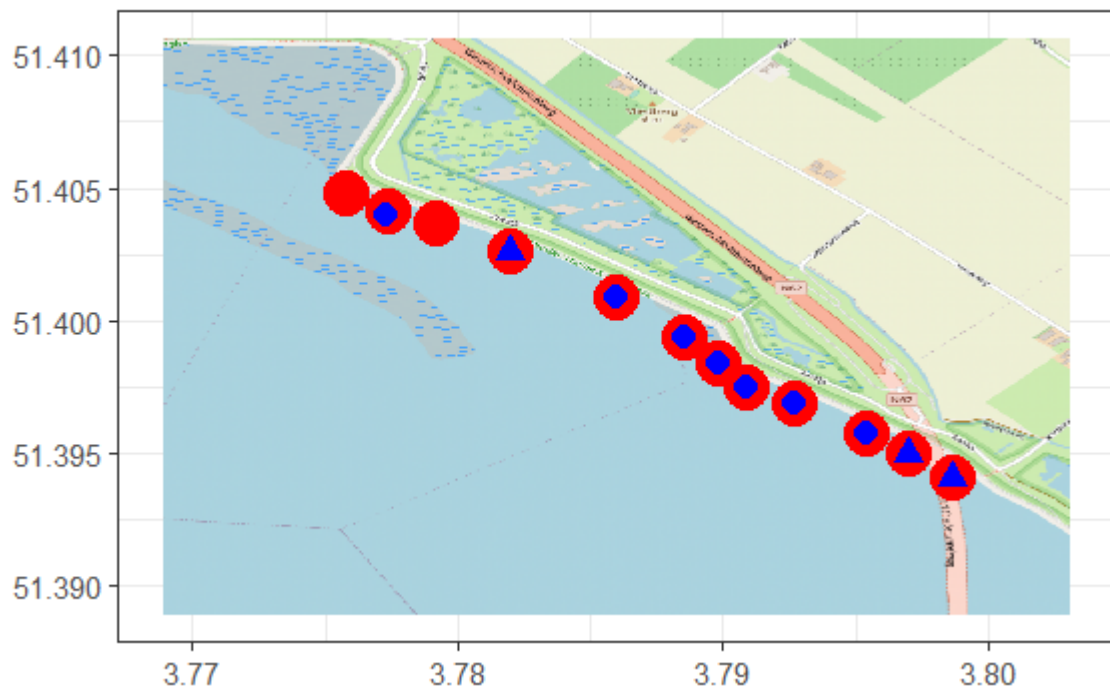
Vlissingen



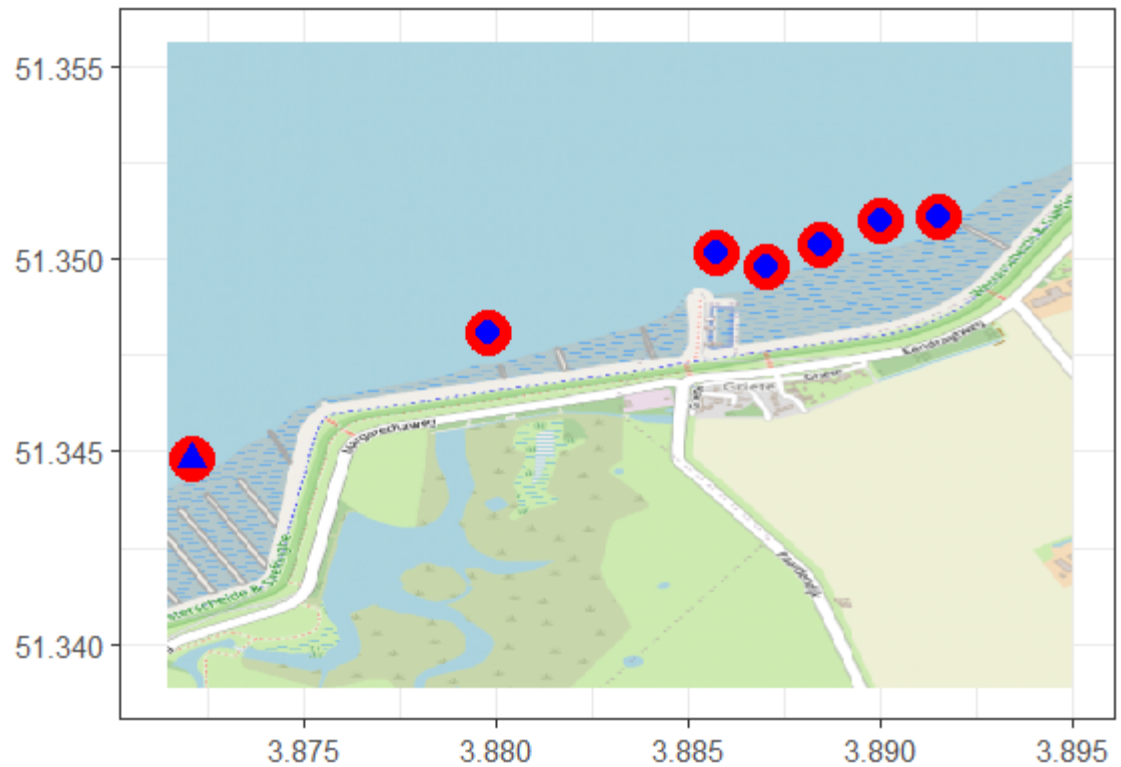
Hoedenskerke



Ellewoutsdijk



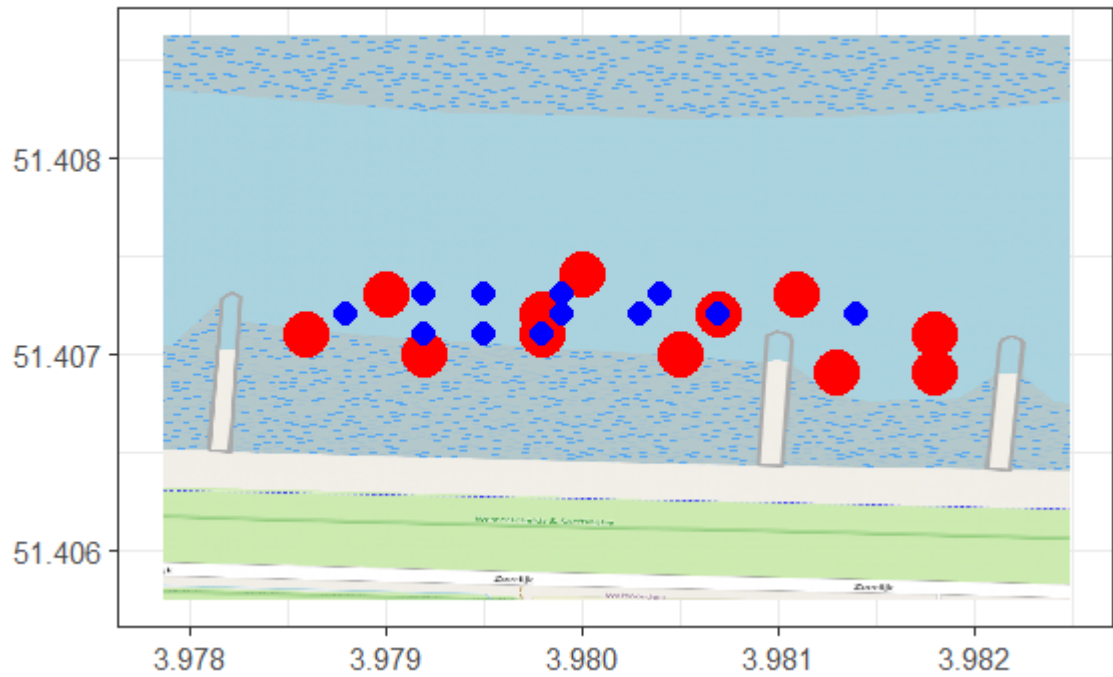
Margarethapolder



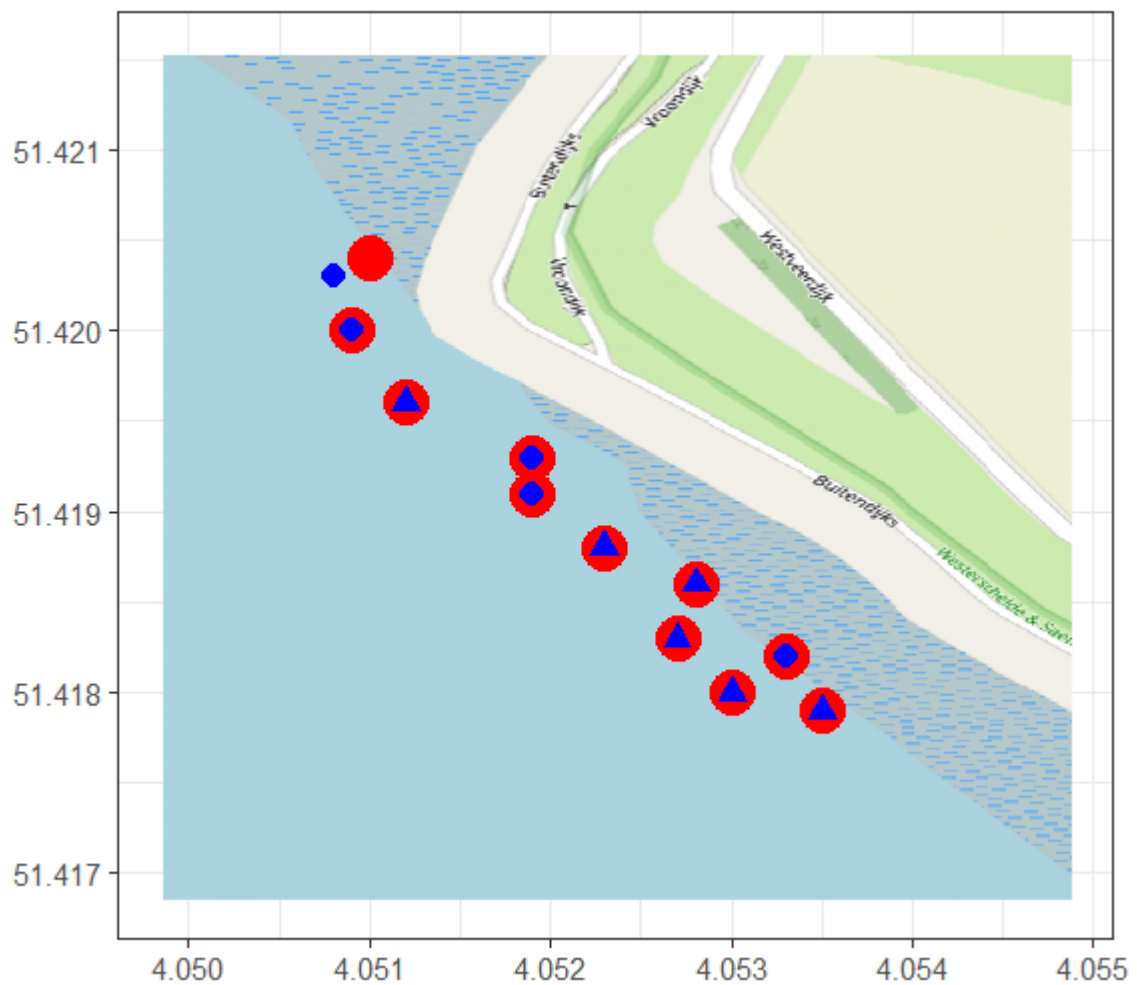
Nieuwe Neuzenpolder



Molenpolder



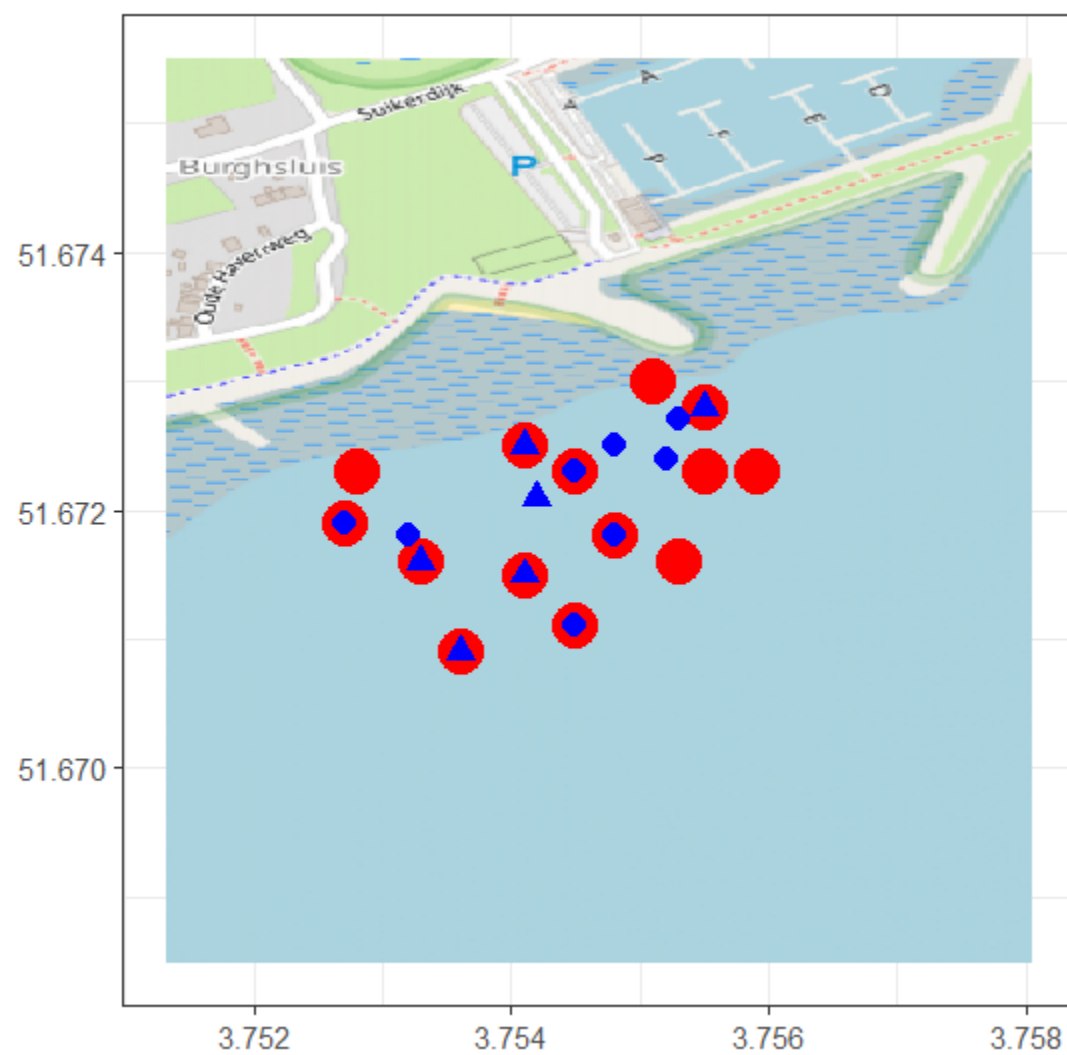
Waarde



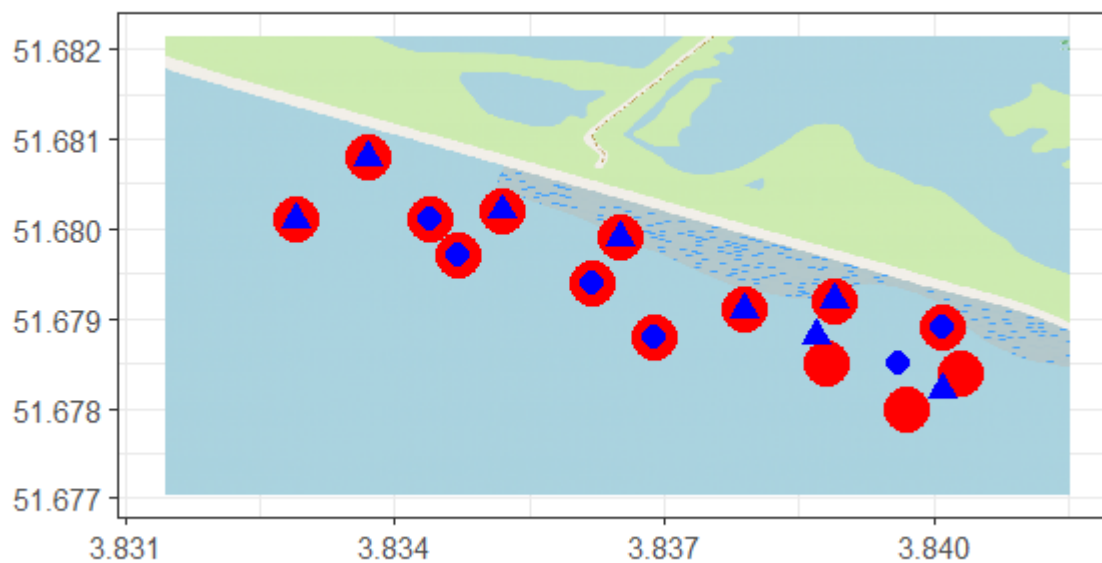
Eendragtspolder



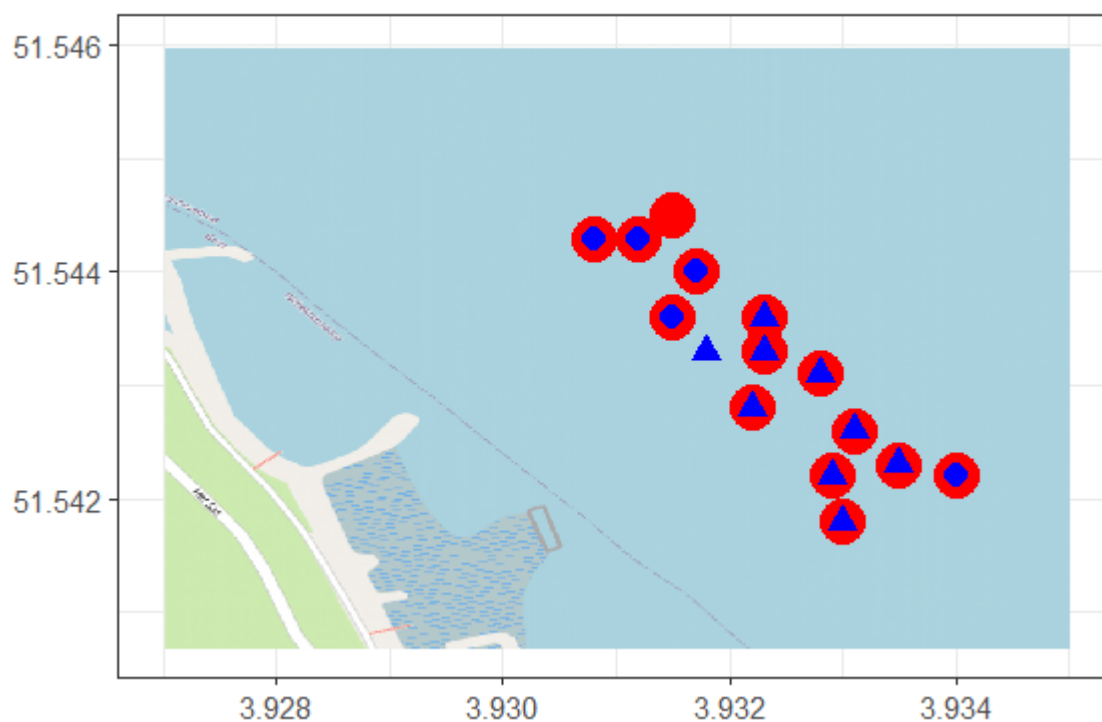
Burghsluis



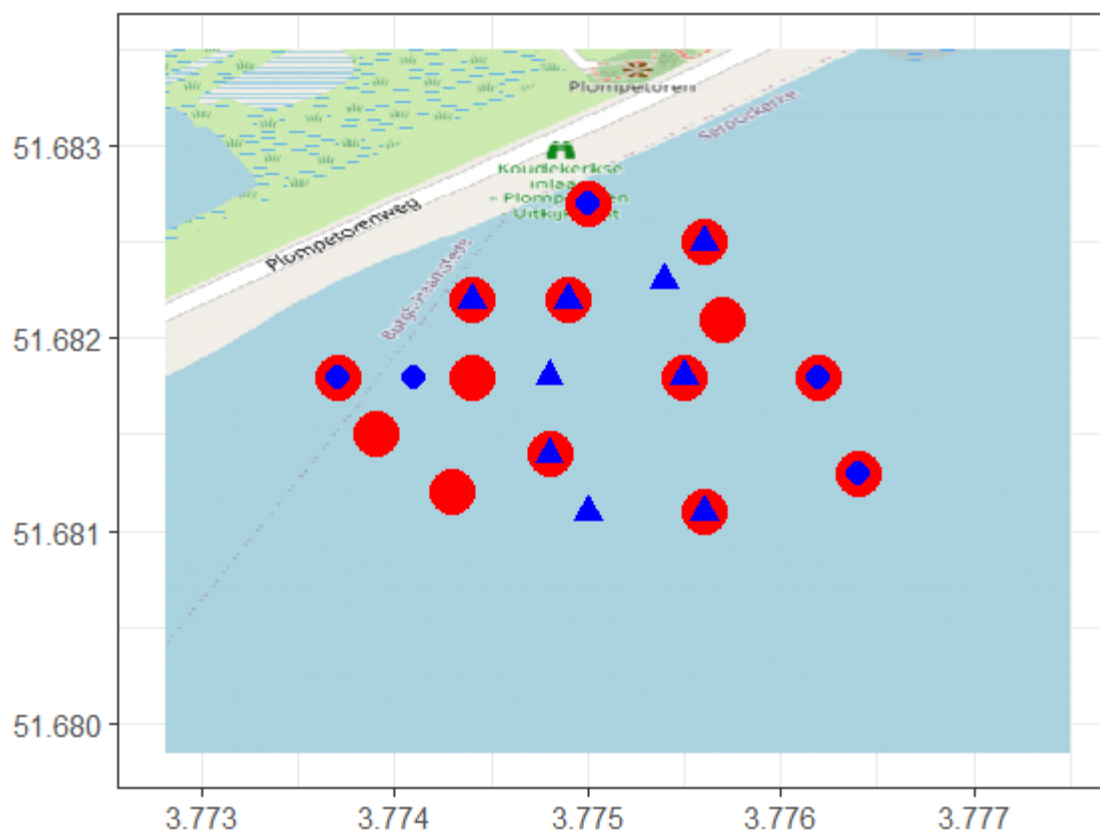
Flaauwers Inlaag



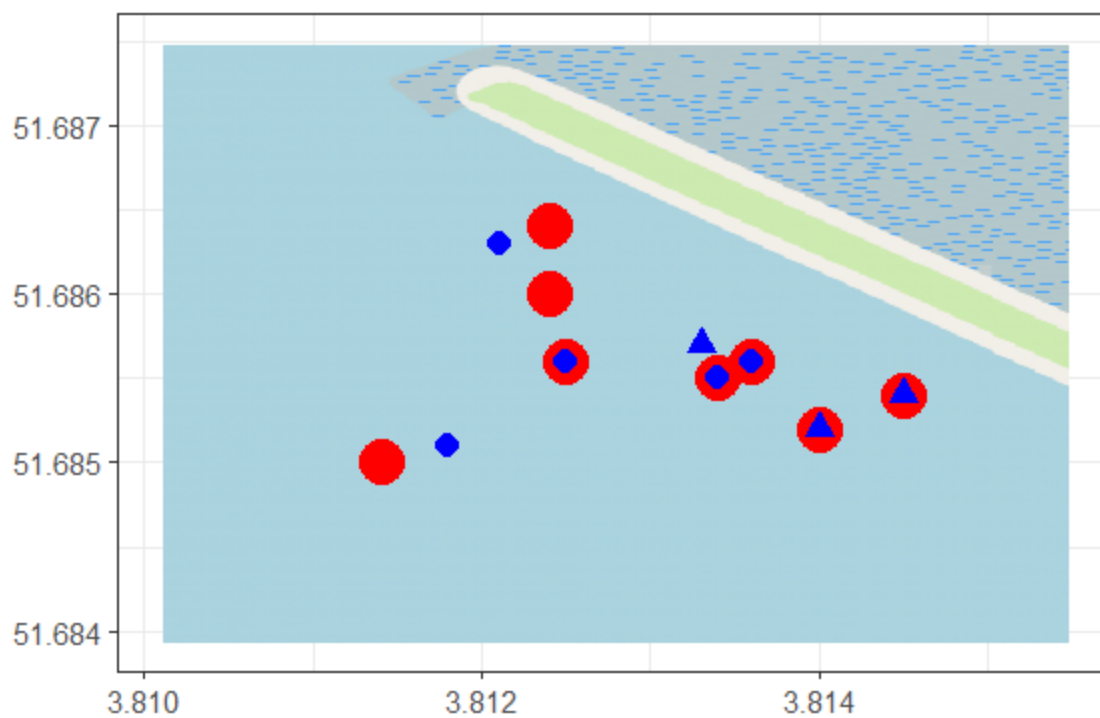
Oost Bevelanderpolder



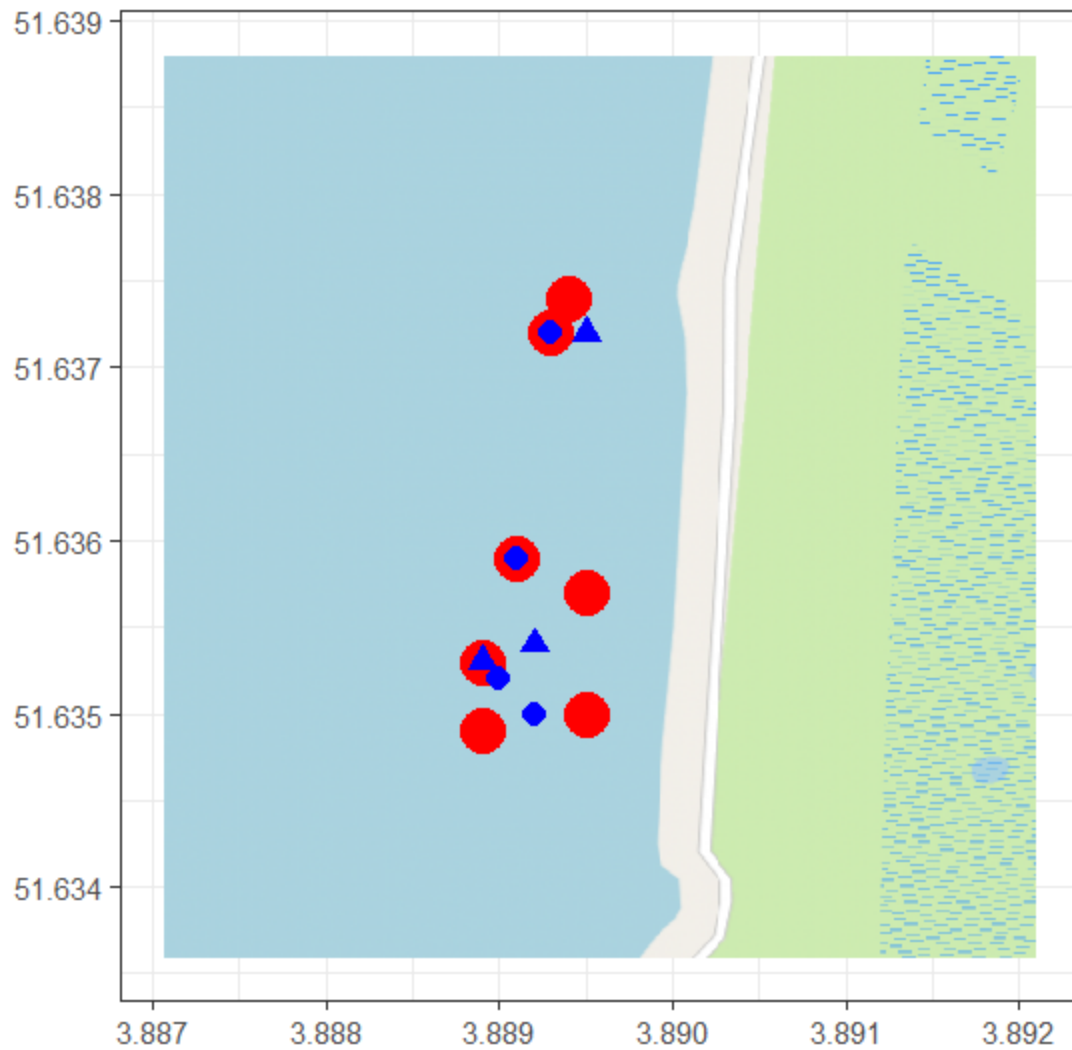
Plompe Toren



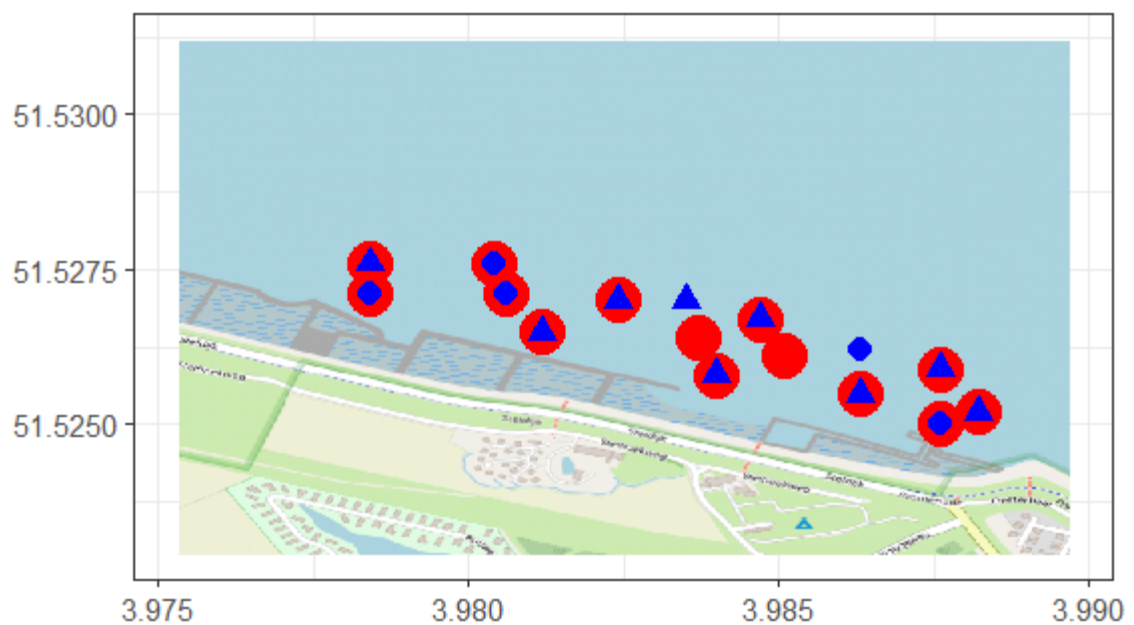
Schelphoek



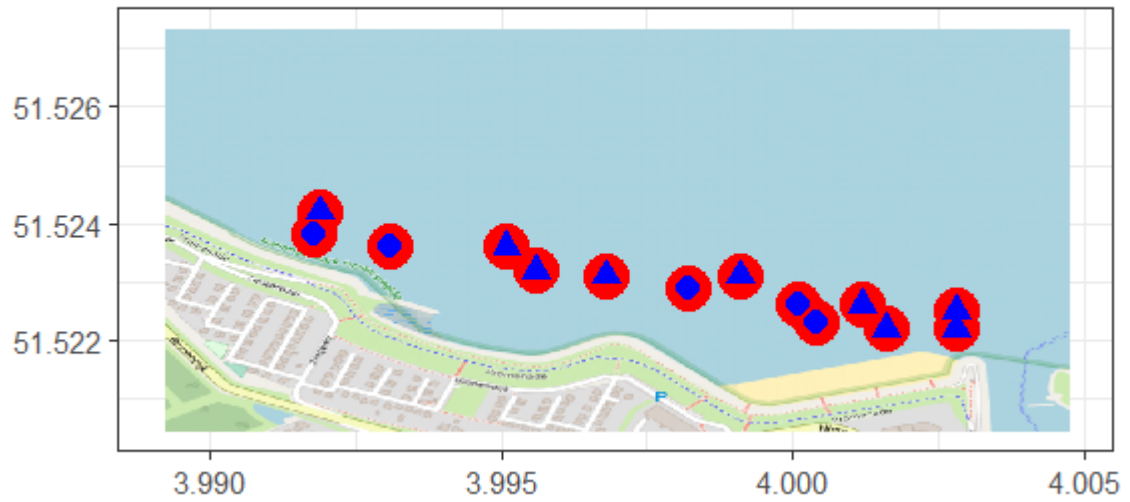
Zierikzee



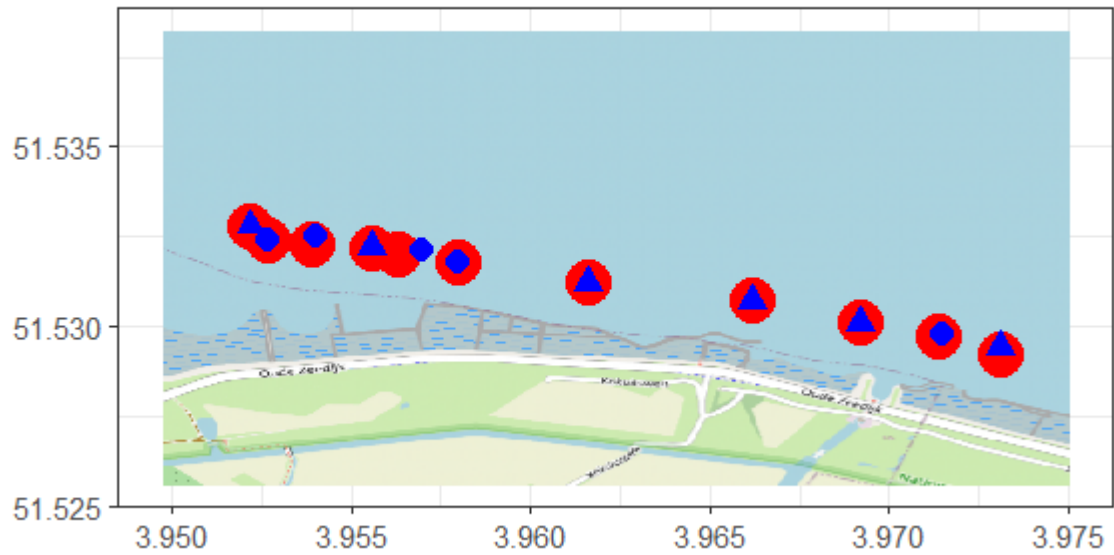
Wemeldinge Midden



Wemeldinge Oost



Wemeldinge West



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'
