



Project Smartsediment is gefinancierd binnen het Interreg V programma Vlaanderen-Nederland, het grensoverschrijdend samenwerkingsprogramma met financiële steun van het Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling.
Meer info: www.grensregio.eu



Interreg EUROPESE UNIE
Vlaanderen-Nederland
Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling

“Ecologische validatie plaatrandstortingen” Technisch rapport



Schellekens, T. en Vanagt, T.

eCOAST rapport 2016-2015028

Dit rapport is een resultaat van de samenwerking van:



Opdrachtgevers namens Vlaams Gewest, Departement Mobiliteit en Openbare Werken, afdeling Maritieme Toegang: Frederik Roose en Kirsten Beirinckx.



INHOUD

1.	Inleiding	6
1.1	Kadering en definities.....	6
1.2	Doel.....	6
1.3	Achtergrond.....	7
	Ecotopen in de Westerschelde	7
1.4	Leeswijzer	9
2.	Kennisvragen.....	10
2.1	Indices	10
3.	Ecologische waarde	12
3.1	Intrinsieke waarde	12
	Materiaal & Methode	12
3.2	Resultaten intrinsieke waarde.....	20
	Verschillen in indices tussen LD en HD	20
	Typische soorten LD litoraal	43
3.3	Conclusie intrinsieke ecologische waarde LD	46
3.4	Extrinsieke waarde	47
	Materiaal & Methode	48
3.5	Resultaten extrinsieke waarde.....	50
	Vissen.....	50
	Vogels.....	52
3.6	Conclusie extrinsieke waarde LD.....	54
	Vissen.....	54
	Vogels.....	54
4.	Effectiviteit PRS	56
4.1	Vergelijking in de tijd (verandering van waarde)	56
	Beschikbare data	56
	Sublitoraal: Rug van Baarland en Plaat van Walsoorden	57
	Litoraal: Rug van Baarland en Plaat van Walsoorden	60
4.2	Vergelijking in de ruimte (relatieve waarde)	61
	Sublitoraal: Middelgat (RvB)	61
	Sublitoraal: Plaat van Walsoorden.....	62
	Sublitoraal: Hooge Platen Noord.....	63
	Litoraal: Hooge Platen West en Noord	64
	Litoraal: Rug van Baarland en Plaat van Walsoorden	65
	Conclusie effectiviteit PRS.....	68

5.	Antwoorden op Kennisvragen.....	70
5.1	Kennisvraag 1.....	70
	Litoraal	70
	Sublitoraal.....	71
5.2	Kennisvraag 2.....	71
	Sublitoraal.....	71
	Litoraal	72
6.	Referenties.....	73
7.	Bijlagen	75
7.1	Bijlage A	75
7.2	Bijlage B: Figuren van locaties 2016.....	75
7.3	Bijlage C: coördinaten meetpunten 2016.....	87
7.4	Bijlage D: Sublitoraal Plaat van Walsoorden.....	93
7.5	Bijlage E: Litoraal	93

1. INLEIDING

1.1 Kadering en definities

Sinds de derde verruiming van de Schelde is de strategie voor het terugstorten van onderhoudsbaggerspecie gewijzigd, met name in de Westerschelde. Er wordt ‘slimmer omgegaan met sediment’. In de Westerschelde is een bagger- en stortprogramma ontwikkeld dat gericht is op zogenaamd “flexibel storten” en streeft naar vermindering van het onderhoudsbaggerwerk en tegelijkertijd een bijdrage levert aan het oppervlak ecologisch waardevol ondiep water en intergetijdengebied. De criteria en kwaliteitsparameters ter beoordeling en bijsturing van flexibel storten worden als volgt samengevat (Lanckriet et al., 2015):

1. De stortstrategie is gericht op de gewenste instandhouding van het meergeulenstelsel.

2. De stortstrategie is gericht op realisering van de maximale ecologische winst van de plaatrandstortingen, waarbij er sprake is van toename van de oppervlakte laagdynamisch ondiepwater en intergetijdengebied (Kwaliteitsparameter 2a). De stabiliteit van de gestorte baggerspecie wordt eveneens bepaald (Kwaliteitsparameter 2b).

3. De stortstrategie draagt bij aan het behoud van de oppervlakte ecologisch waardevol gebied in de Westerschelde. Veranderingen in de totale oppervlakte ecologisch waardevol gebied in de Westerschelde (Kwaliteitsparameter 3a) worden gemeten op basis van de ecotopenkaart. Ook de hoogteligging (Kwaliteitsparameter 3b) van platen en slikken en de sedimentsamenstelling (Kwaliteitsparameter 3c) op platen en slikken worden bepaald.

In de kwaliteitscriteria (m.n. 2 en 3) wordt uitgegaan van een directe koppeling tussen laagdynamisch areaal (ondiepwater en intergetijdengebied), zoals bepaald in zogenoemde ecotopenkaarten (zie Ecotopen in de Westerschelde), en ecologisch waardevol gebied.

Op het vlak van effectmonitoring op de kwaliteitscriteria hierboven genoemd worden in het kader van flexibel storten al serieuze inspanningen geleverd op morfologisch en hydrologisch vlak (bv. Lanckriet et al 2015), maar de conclusies die daaruit voortvloeien kunnen geen antwoord leveren op de ecologische waarde van verschillende typen ecologische zones en hoe plaatrandstortingen daartoe bijdragen.

1.2 Doel

Deze studie richt zich ten eerste op de vraag of er inderdaad een directe koppeling tussen ‘laagdynamische zones’, zoals gedefinieerd in de ecotopenkaarten, en ‘ecologisch waardevol gebied’ gelegd kan worden. Om dit te onderzoeken worden eerst indices van ecologische waarde vastgesteld (zie 2.1) en vervolgens worden deze indices vergeleken tussen ecotopen (zie Hfdst. 3). Om deze vergelijking te maken zijn zowel historische data gebruikt als nieuwe data verkregen.

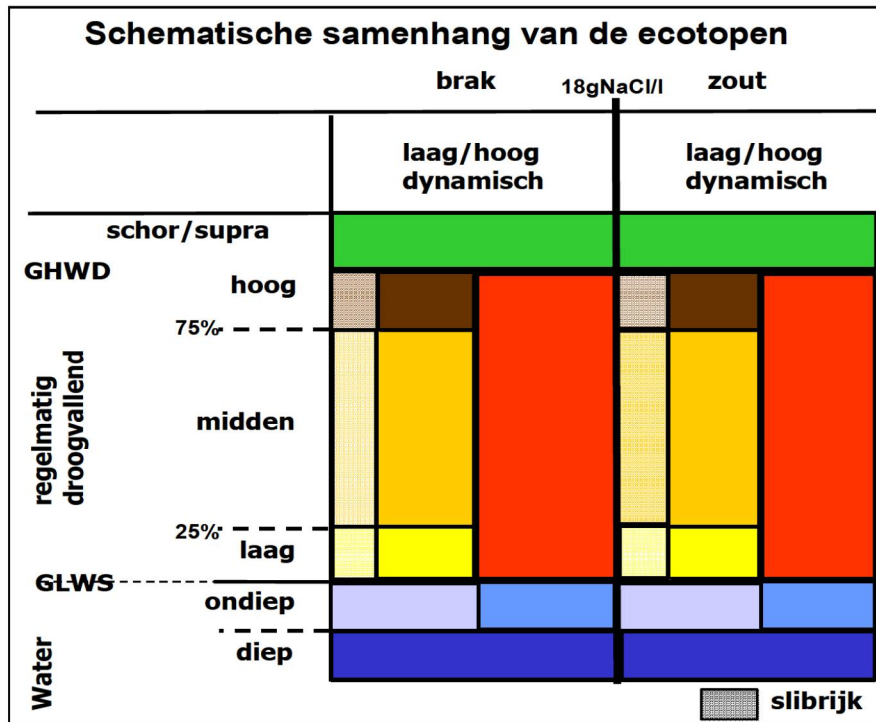
Ten tweede richt deze studie zich op de vraag of plaatrandstortingen laagdynamisch gebied en daarmee ook ecologisch waardevol gebied creëren. Deze vraag wordt in Hfst. 4 behandeld.

1.3 Achtergrond

Sinds lange tijd erkennen ecologen de invloed van stroming op benthos. Stroming brengt voedsel en recuten, maar stroming erodeert ook. Deze twee zijden van de munt bepalen de ecologie op zandplaten (Wildish et al., 1981). Lage stroomsnelheid selecteert soorten die met minder voedsel door kunnen en lang leven en het daar beter volhouden dan kortlevende soorten, terwijl hoge stroomsnelheid soorten selecteert die weerbaar zijn tegen erosie of een korte levenscyclus hebben. Stroomsnelheid beïnvloedt ook de sedimentatie zodat op locaties met hogere gemiddelde stroomsnelheid bodems met grovere korrelgrootte voorkomen die abrasiever zijn voor bodemdieren. In stromingsluwe locaties kan meer slib sedimenteren. Bodemsamenstelling wordt veelvuldig in mariene ecologie gebruikt om bodemvoorkeuren van benthos aan te geven. Ysebaert en Herman (2002) lieten echter mbv multivariate analyse zien dat in de Westerschelde ook stroomsnelheid zelf een verklarende factor kan zijn voor voorkomen van bepaalde benthos-soorten (*Pagurus elegans*, *Tetrostemma marionis*, *Oligochaeta*, *Macoma balthica*, *Cerastoderma edule*, *Corophium volutator* en *Bathyporeia pilosa*). De sedimentfractie <63 µm, saliniteit, de concentratie Chl *a* en de hoogteligging van de monsterlocatie bepalen volgens deze auteurs het vaakst het voorkomen van deze soorten.

Ecotopen in de Westerschelde

Het Zee ecotopen stelsel (ZES) is een schaalbare indeling van gebieden in ecotopen die een ruimtelijk te begrenzen ecologische eenheid vormen waarvan de samenstelling en ontwikkeling wordt bepaald door abiotische, biotische en antropogene condities ter plaatse. In de Westerschelde zijn er onderverdelingen van ecotopen op basis van stroomsnelheid, hoogteligging, sediment en saliniteit (Figuur 1). In deze studie levert dat 9 verschillende ecotopen op waarin een onderscheid valt te maken tussen hoog- en laagdynamisch. Hierbij wordt de scheiding tussen brak en zout niet meegenomen en evenmin het schor/supralitoraal.



Figuur 1: Schematische weergave van Zee ecotopen Stelsel (figuur gemaakt door RWS-dienst Zeeland)

Het ZES is opgebouwd uit abiotische indelingskenmerken die structurerend zijn voor biologie (Bouma et al. 2005):

- zoutgehalte (onderscheid brak en zout)
- substraat (ten eerste: onderscheid tussen hard en zacht substraat, ten tweede: sedimentsamenstelling (litoraal))
- diepte (eerst onderscheid tussen sublitoraal, litoraal en supralitoraal, dan ook onderscheid tussen diep/ondiep sublitoraal en droogvalduur in het litoraal)
- hydrodynamiek (onderscheid sublitoraal hoog- (>80 cm/s maximale stroomsnelheid bij gemiddeld springtij) en laagdynamisch areaal (<80 cm/s))

In het litoraal wordt het onderscheid tussen laagdynamisch en hoogdynamisch gemaakt op basis van een geomorfologische kaart, samengesteld op basis van false-colour luchtfoto's. Deze geeft de (bodem)vormen van en op de platen/slikken weer, die in belangrijke mate worden bepaald door de hydrodynamiek. Daarnaast wordt de opdeling van slibrijke en zandige gebieden ook initieel op basis van de geomorfologische kaart gemaakt, waarna deze in het veld op basis van sedimentsamenstelling uit sedimentmonsters vastgesteld wordt.

1.4 Leeswijzer

Dit technische rapport is de onderbouwing van het synthese-rapport, dat dient als presentatie van de algemene resultaten en conclusies. Dit technische rapport geeft meer inhoudelijk detail en nuance over de verrichtte werkzaamheden, de resultaten en conclusies die wellicht ook af kunnen leiden van het uiteindelijke doel (zie 1.2).

Nadrukkelijk is het niet de bedoeling van deze studie om ecologisch waardevolle en ecologisch arme gebieden in de Westerschelde te definiëren aan de hand van abiotische factoren en variabelen (zie in plaats bv. Ysebaert et al. 2016). Er wordt in deze studie daarom ook niet gezocht naar een andere definitie van ecotopen. In plaats daarvan wordt aan de hand van het Zee Ecotopen Stelsel (ZES) de strekking dat het zogenaamde laagdynamisch areaal ecologisch waardevoller is dan het zogenaamde hoogdynamisch areaal getest.

Omdat zo veel mogelijk nuance in dit technische rapport staan is het niet verstandig of raadzaam om details uit dit rapport in een andere context of op zich zelf te gebruiken zonder de context van deze studie volledig mee te nemen.

2. KENNISVRAGEN

Van de huidige plaatrandstoringen in de Westerschelde is nog niet voldoende bekend in hoeverre ze effectief ecologisch waardevol areaal opleveren. Op een aantal plaatsen breidt het areaal laagdynamisch gebied door plaatrandstoringen uit ten koste van hoogdynamisch gebied. Een vraag die daarbij rijst is

(1) of laagdynamische zones per definitie ecologisch waardevoller zijn (in termen van biomassa, abundantie, soortenrijkdom en soortensamenstelling, zie 2.1) en hoe die waarde zich dan verhoudt tot die in het hoogdynamisch areaal.

Ten opzicht van het beleid van plaatrandstoringen levert dit twee bijkomende vragen op:

(2a) of plaatrandstoringen effectief zijn in het creëren van ecologisch waardevol areaal en

(2b) of dat gecreëerde areaal op langere termijn duurzaam is in ecologische waarde.

2.1 Indices

Door vast te stellen wat de waarde / karakterisering is van laagdynamisch areaal (vraag1) kan bepaald worden of de ecologie in de gesuppleerde gebied voldoende gelijkenissen vertoont om ze als laagdynamisch te karakteriseren (vraag 2a) en of deze karakterisatie duurzaam is in de tijd (vraag 2b).

In 2016 is zowel de studie met historische data gestart, als een bemonsteringscampagne opgezet en uitgevoerd om deze vragen te kunnen beantwoorden. In deze memo worden de resultaten van de data-analyse gepresenteerd.

Als eerste stap om deze vragen te beantwoorden, is in samenspraak met de opdrachtgever en stuurgroep vastgelegd hoe ecologische waarde omschreven en bepaald kan worden. Hieronder een samenvatting:

Een zone is 'waardevoller' als deze meer waarde/belang heeft voor het ecologisch functioneren van het systeem. De waarde van (semi)natuurlijke gebieden kan vanuit verschillende perspectieven beschouwd worden. Men kan onder andere kijken naar de economische, sociale en ecologische waarde (Newcome et al., 2005). Hierbij kan men onderscheid maken tussen ecosysteemgoederen, zoals voedsel en materialen, en ecosystemendiensten. Ecosystemendiensten kunnen bijvoorbeeld bestaan uit afbraak van organisch afval, productie van voedsel voor menselijk gebruik, recirculatie van nutriënten, bescherming tegen extreme weersinvloeden, vastlegging van koolstof, maar ook uit esthetische of culturele waarden. Alle ecosystemendiensten zijn afhankelijk van het goed ecologisch functioneren van gebieden. De ecologische waarde staat aan de basis van andere waarden.

In deze studie worden twee soorten waardes onderscheiden:

1- de waarde die niet afhangt van benutting door de mens of andere organismen, maar van ecosysteemgoederen, hier intrinsieke of fundamentele waarde genoemd.

2- de waarde die de aanwezige organismen en de habitat hebben voor andere gebieden en soorten, inclusief de mens (extrinsieke of instrumentele waarde).

Ecologische waarde kan uiteengezet worden in intrinsieke waarde; wat leeft er (vnl in de bodem)? en extrinsieke waarde; welke (voedsel)functie vervult het voor vogels (steltlopers en visetende vogels)?

Deze twee typen waarden kunnen op verschillende manieren tot uiting gebracht worden:

1. Intrinsieke waarde (benthos)
 - a. Biodiversiteit
 - i. Soortenrijkdom
 - ii. Soortensamenstelling
 - b. Abundantie en biomassa
2. Extrinsieke waarde als voedselbron (voor vogels)
 - a) Voedselaanbod en beschikbaarheid benthos
 - b) Voedselaanbod en beschikbaarheid vis

Er werd hierbij ook vastgesteld dat de nadruk kwam te liggen op de intrinsieke waarde, omdat bruikbare data van vogels en vissen ontbreekt waar het gaat om gebruik van vogels op, en aanwezigheid van vissen in verschillende ecotopen.

3. ECOLOGISCHE WAARDE

3.1 Intrinsieke waarde

Het begrip ‘intrinsieke waarde’ wordt hier gehanteerd zoals traditioneel in de ecologie gebruikelijk is, zonder filosofische discussie en verfijning (Green 1996). De intrinsieke waarde kan uitgedrukt worden in biodiversiteit en haar zeldzaamheid en kwetsbaarheid. Hiervoor worden biodiversiteitsindices gehanteerd en wordt tevens bepaald hoe zeldzaam, kwetsbaar en vervangbaar de soortengemeenschap met haar habitat is. Ook kan gekeken worden naar natuurlijkheid en integriteit, die aangeven hoe oorspronkelijk en intact soortengemeenschap en habitat zijn en hoe anthropologische invloeden daar op in hebben gespeeld.

Van alle gemonitorde biota in de Westerschelde is alleen bodemfauna (benthos) direct te koppelen aan een laag- of hoogdynamische zone. Benthos vormt daarom het uitgangspunt voor het bepalen van intrinsieke waarde van laag- en hoogdynamische zones. Bij de bepaling van intrinsieke waarden zoals biodiversiteit zijn een voldoende aantal monsters en met name ook een goede verdeling over (deel)gebieden nodig. In de analyse wordt gezocht naar de grootst mogelijke ruimtelijke indeling en/of langst mogelijke tijdspanne (om te zorgen voor veel monsterpunten) die verschillen in biodiversiteit tussen zones aantonen.

Materiaal & Methode

STANDAARD MONITORING EN BEMONSTERINGSCAMPAGNES PLAATRANDESTORTINGEN

Voor deze studie heeft de opdrachtgever alle ecologische data verzameld in de Westerschelde ter beschikking gesteld. In bijzonder zijn voor de analyses in dit rapport macrozoobenthos-data gebruikt. Een belangrijk selectie criterium was dat de verschillende datasets verenigd konden worden in 1, zonder dat er op kwaliteit of kwantitatieve informatie ingeboet moest worden. Dit heeft tot een drietal historische datasets geleid. De gebruikte datasets worden hier kort toegelicht.

In de Monitoring Waterstaatkundige Toestand des Lands (MWTL) wordt elk jaar bodemdieren bemonsterd (soortensamenstelling, gewicht en aantal per soort), ook in de Westerschelde. In de Westerschelde wordt bemonsterd met de Reineck boxcorer (sublitorale monsters) en steekbuizen (litorale monsters). Voor de MWTL-dataset zijn datafiches (methoden, rapporten) beschikbaar (volg link [MWTL-dataset](#)). Van deze dataset is de periode 1992-2014 gebruikt; de data van 2015 was bij de start van dit project nog niet beschikbaar.

In het kader van proefstortingen hebben aanvullende monitoringsactiviteiten plaatsgevonden op de Plaat van Walsoorden (2004-2008) en de Rug van Baarland (2007-2008) met dezelfde methoden als in het MWTL-programma, zowel in het sublitoraal als in het litoraal (van der Wal et al. 2010).

AANVULLENDE MONITORING

Op de droogvallende platen (het intertidaal of litoraal) en op de permanent overstroomde delen (het subtidaal of sublitoraal) in de Westerschelde werden in het najaar van 2016 monstercampagnes uitgevoerd volgens de MWTL methodiek (Naber, 2014) RWSV 913.200 versie 4 van Rijkswaterstaat voor de bemonstering van macrozoobenthos (benthos). Er zijn op 7 locaties sublitoraal (zie Figuur 42, Figuur 43, Figuur 48, Figuur 50, Figuur 53, Figuur 54, Figuur 55) en 9 locaties litoraal (zie Figuur 37 t/m Figuur 50) 2 raaien bemonsterd, 1 in hoog- en 1 in laagdynamisch areaal. In het litoraal werden 9 monsters per raai genomen, in het sublitoraal 7. Dit resulteerde in 162 litorale en 84 sublitorale macrozoobenthos monsters en evenveel sedimentsamples (zie Tabel 23 en Tabel 24). De plaatsing van raaien gebeurde op basis van de ecotoopkaart van 2015 en de meest recente stromingskaart toen beschikbaar, om het onderscheid tussen hoogdynamische en laagdynamische raai in fysische abiotische factoren zeker te stellen.

Daarnaast zijn in dezelfde periode sonarmetingen uitgevoerd om dichtheden van vis te bepalen (2 locaties, per locatie zowel hoog- als laagdynamisch sublitoraal), en laagwatervogeltellingen uitgevoerd (4 locaties, per locatie hoog- en laagdynamisch litoraal).

De bemonstering en metingen hadden de volgende 3 doelen:

- 1) De vergelijking tussen hoog- en laagdynamisch habitat binnen een gebied (litoraal of sublitoraal) met zo klein mogelijke ruimtelijke (en temporele) variatie. Deze vergelijking kan gemaakt worden voor zowel benthos als vis en vogels.
- 2) De vergelijking binnen west/midden/oost Westerschelde van een impactgebied versus een 'controle/referentie' gebied. Deze vergelijking is alleen mogelijk met benthos gegevens.
- 3) De combinatie van benthosmetingen met vogeltellingen en vis-sonarmetingen maken.

KOPPELING DATASETS

Deze drie datasets met bodemleven verzameld en geanalyseerd dmv MWTL methodiek zijn samengevoegd tot 1 dataset. Om dit te kunnen doen zijn een aantal aanpassingen uitgevoerd.

Behandeling biotische vermeldingen

Om vergelijkingen in indices, zoals soortensamenstelling, tussen hoog- en laagdynamisch niet te laten beïnvloeden door artefacten in de dataset en verschillen in naamgeving tussen datasets is op basis van Ysebaert et al. (2016) de soortenlijst van de dataset aangepast. Synoniemen (gebaseerd op vermeldingen in WoRMS) zijn gegroepeerd. Ook gevallen met een enkele soortvermelding (of met meerdere synoniemen) in combinatie met vermelding van het genus zijn samengevoegd (bv. *Ensis* en *Ensis directus*). Individuen die vanwege beschadiging of fragmentatie slechts gedetermineerd zijn op klasse of phylum niveau zijn verwijderd (Animalia, Arthropoda, Ascidiacea, Bivalvia, Bryozoa, Crustacea, Gastropoda, Hydrozoa, Pycnogonida en Chaetognata). Twee klasse-aanduidingen die niet tot op soort worden gedetermineerd omdat te veel tijd en geld kost zijn bewaard gebleven: Nemertea en Oligochaeta.

Dit leverde een dataset op met biotische dichtheidsvariabelen (Tabel 1).

Tabel 1: biotische variabelen uit samengestelde dataset

Per monster:
Aantal soorten
Aantal individuen/m ²
Asvrij drooggewicht g/m ²
Per soort:
Aantal individuen/m ²
Asvrij drooggewicht g/m ²

Koppeling in GIS

Na het opschonen van de biotische vermeldingen is de dataset gekoppeld aan ruimtelijke kaarten van verspreiding van abiotische variabelen dmv ARC GIS (zie List of GIS data.xls). Hiervoor zijn de locatievermeldingen (lat, long) van elk monsterpunt gebruikt en het jaartal van de biotische bemonstering.

De biotische dataset is gekoppeld aan:

1. Jaarlijks vernieuwde bathymetrie kaarten. Hieruit is voor elk biotisch monsterpunt de hoogteligging of diepte bepaald in m NAP.
2. Stromingskaarten stammend van modelberekeningen van het Waterbouwkundig Laboratorium gebruikt vanaf 2009. Deze zijn gebruikt om ecotoopkaarten te fabriceren (zie 3.) en leveren voor de biotische monsterpunten vanaf 2009 een aantal variabelen: Vmax (maximale stromingssnelheid), int (het interval dat de stromingssnelheid boven de 0,65m/s is), maxvl (de maximale stromingssnelheid bij vloed), maxeb (de maximale stromingssnelheid bij eb).
3. Ecotoopkaarten (gemaakt in voor 1996, 2001, 2004, 2008, 2010-2012). Hieruit werd naast het ecotoop van het monsterpunt ook de droogvalduur bepaald.

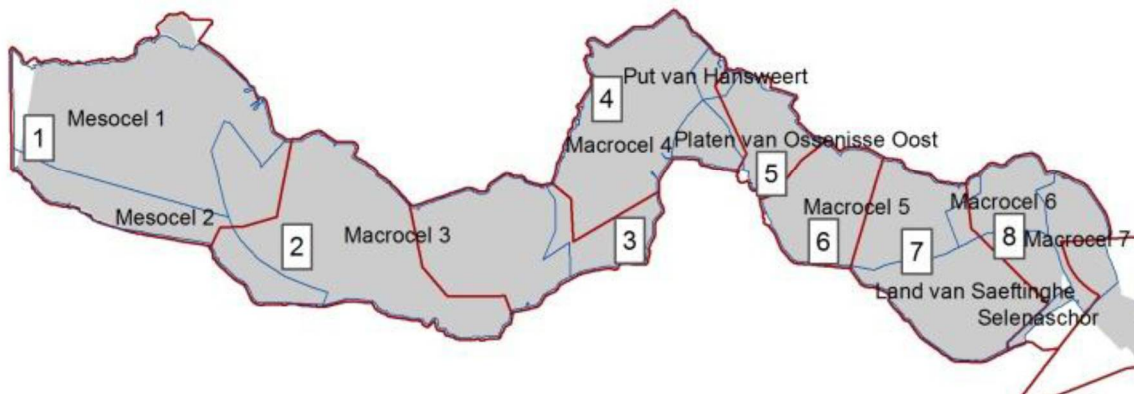
Alle gekoppelde abiotische variabelen en factoren (Tabel 2) zijn gebruikt in PERMANOVA om verschillen in soortensamenstelling tussen monsterpunten abiotische te verklaren (zie Stap 1: PERMANOVA).

Naast kaarten van abiotische variabelen en factoren zijn ook kaarten van verschillende ruimtelijke indelingen gekoppeld.

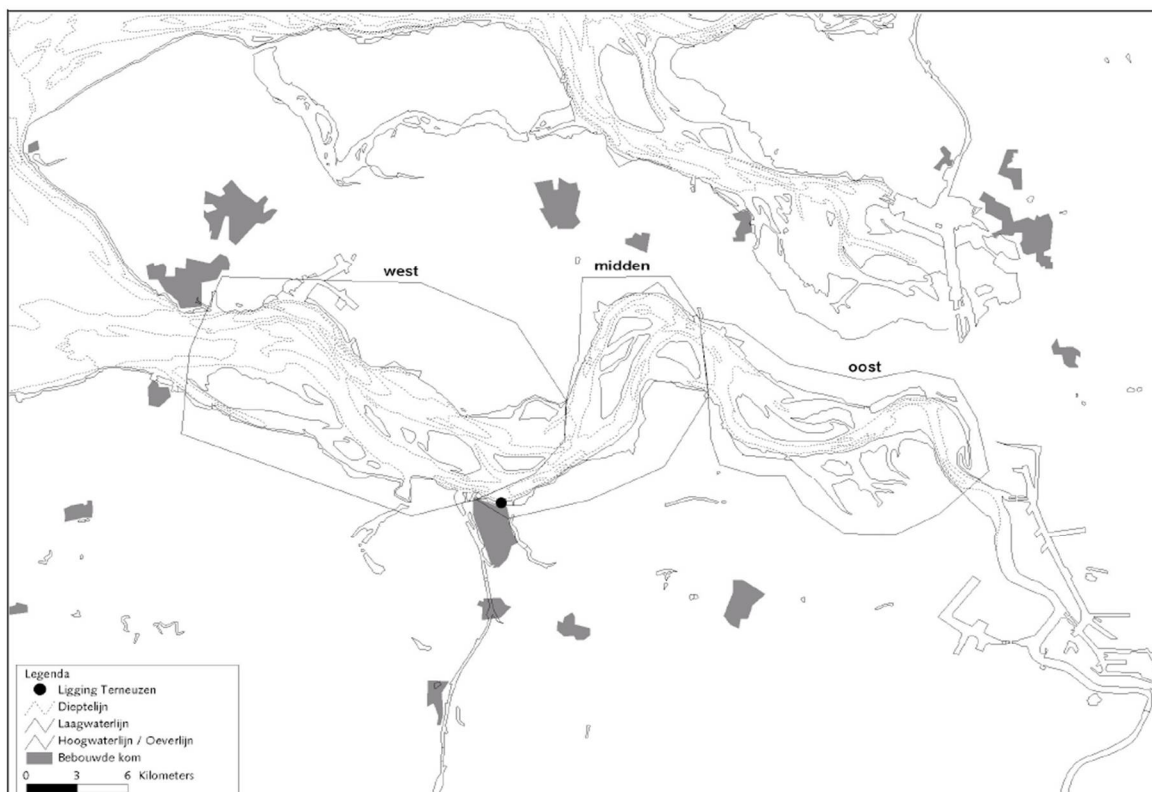
- Macro- en Mesocellen (zie Figuur 2)
- OMES-saliniteit (zie Figuur 2)
- sektor (oost, midden, west, zie Figuur 3)
- naamgeving vd platen, slikken en wateren
- baggerzones
- stortvakken

Bij elk type analyse wordt, waar mogelijk ten aanzien van het aantal beschikbare monsterpunten, ingezoomd van het ruimtelijk niveau van de gehele Westerschelde tot aan plaat- en geul-niveau. Frequent gebruikt in het kader van de Scheldemonitor zijn de meso- en macrocellen (morfologische indeling) en de OMES-zones (ecomorfologische indeling) (zie

Figuur 2). Ook deze ruimtelijke indelingen worden gebruikt in analyse. In PERMANOVA (zie Stap 1: PERMANOVA) zijn alle ruimtelijke indelingen gebruikt als factor om verschillen in soortensamenstelling tussen monsterpunten ruimtelijk te verklaren (zie Ruimtelijk).



Figuur 2: Meso- en macrocellen en OMES-zones (omkaderde cijfers) in de Westerschelde. Uit: T2009-RAPPORT SCHELDE-ESTUARIUM.



Figuur 3: Sektor gebieden in de Westerschelde, west, midden en oost.

Conform het MWTL-protocol is bij alle biotische monsternames in de Westerschelde ook een sedimentmonster genomen en geanalyseerd. Het sedimentmonster is geanalyseerd op fractie van korrelgrootte (bv %silt), de korrelgrootteverdeling (bv D50), het organische koolstofgehalte bij 550°C en het gehalte aan CaCO₃ bij een temperatuur van 800°C. Ook deze

variabelen zijn meegenomen in analyses (zie Tabel 2). Met name de siltfractie (>25% silt) wordt gebruikt ter verificatie van het slibbig laagdynamisch litoraal. Boven de 25% silt wordt het ecotoop als slibbig gekenmerkt, daaronder als fijnzandig (zie Figuur 1). Deze factor is daarom ook apart meegenomen in analyses.

Tabel 2: alle gekoppelde abiotische variabelen en factoren

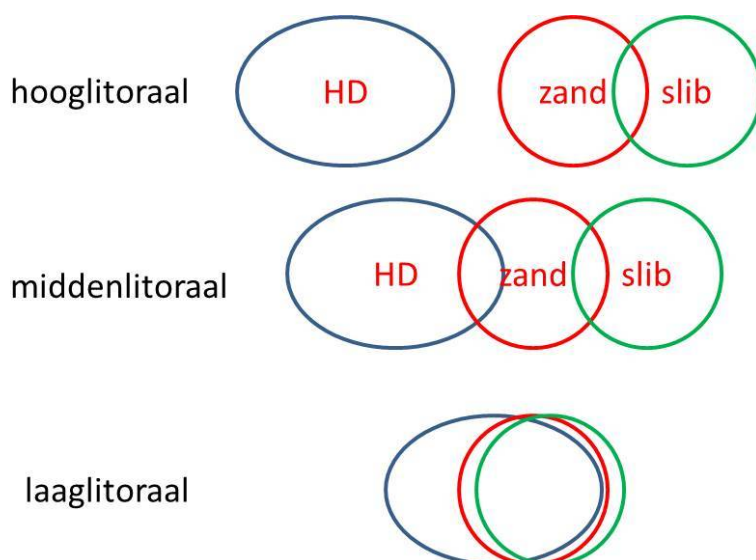
Factoren (aantal)	variabelen
Jaar (22)	Hoogte-/diepteligging
Ecotoop (9)	Interval >0.65m/s
Droogvalduurklasse (3)	Maximale ebstroomsnelheid
Macro- en Mesocellen (7)	Maximale vloedstroomsnelheid
OMES-saliniteit (8)	Maximale stroomsnelheid
Sektor (3)	Korrelgrootteverdeling
platen, slikken en wateren (49)	Korrelgroottefractie
baggerzones (99)	Koolstofgehalte
stortvakken (3896)	CaCO ₃ -gehalte
>25% silt (2)	

Voorjaarsmonsters, 2009-, ecotoopjaren

De multivariate verdeling alsook de dichtheid en biomassa binnen ecotopen en binnen jaren bleek significant bepaald te worden door het verschil in voorjaars- en najaarsmonsters. Hierop zijn de voorjaarsmonsters verwijderd uit de dataset. Dit heeft tot gevolg dat het aantal monsters genomen voor 2009 bijna gehalveerd is (ook bij aanvullende monitoring van Rug van Baarland en Plaat van Walsoorden). Vanaf 2009 zijn binnen MWTL alleen najaarsmonsters genomen.

Droogvalduurklassen, hoogte- diepteligging

Als eerste stap in de analyse van de historische datasets werd gekeken naar de biodiversiteit in diverse ecotopen aan de hand van een aantal biodiversiteitsindices. Er blijkt een correlatie te zijn tussen enerzijds de mate van verschil in biodiversiteit tussen hoog- en laagdynamisch en anderzijds de hoogteligging (zie Figuur 4). Binnen het hooglitoraal (gemiddelde droogvalduur >75%) zijn de verschillen tussen hoog- en laagdynamisch areaal het grootst. Hoe lager gekeken wordt op een plaat, hoe kleiner het verschil in biodiversiteit. Zo is gemiddeld over de tijd en ruimte gezien het verschil in het ondiepe sublitoraal (ondieper dan -8m NAP) het kleinst. Daarnaast wordt op het laagdynamisch litoraal onderscheidt gemaakt tussen een fijnzandig en een slibbig laagdynamisch ecotoop. Het slibbig laagdynamisch litoraal is qua biodiversiteit het meest uitgesproken verschillend van het hoogdynamisch litoraal (onafhankelijk van hoogteligging). Het laaggelegen litoraal (<25% droogvalduur) is vergeleken met het hoger gelegen litoraal (>25% droogvalduur) ecologisch armer; het is minder biodivers en herbergt een lagere dichtheid bodemdieren. Het verschil tussen ecotopen in het sublitoraal ligt in lijn met dit schema in Figuur 4 (nog kleinere verschillen met nog lagere dichtheden). Een uitzondering vormen daarop de sublitorale (ecologisch waardevolle) schelpdierbanken die zelfs de biodiversiteit en dichtheid op het litoraal overtreffen.



Figuur 4: Schematische weergave van verschil in indices (dichtheid, soortensamenstelling, soortenrijkdom) tussen de litorale ecotopen op zandplaten in de Westerschelde. Variatie in indices per ecotoop (uitgedrukt in 2D als index per jaar, per monsterpunt, etc) wordt weergegeven dmv een cirkel. HD=hoogdynamisch, zand= laagdynamisch fijnzandig, slib= laagdynamisch slibbig. Hooglitoraal: >75% droogvalduur, Middenlitoraal 25%-75% droogvalduur, Laaglitoraal >0-25% droogvalduur.

Vanwege deze duidelijke trend in de data over deze droogvalduurklassen op elke ruimtelijke schaal zijn bij elke volgende analyse droogvalduurklassen apart gehouden. Hiertoe is ook het hoogdynamische ecotoop in droogvalduurklassen opgedeeld en het sublitoraal verdeeld in diep en ondiep door gebruik van hoogte-diepteligging per monsterpunt. Hoewel dit de analysemogelijkheden beperkte, vanwege de beperking van het aantal monsterpunten per analyse in elke droogvalduurklasse, verminderde dit de variatie binnen ecotopen en verduidelijkte daardoor de verschillen tussen ecotopen.

Tabel 3: het aantal monsterpunten in de standaard MWTL-monitoring (1992-2014) over de gehele Westerschelde, in de bemonsteringscampagnes op de Rug van Baarland RvB (2007) en de Plaat van Walsoorden PWO (2004-2008) en de aanvullende monitoring voor plaatrandstortingen (PRS) in 2016.

MWTL 1992-2014	Hoogdynamisch		Laagdynamisch	
droogvalduurklasse			zand	slib
hooglitoraal	213		116	35
middenlitoraal	279		327	192
laaglitoraal	25		76	31
			diep	ondiep
sublitoraal	1505		31	45

RvB 2007	Hoogdynamisch		Laagdynamisch	
droogvalduurklasse			zand	slib
middenlitoraal	15		5	
laaglitoraal	1			
				ondiep
sublitoraal	18			2

PRS 2016	Hoogdynamisch		Laagdynamisch	
droogvalduurklasse			zand	slib
middenlitoraal	81		60	21
ondiep sublitoraal	42			42

PWO 2004-2008	Hoogdynamisch		Laagdynamisch	
droogvalduurklasse			zand	slib
hooglitoraal	2		19	8

middenlitoraal	63		11	12
laaglitoraal	6			
sublitoraal	275			

STATISTISCHE ANALYSE METHODEN

Voor de verschillende indices voor ecologische waarde zijn verschillende statistische tests uitgevoerd. Alle statistische analyses zijn uitgevoerd in R version 3.3.0 (2016-05-03, R Core Team, 2016). Monsterpunten zijn altijd ingedeeld in verschillende hoogteklassen.

Dichtheid en Soortenrijkdom

De dichtheidsvariabelen en soortenrijkdom uit de samengestelde dataset zijn vergeleken tussen hoog- en laagdynamische ruimtelijke eenheden. Analyse werd aanvankelijk opgestart voor alle mogelijke groottes van ruimtelijke eenheden, van ecotoop op een plaat of in een water tot sectoren en de gehele Westerschelde en alle mogelijke tijdseenheden. Per tijdseenheid (per jaar of gemiddelden per periode) zijn verschillen tussen ecotopen getest met een one-sided T-test. Uit de test op de data bleek dat met de jaarlijkse standaard monitoring (1992-2014) geen significante resultaten worden verkregen op kleinere ruimtelijke schaal dan sectoren (oost, midden, west). Vaak komt dit door een gebrek aan monsterpunten in vnl het laagdynamisch areaal (zie ook Tabel 21). In het sublitoraal was het zelfs zo dat er geen onderverdeling in diepteligging gemaakt kon worden omdat dan monsterpunten in het hoogdynamische sublitoraal compleet ingedeeld wordt in het diepe en met de monsterpunten in het ondiepe laagdynamische sublitoraal geen vergelijking gemaakt kan worden.

Soortensamenstelling

Stap 1: PERMANOVA

We voeren een PERMANOVA toets (Anderson, 2001) uit op verschillende factoren die de variatie in soortensamenstelling kunnen verklaren, zoals “jaar”, “ecotoop” (zie Tabel 2). Hierbij worden monsterpunten gegroepeerd aan de hand van de onderzochte factoren. Het verschil in ‘gemiddelde soortensamenstelling’ wordt vervolgens getoetst met PERMANOVA.

Stap 2: nMDS

Patronen in de verdeling over ruimte en tijd van de levensgemeenschappen zijn gevisualiseerd met de ordinatietechniek nMDS (non-Metric MultiDimensional Scaling) gebaseerd op een similariteitsindex (Bray-Curtis similarity index). Er wordt een matrix gemaakt, die voor elke soort op elk station de abundantie (in aantallen of biomassa) weergeeft. Vervolgens wordt de gelijkheid tussen de stations berekend aan de hand van de similariteitsindex, en omgezet in een afstanden tussen de stations (afstand = 1-gelijkheid): hoe groter de afstanden tussen de stations, hoe minder hun levensgemeenschappen op elkaar lijken.

In nMDS wordt vervolgens een 2-dimensionale grafiek gemaakt, waarop alle stations worden gepositioneerd (cijfers in nMDS-plots). De positie van de stations is door berekening zo gekozen, dat de onderlinge afstanden tussen de stations zo goed mogelijk overeenstemmen met de 'afstanden' tussen hun levensgemeenschappen die eerder zijn berekend. In de

zogenaamde stress waarde wordt aangegeven in welke mate dit is gelukt; hoe hoger de stress, hoe gebrekiger de voorstelling. Over het algemeen wordt een bovengrens van stress gesteld op 0.25. De eenheden op de assen van deze grafiek zijn relatief, en hebben noch een absolute betekenis, noch een fysische dimensie (non-metric).

PERMANOVA gaat uit van een gelijkaardige multivariate verdeling tussen groepen; de verdeling van monsterpunten in het nMDS-plot binnen elke in PERMANOVA geteste groep moet gelijkaardig zijn om betrouwbare resultaten te verkrijgen. Wanneer dit niet het geval is kan het verschil in multivariate verdeling significantie voor een factor veroorzaken. In de meeste van die gevallen is de variatie die verklaard wordt mbv R^2 -waarde klein (onder de 0.1). Wanneer met groepering van monsterpunten in ecotopen een significant verschil wordt gevonden die de variatie tussen de geteste groepen voldoende verklaren ($R^2 > 0.1$) worden die groepen weergegeven in nMDS-plots omkaderd met een rode lijn. Vervolgens wordt elke nMDS-plot geïnspecteerd op zichtbare verschillen tussen de groepen.

Variabelen en factoren

In analyse van soortensamenstelling en de invloeden daarop moet onderscheid gemaakt worden tussen variabelen en factoren. Locaties met gelijkaardige soortensamenstelling kunnen alleen ingedeeld worden aan de hand van factoren, niet variabelen. Een groep locaties kan van het ene ecotoop zijn en een gezamenlijke stromingssnelheid hebben die bijvoorbeeld ligt boven een kritieke grenswaarde (bv. $>80\text{cm/s}$). Die groep kan echter niet, met de gebruikte methodes, onderscheiden worden van een andere aan de hand van een variërende waarde voor bv. stromingssnelheid. De PERMANOVA-procedure deelt elke verklarende variabele op in een factor, omdat het enkel mogelijk is om te testen of een of meerdere factoren van invloed zijn op de verdeling van monsterlocaties in soortensamenstelling. Wel is apart gekeken naar de verdeling van variabelen, zoals stromingssnelheid, over monsterlocaties en dat vergeleken met de verdeling van de punten over m.n. de factor 'ecotoop'. Indien de verdeling van monsterlocaties anders was over een variabele dan over de factor ecotoop, werd de verklarende waarde van deze variabele ook apart onderzocht. Uit alle uitgevoerde analyses op historische data (>1500) leverde dit wel andere indelingen van monsterpunten op, maar nooit een ander. Deze resultaten zijn om deze reden dan ook niet verder getoond in dit rapport.

Stap 3: SIMPER

Als er een dergelijk verschil gevonden wordt tussen de groepen, kan vervolgens aan de hand van een SIMPER analyse (Clarke, 1993) worden nagegaan welke soorten het meeste hebben bijgedragen aan het verschil. Door soort voor soort aan de analyse te onttrekken, wordt bekeken welke soorten de geobserveerde verklaarde variatie het meest beïnvloeden. Door de uitkomsten van deze analyse te vergelijken met analyses voor andere locaties en tijdseries kunnen regelmatigigheden ontdekt worden in de onderscheidende soortensamenstelling, waardoor een karakterisering van laagdynamisch areaal in soortensamenstelling mogelijk wordt (zie Resultaten extrinsieke waarde).

3.2 Resultaten intrinsieke waarde

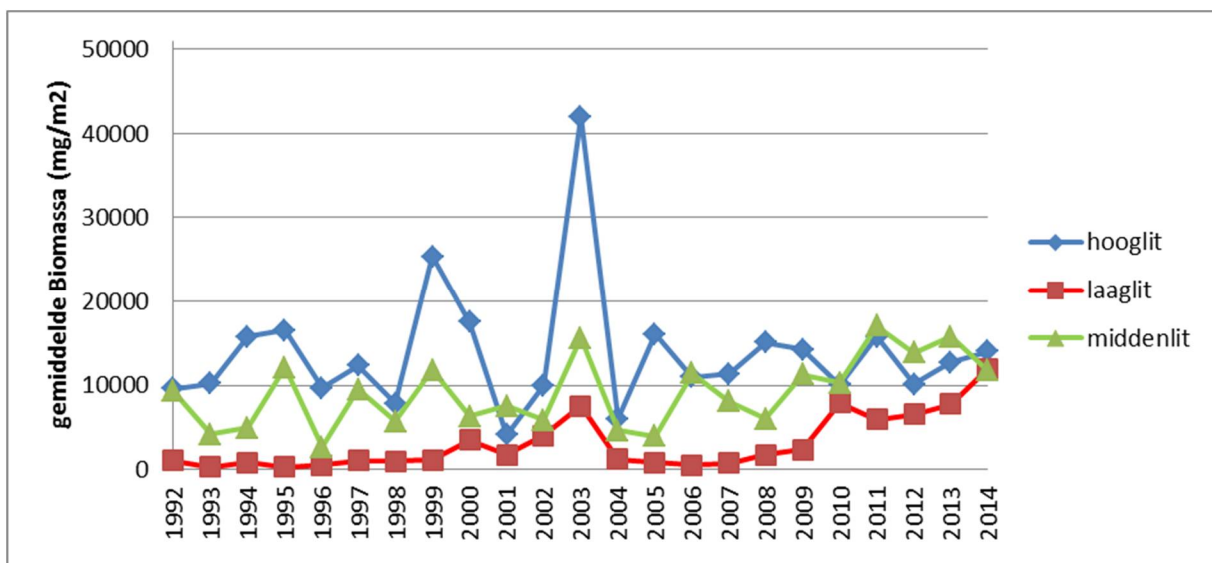
Verschillen in indices tussen LD en HD

DICHTHEID EN SOORTENRIJKDOM

Alle analyses zijn uitgevoerd op zowel de biomassa-gegevens als op de aantallen/m². Hoewel niet alle analyses dezelfde resultaten hebben voor biomassa en aantallen, zijn de overkoepelende conclusies gelijk. Daarom is gekozen om enkel de analyses met biomassa te bespreken, daar dit een onmiddellijke doorvertaling mogelijk maakt richting de voedselbeschikbaarheid voor vogels.

Uit analyse blijkt laagdynamisch litoraal ecologisch waardevoller dan hoogdynamisch litoraal wanneer het soortenrijkdom, abundantie en biomassa betreft.

In Figuur 5 zien we per dvd-klasse de per jaar gemiddelde biomassa over de gehele Westerschelde (hoog- en laagdynamisch samen per dvd-klasse). Hieruit blijkt dat laaglitoraal (laaglit) gemiddeld per jaar minder biomassa heeft dan de andere twee dvd-klassen, terwijl de andere twee dvd-klassen minder onderscheidend zijn. Onderverdelingen in OMES-zones of regio's geven hetzelfde beeld.

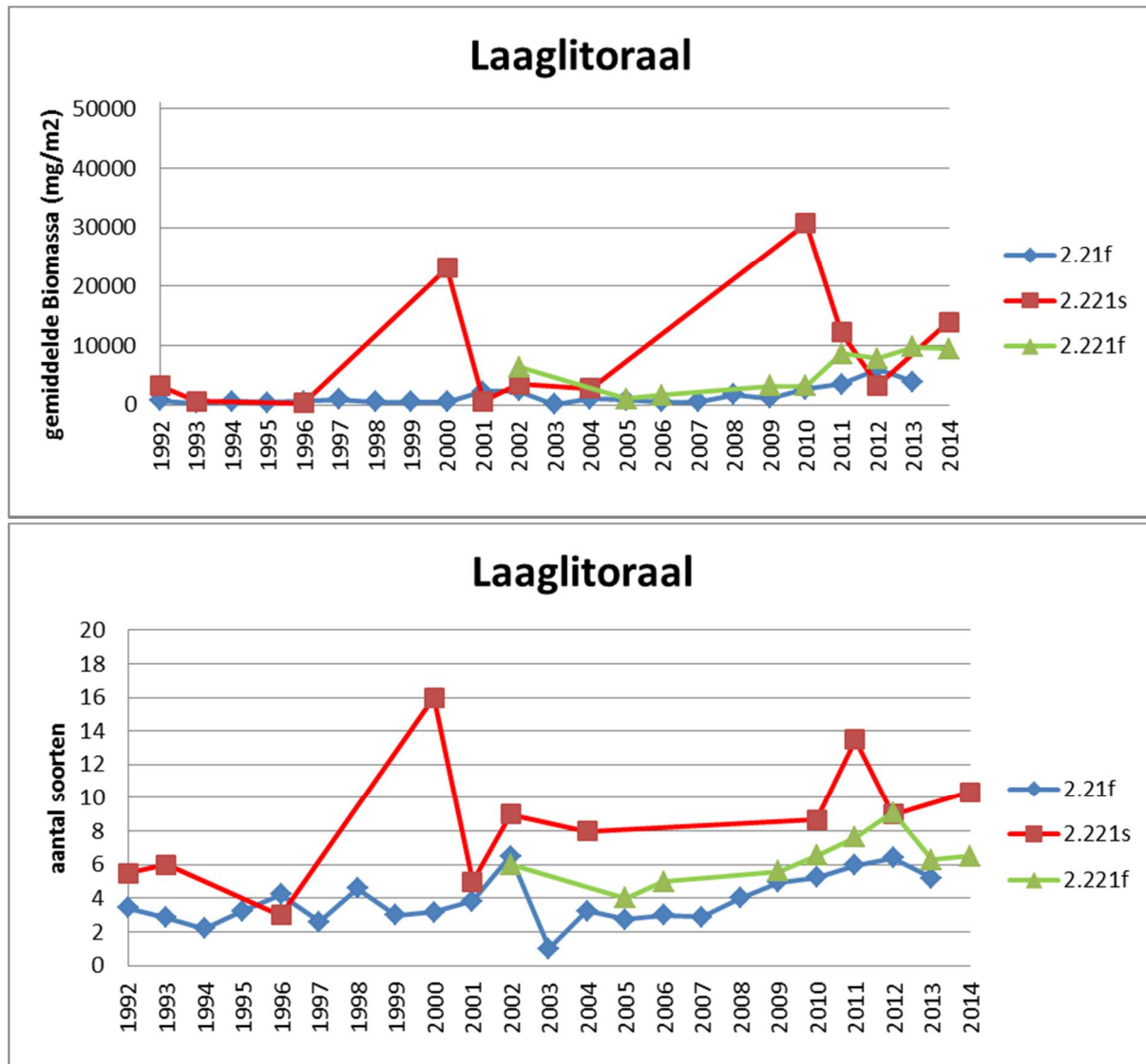


Figuur 5: jaargemiddelde biomassa per dvd-klasse over de gehele Westerschelde. Alleen ecotoopstabiele locaties (geen verandering van ecotoop tussen twee ecotoopkaarten).

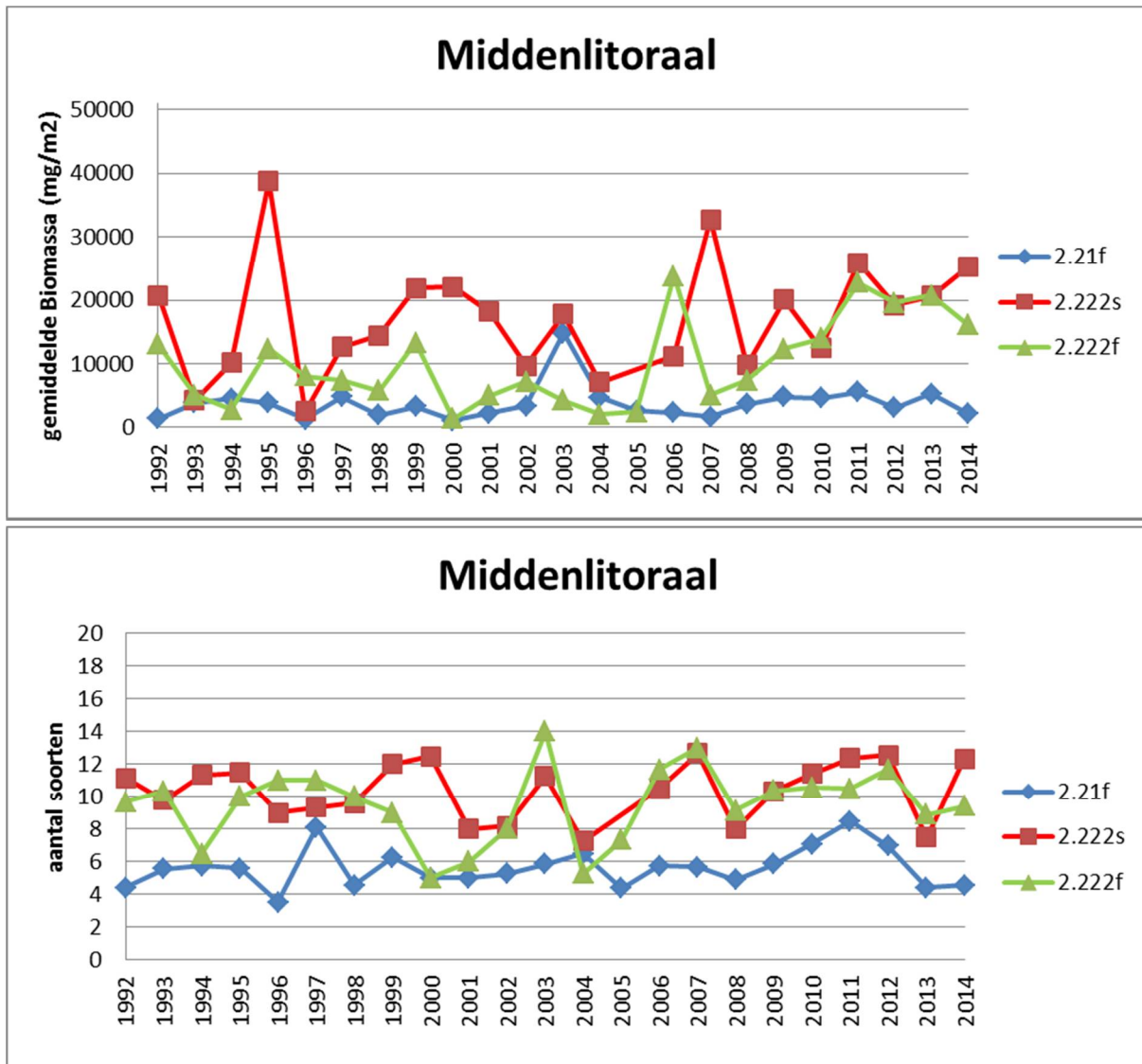
Wanneer hoog- en laagdynamisch areaal binnen de dvd-klassen onderscheiden wordt, is het consistente beeld dat hoogdynamisch areaal minder biomassa en minder soorten bevat (zie Figuur 6 t/m Figuur 8).

Alleen in het hooglitoraal lijkt dit patroon doorbroken te worden (Figuur 8). Hierbij moet echter aangemerkt worden dat het aantal monsterpunten in het hoogdynamisch hooglitoraal Westerschelde-breed zodanig laag is (vnl voor 2009) dat enkele vondsten van hoge biomassa's in dat areaal de gemiddelde biomassa volledig bepalen. Met uitzondering van het

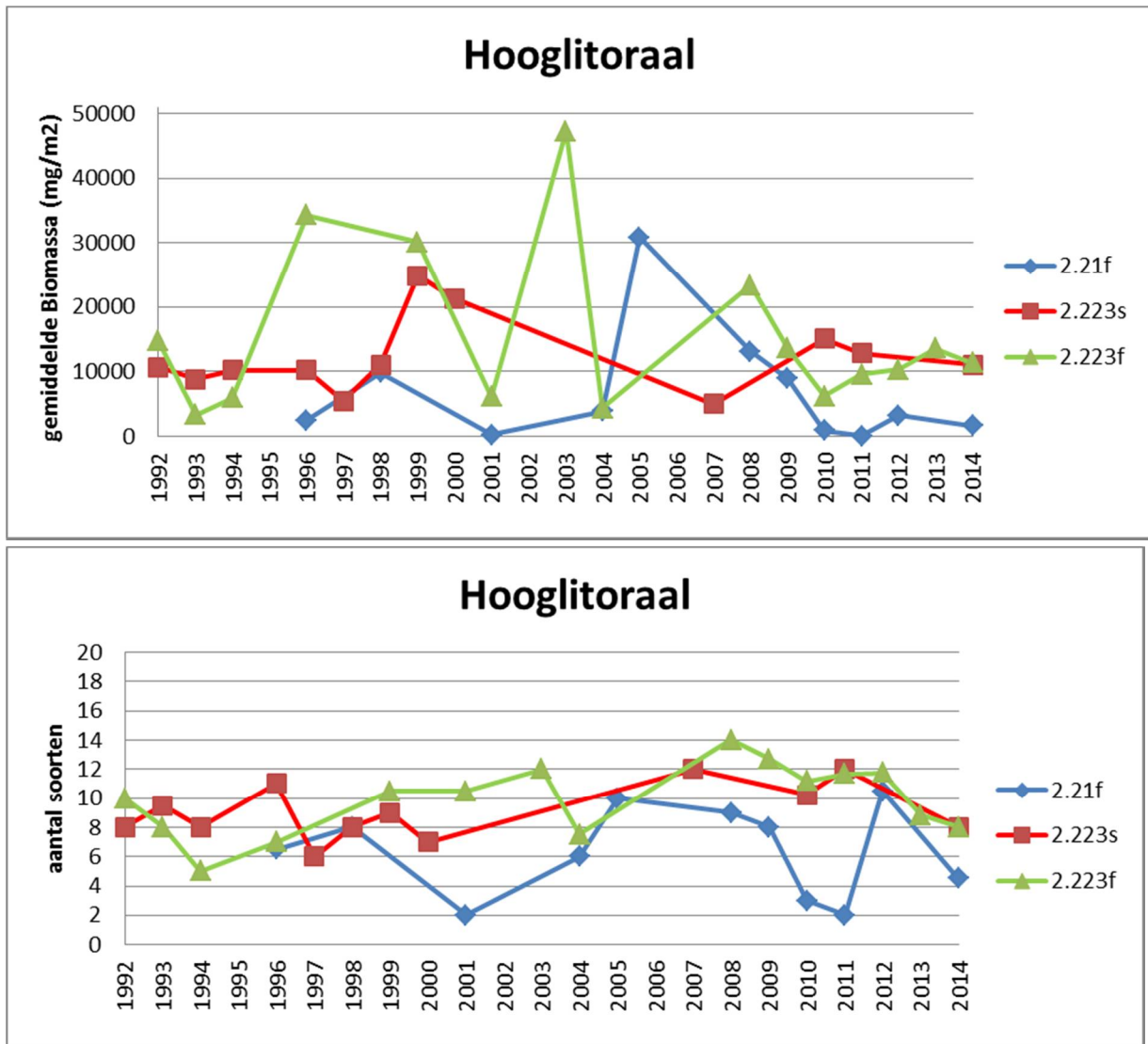
laaglitoraal (Figuur 6), is er geen verschil tussen de biomassa's op het zandig of slibbig laagdynamisch litoraal. Het verschil in het laaglitoraal wordt door een gering aantal monsterpunten bepaald (2.221s in 2000: n=1, 2010: n=3) en niet enkel door de vondst van een enkele soort in grote aantallen/biomassa.



Figuur 6: jaargemiddelde biomassa (boven) en aantal soorten (onder) in het laaglitoraal (dvd 0:25%) over de gehele Westerschelde verdeeld in hoogdynamisch (ZEScode 2.21f), laagdynamisch slibbig (ZEScode 2.221s) en laagdynamisch zandig (ZEScode 2.221f). Alleen ecotoopstabiele locaties (geen verandering van ecotoop tussen twee ecotoopkaarten).



Figuur 7: jaargemiddelde biomassa (boven) en aantal soorten (onder) in het middenlitoraal (dvd 25:75%) over de gehele Westerschelde verdeeld in hoogdynamisch (ZEScode 2.21f), laagdynamisch slibbig (ZEScode 2.222s) en laagdynamisch zandig (ZEScode 2.222f). Alleen ecotoopstabiele locaties (geen verandering van ecotoop tussen twee ecotoopkaarten).



Figuur 8: jaargemiddelde biomassa (boven) en aantal soorten (onder) in het hooglitoraal (dvd 75:100%) over de gehele Westerschelde verdeeld in hoogdynamisch (ZEScode 2.21f), laagdynamisch slibbig (ZEScode 2.223s) en laagdynamisch zandig (ZEScode 2.223f). Alleen ecotoopstabiele locaties (geen verandering van ecotoop tussen twee ecotoopkaarten).

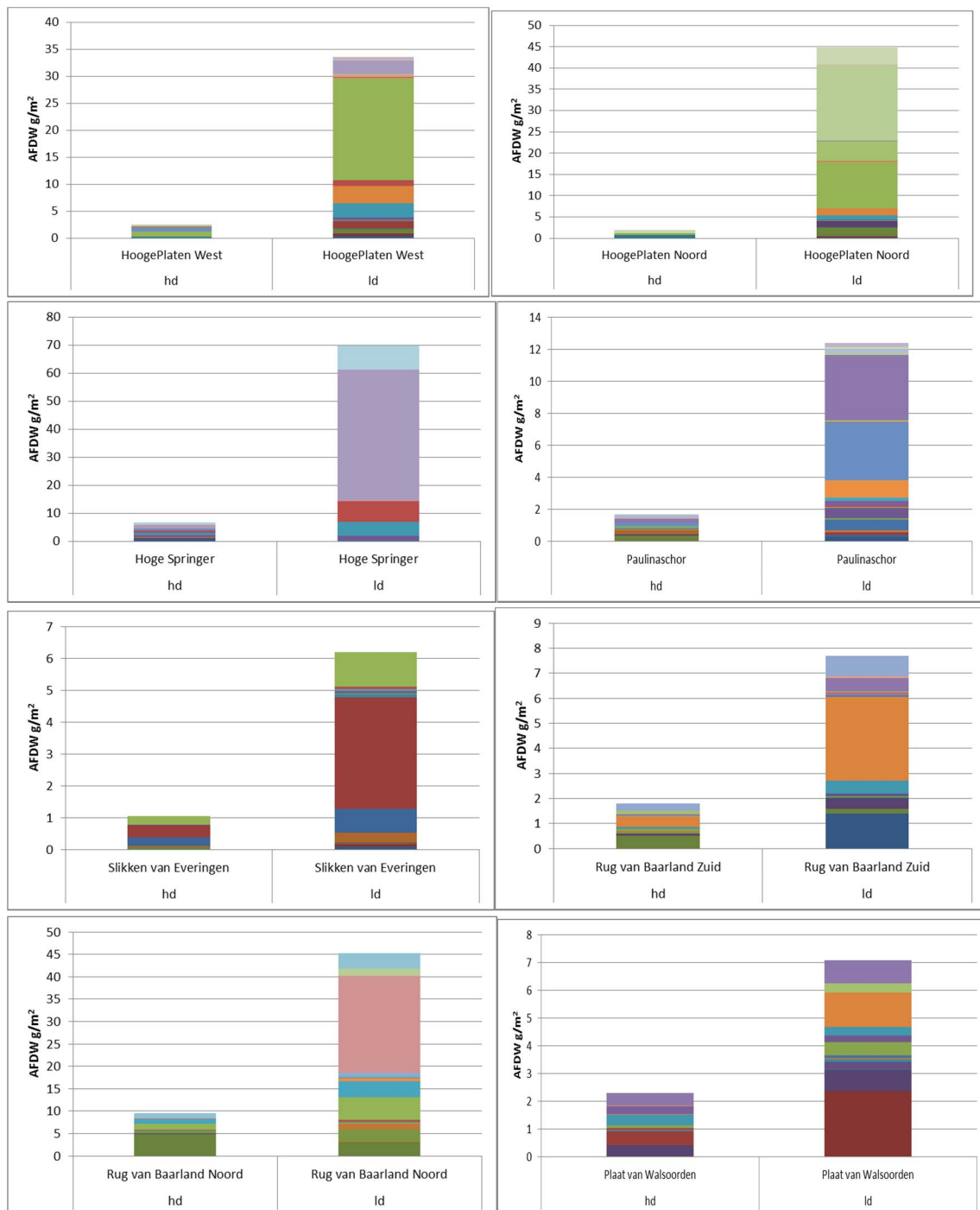
Verdere geografische indeling

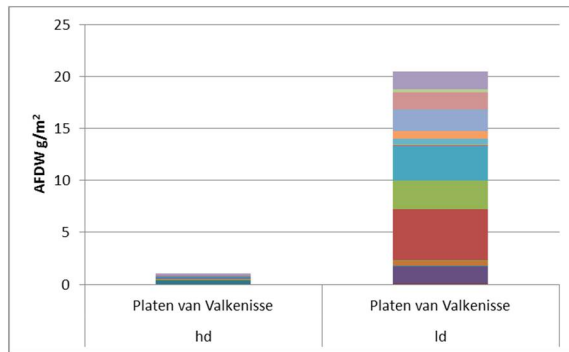
Verdere regionale opsplitsing is heel slecht mogelijk in historische data, door het ontbreken van monitoringsdata op verscheidene jaren per plaat, en levert hierdoor ook geen verandering van inzicht op.

In de aanvullende monitoringscampagne in 2016 zijn alle 172 litorale monsters in het middenlitoraal genomen. Hierdoor kan voor het middenlitoraal per bemonsterde plaat of slik bekeken worden wat het verschil is in dichtheid en soortensamenstelling in 2016.

Uit deze nieuwe data blijkt dat de algemene conclusie dat laagdynamisch litoraal meer biomassa, abundantie en soortenrijkdom bevat, versterkt wordt wanneer we de verschillen bezien tussen hoog- en laagdynamisch litoraal op plaat niveau.

Hoewel per plaat het laagdynamische litoraal altijd meer biomassa (en aantal)/m² vertoont dan het hoogdynamisch litoraal, valt in Figuur 9 ook te zien dat er veel variatie is in de gemiddelde biomassa (over 9 monsterpunten) per raai. Op de Slikken van Everingen, Rug van Baarland Zuid en Plaat van Walsoorden is bijvoorbeeld erg weinig biomassa vastgesteld in het LD in relatie tot de andere raaien in het LD en lijken deze raaien in biomassa meer op die in het HD op andere platen. Dit houdt verband met de korrelgrootte van sedimenten waarin deze bodemdieren gevonden zijn (zie Tabel 8 en Conclusie effectiviteit PRS).





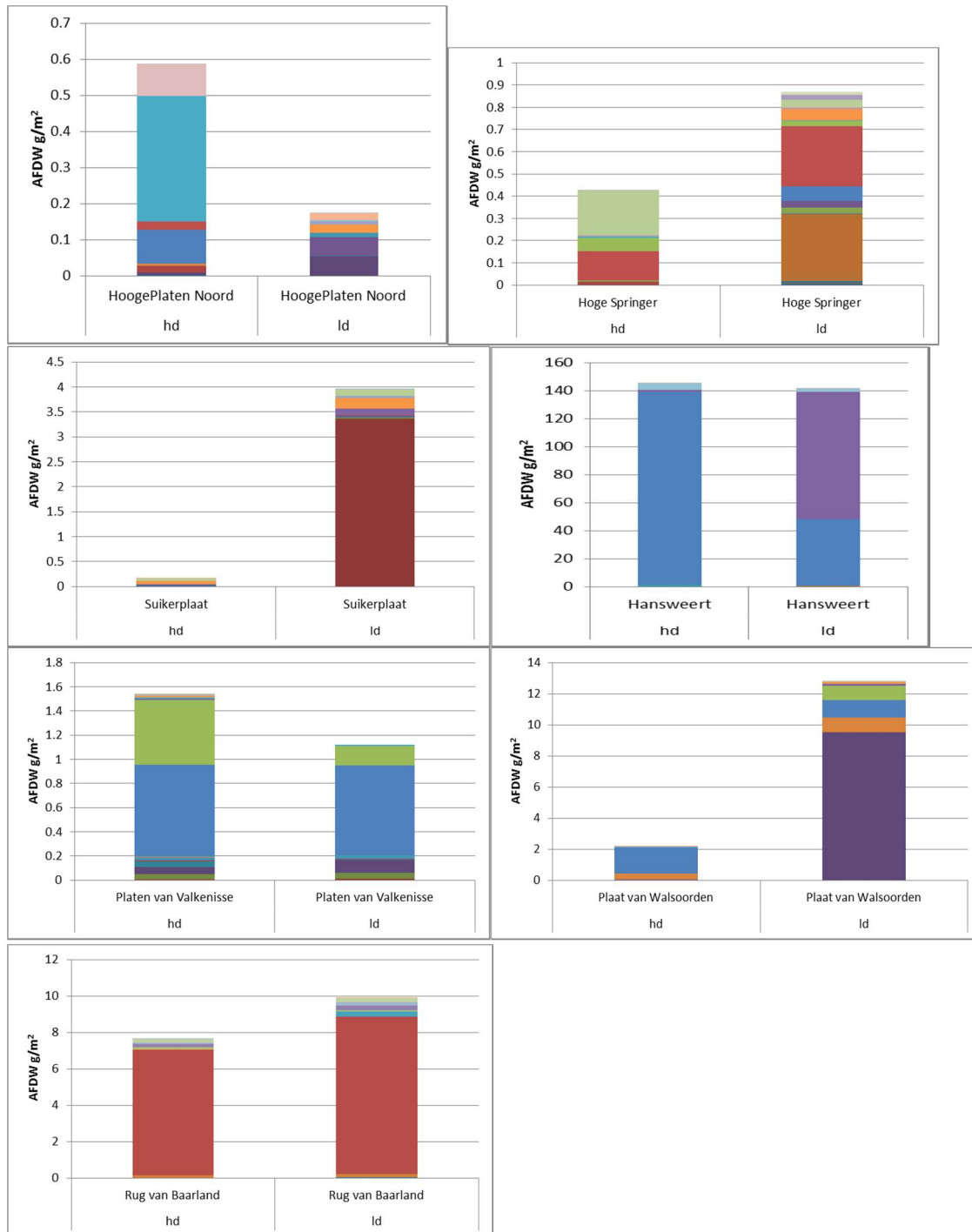
Figuur 9: gemiddelde biomassa AFDW/m² per soort per litorale raai op de platen. Hoogdynamisch (hd, links) en laagdynamisch (ld, rechts)

sublitoraal

Zoals eerder vermeld bleek het niet mogelijk om een vergelijking per hoogteklaas in het sublitoraal te maken tussen ecotopen met de historische data. De aanvullende data uit 2016 maakt een vergelijking per locatie mogelijk.

Hier komt een zeer divers beeld uit (Figuur 10). Tussen locaties is er veel verschil in dichtheid. De raaien genomen aan Hansweert zijn op afstand de meest rijke monsterpunten gemiddeld (zowel HD als LD). De sublitorale locaties aan de Hooge Platen Noord behoren samen met die in de Springergeul (HS) en in de Zimmermangeul (PvV) tot de locaties met de minste biomassa in zowel de HD- als de LD-raai. Ook de HD-raai aan de Suiker-/Middelplaat bevat weinig biomassa. Wat meer biomassa bevatten de monsters in het Middelgat (RvB), Schaar van Valkenisse (PWO) en de LD-raai aan de Suiker-/Middelplaat. Alleen de verschillen tussen raaien (HD en LD) op de Hooge Platen Noord, Plaat van Walsoorden en de Suikerplaat zijn significant verschillend (T-test, $p < 0.05$). Hierbij moet opgemerkt worden dat bij de sublitorale monsternamen aan de Platen van Valkenisse waarschijnlijk enkel punten gemonsterd zijn met een lage ecologische waarde, terwijl beide typen raaien bemonsterd aan de Rug van Baarland en Hansweert zodanig veel biomassa en soorten bevatten dat ze allen een hoge ecologische waarde vertegenwoordigen.

Aan de hand van abundantie, biomassa en soortenrijkdom kan dus niet geconcludeerd worden dat de gebieden gedefiniëerd in de ecotopenkaart als laagdynamisch sublitoraal altijd ecologisch waardevoller zijn in vergelijking tot hoogdynamisch sublitoraal in hetzelfde gebied.



Figuur 10: Gemiddelde biomassa AFDW/m² per soort per monsterrai (hd links, ld rechts) per sublittorale locatie.

SOORTENSAMENSTELLING

Indeling op hoogteligging

In de ecotopenindeling (Figuur 1) is zowel in het sublittoraal als het littoraal alleen het laagdynamisch areaal onderverdeeld in klassen op basis van hoogteligging. De hoogdynamische punten kunnen op basis van dezelfde classificering ingedeeld worden. Dit levert in het sublittoraal naast laagdynamisch ondiep en diep, dezelfde klasseverdeling op in

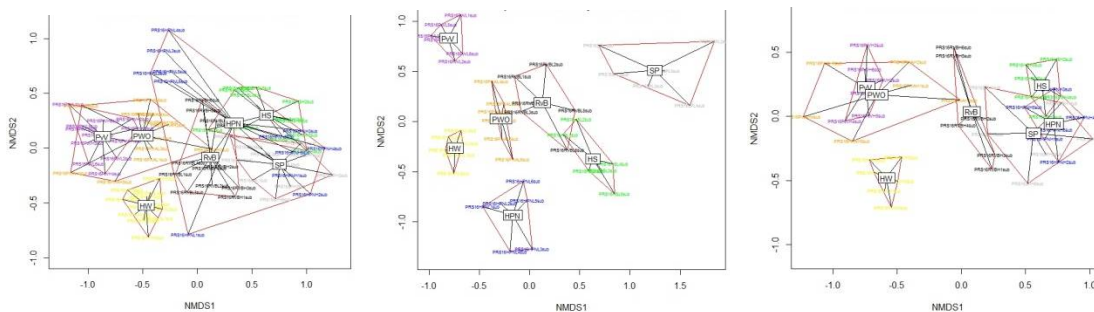
het hoogdynamisch sublitoraal. Omdat het aantal monsterpunten in het laagdynamisch sublitoraal al limiterend was, is een opsplitsing in diep en ondiep niet bevordelijk voor de vergelijkingsmogelijkheden in het sublitoraal op geul-niveau, al valt te zien in Figuur 12 dat verschillen tussen laag- en hoogdynamisch diep en ondiep in ieder geval variatie binnen het hoog- en laagdynamisch areaal goed kunnen verklaren.

Sublitoraal

Er zijn in bepaalde delen van de Westerschelde genoeg monsterpunten om een verschil tussen hoog- en laagdynamisch te testen mbv de historische data. Hierbij zijn verschillende schalen van ruimtelijke indelingen gebruikt (OMES-zones, Oost-West). In de historische data is de multivariate verdeling in het hoogdynamisch areaal is altijd vele malen groter dan in het laagdynamisch sublitoraal, waardoor relevantie van de resultaten in twijfel getrokken kan worden (zie Materiaal & Methode).

Aan de hand van de analyse met de data van de aanvullende bemonstering in 2016 wordt duidelijk waarom een vergelijking tussen ecotopen op het niveau van de gehele Westerschelde niets of weinig oplevert.

nMDS-plots en PERMANOVA tonen aan dat LD-raaien onderling en HD-raaien onderling significant van elkaar verschillen; locaties herbergen verschillende soortsgemeenschappen (Figuur 11, Tabel 4). De variatie in soortensamenstelling binnen HD-raaien is groter dan binnen LD-raaien, waardoor onderscheid tussen beide ecotopen verdoezeld wordt (linker paneel Figuur 11).



Figuur 11: nMDS-plot van sublitorale monsterpunten gegroepeerd per plaat, links: alle monsterpunten, midden: alleen LD-monsterpunten, rechts: alleen HD-monsterpunten.

De verschillen tussen locaties zijn groter dan de verschillen tussen ecotopen op elke plaat (Tabel 4). Ook is er een oost-west scheiding te ontwaren (sector, Tabel 4) die sterker is dan de verschillen tussen ecotopen (conform opzet ZES, zie Figuur 1). Opvallend daarbij is dat deze duidelijker is bij de HD-raaien (rechter paneel Figuur 11) dan bij de LD-raaien. Bij de HD-raaien lijken de raaien aan de Springergeul (HS), Hooge platen Noord (HPN) en Middelpaat (SP) meer op elkaar dan op anderen. Datzelfde geldt voor de raaien in de Zimmermangeul (PvV) en rond de Plaat van Walsoorden (PWO).

Tabel 4: significante ($p < 0.01$) verklarende waarde (R^2) van factoren en variabelen voor de soortensamenstelling tussen alle sublitorale monsterpunten verzameld in 2016.

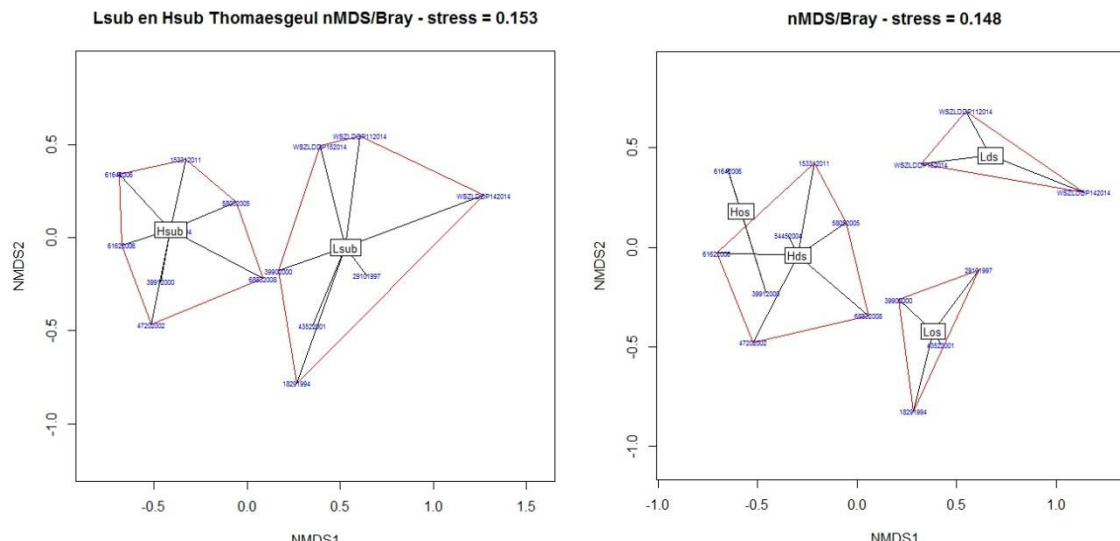
Ecotoop (aantal)	ecotoop	maxeb/vl/int	Hoogte NAP	locatie	sector
HD+LD (42-42)	0.10	0.06	0.07	0.44	0.26
LD (42)		0.09	0.10	0.58	0.28
HD (42)		0.16	0.12	0.55	0.34

Waar de historische data voornamelijk hoogdynamische monsterpunten bevat min of meer random verdeelt in de ruimte over een lange periode (1992-2014) en dus potentieel veel ruimtelijke en temporele variatie bevat, is bij de aanvullende monitoring van 2016 gekozen voor een voor zo min mogelijk ruimtelijke spreiding binnen een raai en tussen laag- en hoogdynamische raaien. Hierdoor kan de ruimtelijke en temporele variatie tot een minimum beperkt worden. Ondanks dat de multivariate verdeling tussen hoogdynamische punten gelijkaardig is aan dat van laagdynamische punten, blijkt zelfs in deze opzet dat over het geheel van alle monsterpunten genomen in 2016 ($n=84$) de factor ecotoop een marginaal onderscheid geeft tussen monsterpunten tov andere factoren (zie Tabel 4). Alleen als men raaien vergelijkt op geul-niveau geeft in sommige gevallen het ecotoop een sterk onderscheid aan in soortensamenstelling tussen monsterpunten (zie Tabel 5).

Geul-niveau

Slechts op het niveau van individuele geulen is variatie in soortensamenstelling tussen laagdynamische monsterlocaties en tussen hoogdynamische monsterlocaties van eenzelfde grootte-orde (de multivariate verdeling van hoog- en laagdynamisch sublitoraal is gelijkaardig). Hierdoor is het op dit ruimtelijk niveau goed mogelijk om een PERMANOVA-test uit te voeren. Van de vele geulen in de Westerschelde is er echter maar 1 waarvan de nMDS-plot ook werkelijk een visuele scheiding geeft tussen het hoog- en laagdynamisch sublitoraal in de MWTL-data van 1992-2014 (zie Tabel 5).

In de Thomaesgeul (Figuur 12) is een verschil tussen hoog- en laagdynamisch sublitoraal visueel zichtbaar, is de multivariate verdeling gelijkvormig en is dus het gevonden significante effect ($p < 0.05$; $R^2 = 0.21$) van ecotoop werkelijk toe te schrijven aan het verschil in laag- en hoogdynamisch ecotoop. In het Nauw van Bath zijn de ecotoopgroepen niet visueel onderscheidbaar, maar is er wel een significant verschil meetbaar ($p < 0.05$) met een kleine R^2 ($= 0.08$). Het effect van ecotoop op het onderscheid tussen monsterpunten is door de kleine R^2 -waarde verwaarloosbaar te achten ten opzichte van andere invloeden (bv. ruimtelijke spreiding van de monsterpunten).



Figuur 12: links: nMDS sublitorale monsterpunten uit de Thomaesgeul (jaar (aantal monsterpunten): 1994 (1), 1997 (1), 2000(2), 2001 (1), 2002 (1), 2004 (1) 2005 (1), 2006 (2), 2008 (1), 2011 (1), 2014 (3)), met significant verschil tussen Hoog- (8 monsterpunten) en Laagdynamisch sublitoraal (7 monsterpunten). Rechts: dezelfde monsterpunten onderverdeelt in diep (Lds en Hds) en ondiep sublitoraal (Los en Hos) (geen test mogelijk door klein aantal monsterpunten per klasse).

Tabel 5: Permanova-analyse resultaten ($p < 0.05$) per gebied voor verklaarde verschillen in sublitorale soortensamenstelling ($R^2 > 0.1$) tussen ecotopen Hoogdynamisch (Hd) en Laagdynamisch(Ld). Per gebied wordt de R^2 van het verklaarde verschil tussen ecotopen, en het aantal monsterpunten in de vergelijking van Hoogdynamisch (Hd) en Laagdynamisch(Ld) weergegeven.

R^2 (aantal Hd-Ld) per locatie	MWTL	RvB	PWA	PRS
locatie	1992-2014	2007	2004-2008	2016
Springergeul				-(6-6)
Thomaesgeul	0.21 (8-7)			
Hooge Platen N				0.45(6-6)
Middelplaat				0.38 (6-5)
Middelgat*		-(18-2)		-(6-6)
Plaat van Valkenisse				-(6-6)
Plaat van Walsoorden**			-(275-0)	-(6-6)
Hansweert				0.41 (6-6)

* voor vergelijkingen in het gebied 'Middelgat' zijn naast MWTL-data en data uit 2016 ook data uit 2007 meegenomen. ** voor vergelijkingen in het gebied 'Plaat van Walsoorden' zijn naast MWTL-data en data uit 2016 ook data uit aanvullende bemonstering in 2004-2008 meegenomen. Daarnaast is bij de vergelijkingen bij de Plaat van Walsoorden ook naar de afzonderlijke wateren gekeken (Schaar van Waarde, Schaar van Valkenisse) waarin ook de monsterpunten uit 2016 liggen.

Ook op geul-niveau blijkt het lastig om voor verschillende sublitorale ecotopen verschillen in soortensamenstelling aan te tonen. Slechts 3 van de 7 vergelijkingen op geul-niveau leveren een resultaat hierin: aan de Hooge Platen Noord, de Middelplaat en bij Hansweert geeft ecotoop een verklarende waarde (R^2) van boven de 0.10 (Tabel 5).

Tabel 6: Permanova-analyse resultaten ($p < 0.05$) per gebied voor verklaarde verschillen in sublitorale soortensamenstelling ($R^2 > 0.1$) in de data uit 2016 tussen abiotische factoren. Int= het tijdsinterval waarbij stroomsnelheid boven de 65cm/s blijft. Maxeb= maximale stroomsnelheid bij eb. Maxvl= maximale stroomsnelheid bij vloed. Diepte= diepte in mNAP.

R ²	int	maxeb	maxvl	diepte
locatie				
Springergeul	-	-	-	-
Hooge Platen N	0.44			0.42
Middelplaat	-	-	-	-
Middelgat	-	-	0.44	-
Plaat van Valkenisse	-	-	-	-
Plaat van Walsoorden	-	-	-	-
Hansweert	-	0.45	0.36	0.32

Hooge Platen Noord (HPN)

Nabij deze locatie hebben in het verleden (vanaf 2010) plaatrandstortingen plaatsgevonden. In dichtheid en soortensamenstelling zijn duidelijke en significante verschillen waar te nemen tussen de twee raaien. Wat opvalt is dat de biomassa in de HD-raai hoger is dan in de LD-raai (Figuur 10). Dat verschil wordt voornamelijk bepaald door *Nephtys cirrosa* welke afwezig is in de LD-raai. De LD-raai is in vergelijking tot andere LD-raaien erg arm in dichtheid en soortenaantal (zie Figuur 10).

Versillen in soortensamenstelling worden bepaald door een grotere aanwezigheid van *Nephtys cirrosa*, *Magelona johnstoni* en *Scoloplos armiger* in de HD-raai en *Crangon crangon* in de LD-raai.

Suikerplaat/Middelplaat (SP)

Rond de Middelplaat zijn in drie regio's in totaal 12 sublitorale boxcore-monsters genomen (zie Figuur 54). Alle 6 LD-punten in een aaneengesloten raai ten zuiden van de Middelplaat, 2 HD punten ten westen van de Middelplaat in de Geul van de Suikerplaat (H1 en H2) en 4 HD punten ten noorden (H3 t/m H6). Over de juiste typering van het LD-gebied ten zuiden van de Middelplaat was vooraf twijfel. De hydrodynamische modellen, die bepalen hoe groot de stroomsnelheid moet zijn ter plekke, werken met een grotere foutenmarge aan de rand van platen (Plancke, pers. comm.). Hoe dunner de zone, hoe meer risico er is dat het gebied niet juist getypeerd wordt. De analyse laat echter zien dat de dichtheid en soortensamenstelling van de meeste LD punten wel degelijk typerend zijn voor het laagdynamisch sublitoraal. Alleen op L2 is een ecologische structuur aangetroffen die niet voldoet. In de meeste punten is een groot kokkelbestand aangetroffen (L1, L3, L5 en L6). In L4 zijn er geen levende kokkels aangetroffen.

Door de afwijkende samenstelling en dichtheid gevonden in L2 (en mindere mate L4) wordt er geen significant verschil gevonden in soortensamenstelling tussen ecotopen. Bij verwijdering van dit punt (of verhuizing naar HD-ecotoop; niet getoond) wordt wel een verschil gevonden (zie Tabel 5). Dit verschil wordt volledig (>74%) bepaald door meer *Cerastoderma edule* in laagdynamische punten.

Het hoogdynamische sublitoraal rond de westelijke punt van de Middelplaat blijkt eenvormig van samenstelling en dichtheid; ondanks dat H1 en H2 aan de andere kant vd plaat genomen zijn is er geen duidelijk verschil met de andere HD punten.

Hansweert (HW)

Aan de Kapellebank ligt een van de grootste laagdynamisch sublitorale gebieden van de Westerschelde (Figuur 55). Het laagdynamische gebied staat bekend om de aanwezigheid van grote aantallen schelpdieren zoals *Scrobicularia plana*, *Mya arenaria* en *Macoma balthica*. Hierdoor wordt dit gezien als een typisch laagdynamisch gebied.

Analyse toont aan dat de twee raaien in ieder geval erg weinig van elkaar verschillen in dichtheid (Figuur 10), ondanks dat de hydromorfologische variabelen (max eb en vloedstroom) duidelijk onderscheidend zijn (Tabel 6). Wel is er een verschil in soortensamenstelling (Tabel 5), welke veroorzaakt wordt door *Mya arenaria* die afwezig is in de HD-raai, en *Macoma balthica* die minder (!) aanwezig is in de LD-raai.

Oorzaken gebrek verschil tussen raaien

Voor het gebrek aan gevonden verschillen in soortensamenstelling tussen raaien in 4 van de 7 locaties kunnen verschillende redenen opgebracht worden.

In het Middelpgat is van oudsher een grote ecologische waarde aanwezig zowel in hoog- als laagdynamisch sublitorale gebieden (zie ook bv Figuur 10). De sublitorale biomassa in het Middelpgat wordt enkel overtroffen door die bij Hansweert, welke als typisch laagdynamisch te boeken staat. Ook in historische data valt hierdoor geen onderscheid in ecologische waarde te maken tussen ecotopen in het Middelpgat (Tabel 5).

Het laagdynamische sublitorale gebied beoogd voor bemonstering in de Zimmermangeul (aan de platen van Valkenisse, Figuur 53) is zeer klein. Gezien het gebrek aan verschil tussen de twee raaien in dichtheid en soortensamenstelling (Figuur 10 en Tabel 5) en het gebrek aan verklarende waarde van variabelen (geen enkele factor of variabele verklaard een verschil in soortensamenstelling tussen punten, zie ook Tabel 6) is het waarschijnlijk dat het niet gelukt is om deze te bemonsteren, als deze werkelijk aanwezig is.

Rond de Plaat van Walsoorden zijn vanwege de plaatrandstorting daar in het verleden uitgevoerd, op meerdere plaatsen het hoogdynamisch sublitoraal bemonsterd (zie Figuur 50).

Zo zijn er drie punten in het westen bemonsterd (H4 t/m H6), en drie punten net ten noordoosten van de LD-raai (H1 t/m H3) in de Schaar van Valkenisse. Deze opzet heeft invloed op de haalbare significantie en verklarende waarde in de PERMANOVA.

In tegenstelling tot de HD punten aan de Suiker/Middelplaat (zie boven) is er aan de Plaat van Walsoorden wel een onderscheid te maken tussen HD-punten aan beide kanten van de plaat (zie Figuur 56 en Figuur 57). De HD-punten in het oosten (tegen de LD-raai aan) bevatten nonnetjes (*Macoma balthica*), net als de LD-raai alleen wat groter van formaat. De HD-punten in het westen bevatten minder biomassa en zijn soortenarmer. Door de grote verscheidenheid tussen de HD-punten is er geen significant verschil tussen ecotopen (Tabel 5). Noch tussen de LD-raai aan de ene kant en een van de locaties (oost of west) HD-punten aan de andere kant,

noch tussen de HD-locaties is significant verschil gevonden door het lage aantal monsterpunten in iedere HD-groep. Wel is een verschil in soortensamenstelling gevonden tussen de monsterpunten in de Schaar van Waarde (H4 t/m 6) aan de ene kant en de 9 LD- en HD-punten samen, gelegen in de Schaar van Valkenisse (L1 t/m 6 en H1 t/m 3). Dit verschil toont vooral de ruimtelijke variatie in soortensamenstelling rond de Plaat van Walsoorden, niet (per sé) het verschil tussen ecotopen.

De Springergeul aan het zuiden van de Hoge Springer verزند de afgelopen jaren in hoog tempo (Jentink, 2016). Het gevolg is dat de Springergeul nog amper doorvaarbaar is, en de stroming aldaar verandert. Hierdoor is de zonering van de verschillende ecotopen aldaar onzeker. Wat duidelijk wordt uit de analyse is dat de HD-raai geen verschil in soortensamenstelling of dichtheid vertoont met de LD-raai (Tabel 5). In dichtheid worden verschillen tussen monsterpunten veroorzaakt door soorten die overal aanwezig zijn. Een uitzondering daarop is *Ensis directus* die enkel voorkomt in de LD-raai.

Conclusie soortensamenstelling sublitoraal

Sublitoraal vinden we weinig tot geen onderscheid tussen ecotopen. Wanneer wel verschillen kunnen worden aangetoond, blijken deze niet eenduidig te verklaren. Er komen aan de ene kant laagdynamische zones voor die ecologisch arm zijn in vergelijking tot de naastgelegen hoogdynamische zone en andere laagdynamische zones (bv. Hooge Platen Noord). Aan de andere kant zijn er hoogdynamische zones die ecologisch rijk zijn, ook in vergelijking met laagdynamische zones elders (bv. Middelgat en Hansweert). Verschillen die optreden tussen ecotopen in soortensamenstelling houden of verband met verschillen in dichtheden bij aanwezigheid van dezelfde soorten (Hooge Platen Noord), of verschil in aanwezigheid van (voornamelijk) 1 soort (Middelplaat, Hansweert).

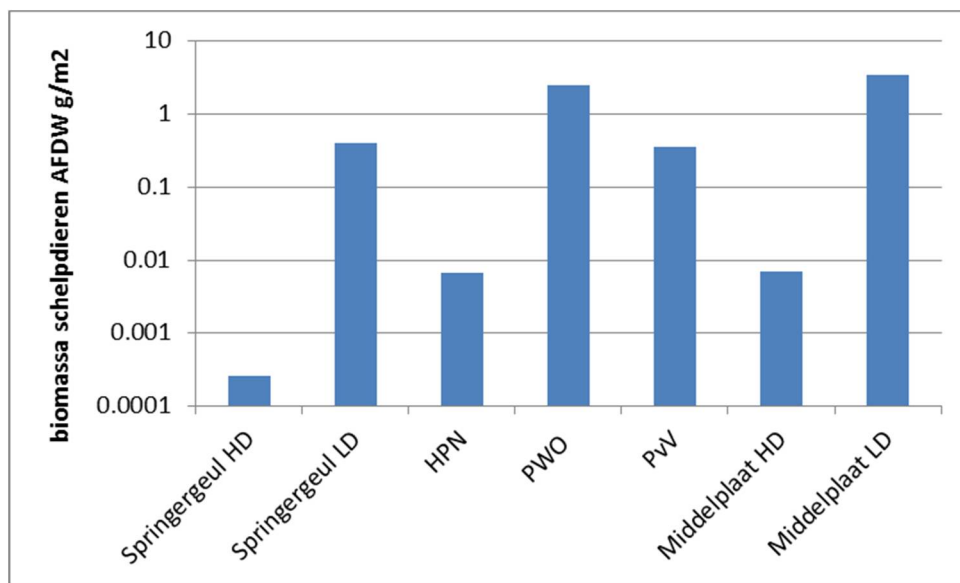
Door de enorme spreiding in ecologische waarde in beide type ecotopen (ondiep sublitoraal), kan verwacht worden dat de sublitorale ecotopen geen betrouwbare voorspelling zijn van ecologische waarde.

Alternatief

De variatie in ecologische waarde in het sublitoraal en de onbetrouwbaarheid van de ecotopenkaart als voorspelling van deze waarde vragen om een alternatieve aanpak. Door Ysebaert et al. (2016) is dmv lineaire regressie vastgesteld dat ecologisch arme gebieden een biomassa van bodemdieren herbergen van gemiddeld 1,3 g AFDW/m². Bivalven daarentegen zijn beter vertegenwoordigd in dichtheid in ecologisch rijkere gebieden. Hierdoor wordt de biomassa met name in ecologisch rijke gebieden sterk verhoogd tov ecologisch arme gebieden. Wij stellen dan ook voor om ecologisch waardevol/rijk sublitoraal gebied te identificeren aan de hand van een minimum dichtheid schelpdieren (bv. tenminste gemiddeld 1 g AFDW/m²). Aan de hand van deze maatstaven kan ecologisch waardevolle areaal wordt gekenmerkt (zie Figuur 13).

Op deze manier kunnen monsterpunten anders gegroepeerd worden. Locaties als Hansweert en het Middelgat zijn ecologisch waardevol, ongeacht het sublitorale ecotoop (148,6 en 7,8

g/m² AFDW schelpdieren, respectievelijk). Er zijn zowel aan de Middelplaat als aan de Plaat van Walsoorden (in de Schaar van Valkenisse) ecologisch waardevolle zones die worden aangegeven door laagdynamische ecotopen en zich, in het geval van de monsterpunten in de Schaar van Valkenisse bovendien uitstrekken tot de hoogdynamische delen. Ook zijn er zones in de Springergeul, de Zimmermangeul (PvV) en aan de Hooge Platen Noord die uniform ecologisch armer zijn, maar deels als laagdynamisch worden aangeduid (zie Figuur 13).



Figuur 13: Biomassa schelpdieren gemiddeld over monsterlocatie uit 2016. Indien de gemiddelde biomassa schelpdieren niet verschilde tussen LD en HD gemiddeld, is het gemiddelde van alle punten gepresenteerd. Voor de Plaat van Walsoorden (PWO) werd voor het gemiddelde enkel de punten in de Schaar van Valkenisse gebruikt. PvV=Plaat van Valkenisse, HPN=Hooge Platen Noord.

Litoraal

Westerschelde- en regionaal-niveau

Ook op het litoraal verschillen de multivariate verdelingen van hoog- laagdynamisch areaal op Westerschelde-niveau zodanig dat er ondanks een significant verschil de verklarende waarde van het gevonden verschil (R^2) zo klein is (<0.10) dat zekerheid van dit verschil in twijfel getrokken wordt. Op regionaal (Tabel 7) en plaat-niveau (Tabel 9) zijn wel verschillen gevonden in soortensamenstelling tussen ecotopen met historische data met een R^2 van boven de 0.10. Hieruit valt op te maken dat de verklarende waarde van ecotoop voor het verschil in soortensamenstelling toeneemt naarmate de ruimtelijke eenheid kleiner wordt. Daarnaast blijkt dat ook als de temporele periode kleiner wordt, R^2 toeneemt, ondanks dat het aantal monsterpunten afneemt. Helaas is op zowel regionaal als plaat-niveau het aantal monsterpunten te beperkt om vergelijkingen te maken in korte periodes. Wanneer er in een korte temporele periode toch genoeg punten aanwezig zijn om een vergelijking te kunnen maken, blijkt dat op plaat niveau wederom een hogere verklarende waarde van ecotoop gevonden wordt. Bij nader onderzoek van de monsterpunten in een jaar, die verschillen laten zien tussen ecotopen (binnen een droogvalduurklasse), blijkt veel ruimtelijke spreiding tussen de monsterpunten te liggen; het ene monsterpunt ligt aan de ene kant van de plaat, het

andere aan de andere kant. Gevonden verschillen in Tabel 7 en Tabel 9 kunnen dus veroorzaakt worden door ruimtelijke spreiding van monsterpunten.

Tabel 7: Permanova-analyse resultaten ($p < 0.05$) per deelgebied in drie droogvalduur (DVD)-klassen voor verklaarde verschillen ($R^2 > 0.1$) tussen litorale ecotopen Hoogdynamisch (Hd) en Laagdynamisch (Ldf (zand) en Lds (slib)) met tenminste 3 punten per ecotoop per DVD-klasse. Open vakken zijn ook getest maar leverden geen significante verschillen op tussen Hd en Ld. Per gebied wordt de R^2 van het verklaarde verschil tussen ecotopen, en het aantal monsterpunten in de vergelijking van Hoogdynamisch (Hd) en Laagdynamisch (Ld) weergegeven.

R ² (aantal punten) per OMES-zone(s)	DVD-klasse	1992-	2009-	2010-2012	Aparte jaren
1	laag			0,11 (12-7-1)	
	mid	0,12 (40-47-17)		0,17 (9-19-2)	
	hoog			0,17 (2-9-3)	
2+3					
4	laag	0,14 (23-6-4)			
	mid	0,11 (35-35-11)			
5+macrocel 5	laag	0,1 (73-31-8)			
	mid			0,1 (26-21-16)	
	hoog	0,13 (9-30-3)			
Verdronken Land van Saeftinghe + 8					

Om deze ruimtelijke spreiding van monsterpunten te minimaliseren is in 2016 in raaien gemonsterd. Tabel 8 laat hiervan de resultaten zien.

% silt is een belangrijke onderscheidende variabele gebleken in het onderscheid van soortensamenstelling tussen ecotopen per plaat. Het scheiden van siltrijke (>25%) en siltarme monster levert echter in de vergelijking tussen platen en slikken weinig op. Alleen in de slibbige monsters (Tabel 8) verschilt soortensamenstelling wel duidelijk tussen ecotopen. Hieruit valt op te maken dat een slibbig monster niet per se een laagdynamisch monster is. Slibbige hoogdynamische monsters verschillen van laagdynamisch slibbige monsters door minder *Macoma balthica*, *Heteromastus filiformis*, *Scrobicularia plana* en *Hediste diversicolor*. In (fijn)zandige monsters is het onderscheid minder sterk (Tabel 8). Dit komt door het grote onderscheid in soortensamenstelling tussen de platen en slikken. In de afzonderlijke groepen (<25% en >25% silt) blijkt dat de plaat de meeste variatie verklaard. Met andere woorden: de ruimtelijke variatie in soortensamenstelling tussen de platen en slikken is groter dan de verschillen tussen ecotopen.

Tabel 8: Significante ($p < 0.01$) verklarende factoren en variabelen voor de soortensamenstelling van verschillende groepen monsterpunten: alle monsterpunten samen, alleen die met meer dan 25% silt en alleen die met minder dan 25% silt. Tussen haakjes staat het aantal monsterpunten dat toegekend is aan de hand van de ecotopenkaart 2015 (hoogdynamisch-fijnzandig laagdynamisch-slibbig laagdynamisch).

R ²	ecotoop	%silt	Hoogte NAP	plaat	sector
Alle punten	0.19 (81-55-26)	0.09	0.03	0.18	0.06
> 25% silt	0.30 (7-22-15)	0.10	0.12	0.33	0.05
< 25% silt	0.11 (74-33-11)	0.09	0.07	0.47	0.15

Plaat-niveau

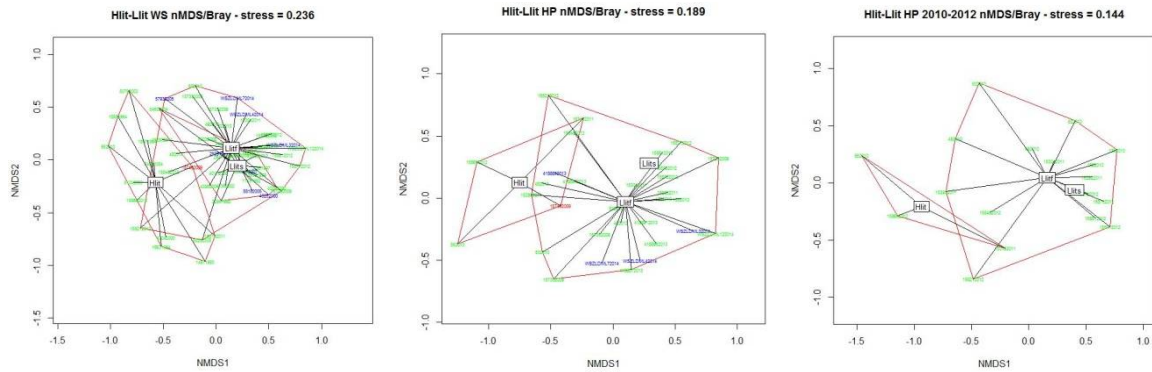
Uit de analyse op Westerschelde en regionaal niveau blijkt een temporele variatie in soortensamenstelling in ecotopen, die verschillen tussen ecotopen over grotere periodes verduisterd, alsook ruimtelijke variatie. Het is daarom makkelijker om verschillen te vinden

indien die op plaat-niveau gezocht worden (Tabel 9). Vergelijking op plaat-niveau is daarom ook het uitgangspunt geweest voor de aanvullende monitoring van 2016. Op alle 9 bemonsterde platen/slikken zijn 1 laagdynamische en 1 hoogdynamische raai bemonsterd, die in alle gevallen significant van elkaar verschilden per plaat/slik (zie Tabel 9, meest rechter kolom). Daar komt bij dat de R^2 in alle gevallen hoger is dan die verkregen uit de historische data. 2016 is ook het enige jaar waarin zowel ruimtelijke als temporele variatie tot een minimum is teruggebracht. De analyse van de data uit de aanvullende monitoring van 2016 laat dan ook voor het eerst zien dat het litorale ecotoop een ook een duidelijk onderscheid kan geven in soortensamenstelling.

Tabel 9: Permanova-analyse resultaten ($p < 0.05$) per plaat(complex) in drie droogvalduur (DVD)-klassen voor verklaarde verschillen ($R^2 > 0.1$) tussen litorale ecotopen Hoogdynamisch (Hd) en Laagdynamisch (Ldf (zand) en Lds (slib)) met tenminste 3 punten per ecotoop per DVD-klasse (Hd-Ldf-Lds) binnen drie verschillende periodes (en losse jaren indien mogelijk). Open vakken zijn ook getest maar leverden geen significante verschillen op tussen Hd en Ld. Lds en Ldf zijn meestal als aparte ecotopen vergeleken met Hd, maar in enkele gevallen leverden de samenvoeging van de twee Ld-ecotopen een beter resultaat. Die gevallen worden aangeduid met het totaal aantal Ld monsterpunten en tussen haakjes het aantal Ldf en Lds (bv. 5 (2+3)). Per gebied wordt de R^2 van het verklaarde verschil tussen ecotopen, en het aantal monsterpunten in de vergelijking van Hoogdynamisch (Hd) en Laagdynamisch(Ld)weergegeven.

R ² (aantal punten) per lokatie	DVD-klasse	1992-	2009-	2010-2012	2009	2010	2011	2013	2016
Lage Springer + Hoge Springer	laag	0,31 (7-3-1)							
	mid	0,15 (14-9-2)							
Hoge Springer	mid								0,42 (5-0-13)
Hooge Platen	mid	0,16 (12-34-14)	0,15 (4-27-1)	0,18 (3-15-1)					
	hoog	0,13 (6-7-10)							
Hooge Platen W Hooge Platen N	mid								0,51 (9-3-6)
	mid								0,62 (9-0-9)
Spijkerplaat	laag	0,14 (7-2+3)	0,21 (5-2+1)						
Middelplaat	laag	0,15 (10-3-0)							
	mid			0,23 (3-9-0)					
Paulinaschor	mid								0,40 (9-2-7)
Slikken van Everingen	mid	0,18 (6-4-9)							
	mid								0,28 (9-4-5)
Brouwer- Molenplaat	mid	0,14 (12-12-6)	0,16 (4-9-0)						
Rug van Baarland*									
Rug van Baarland Z	mid								0,16 (9-7-2)
Rug van Baarland N	mid								0,30 (11-7-0)
Platen van Ossensisse	mid	0,13 (31-14-3)	0,15 (14-12-0)	0,22 (7-4-0)					
	hoog	0,21 (4-12-2)							
Plaat van Valkenisse	laag	0,14 (36-9-2)	0,15 (20-9-2)						
	mid	0,1 (49-30-6)	0,16 (19-23-2)	0,12 (13-9-10)	0,28 (8-3-5)			0,28 (4-8-4)	
	mid								0,51 (9-9-0)
Plaat van Walsoorden**	hoog	0,10 (13-28-11)							
	mid								0,27 (9-9-0)
Verdronken land van Saeftinghe	laag					0,19 (8-4-0)			
	mid			0,11 (17-20-3)		0,23 (8-9-1)	0,18 (5-7+1)		
omgeving Appelzak	mid	0,24 (7-4-8)	0,34 (4-4-4)	0,34 (4-3-3)					

* voor vergelijkingen op de plaat 'Rug van Baarland' zijn naast MWTL-data en data uit 2016 ook data uit 2007 meegenomen. ** voor vergelijkingen in het gebied 'Plaat van Walsoorden' zijn naast MWTL-data en data uit 2016 ook data uit aanvullende bemonstering in 2004-2008 meegenomen.



Figuur 14: nMDS-plot van het middenlitoraal op de Hoge platen in de periode 1992-2014 (linksboven), de periode vanaf 2009 (rechts) en 2010-2012 (linksonder). Groene monstercodes geven aan dat dit locaties zijn die stabiel zijn in ecotooptypering, blauwe codes dat dit locaties zijn die van laag- naar hoogdynamisch veranderen (L-H) en rode codes punten die van hoog- naar laagdynamisch veranderen (H-L). Hlit= hoogdynamisch, Llitf=laagdynamisch fijnzandig, Llits=laagdynamisch slibbig.

Tabel 10: Permanova-analyse resultaten ($p < 0.05$) per plaat bemonsterd in 2016 voor verklarende waarde (R^2) van variabelen %silt en hoogteligging (in mNAP) voor verschillen in soortensamenstelling. Bij %silt wordt tussen haakjes aangegeven hoeveel monsterpunten <25% silt bevatte (zandig) en hoeveel >25% silt (slibbig). Significante verschillen door Hoogte waren altijd sterk gecorreleerd met ecotoop (

R^2	%silt (zandig-slibbig)	Hoogte mNAP
Hoge Springer	0.26 (5-13)*	0.22
Hoge Platen W	0.53 (12-6)	0.31
Hoge Platen N	0.53 (9-9)	-
Paulinaschor	0.30 (9-9)*	-
Slikken van Everingen	- (10-8)	0.16
Rug van Baarland Z	- (17-1)	-
Rug van Baarland N	- **	-
Plaat van Valkenisse	0.36 **	-
Plaat van Walsoorden	- **	0.17

*: Hoge Springer 4 HD-monsters slibbig, Paulinaschor 2 HD-monsters slibbig; **: alleen monsters <25% silt

Omdat, zoals de voorgaande analyses (Westerschelde- en regionaal-niveau) blijkt dat ruimtelijke variatie van plaat tot plaat een belangrijk onderscheid geeft in de data, gaan we hieronder door met de beschrijving van verschillen tussen ecotopen per plaat.

Hooge Platen West (HPW)

De monsterpunten genomen op de Hooge Platen West (zie Figuur 37) liggen binnen een verloop in hoogteligging van slechts 25 cm, maar verschillen aanzienlijk in % silt (zie Tabel 10). De dichtheid (aantal en biomassa in Figuur 9) en soortensamenstelling (Tabel 9) verschillen ook aanmerkelijk tussen ecotopen. Het slibrijke laagdynamische ecotoop laat een duidelijke andere gemeenschap zien dan het hoogdynamische litoraal op de HPW. De grootste verschillen worden veroorzaakt door een grotere aanwezigheid (biomassa en aantallen) van *Macoma balthica*, *Hediste diversicolor*, *Scrobicularia plana* en *Heteromastus filiformis* in de laagdynamische raai; overeenkomstig met de verwachtingen uit Tabel 11.

De verschillen in soortensamenstelling kunnen op de Hooge Platen West het beste verklaard worden door het ecotoop en het % silt (zie Tabel 9 en Tabel 10). Het ecotoop en % silt, alsook de hoogteligging zijn sterk met elkaar gecorreleerd.

Hooge Platen Noord (HPN)

Op de Hooge Platen Noord zijn de verschillen tussen hoog- en laagdynamische raaien wederom erg typisch in soortensamenstelling zoals omschreven in Tabel 11. De verschillen in % silt (zie Tabel 10) zijn in grote lijnen conform de ecotopenkaart van 2015 (zie Figuur 42). Net als in het westen van de Hooge Platen is op HPN het hoogdynamische areaal erg arm in soorten (2-5 soorten per monsterpunt) en wordt het laagdynamische litoraal onderscheiden door grotere dichtheid van *Scrobicularia plana*, *Macoma balthica* en *Oligochaeta*. De meest voorkomende soort in het HD (*Bathyporeia pilosa*) ontbreekt bijna geheel in het LD (alleen aanwezig in monsterpunt L1).

Hoge Springer (HS)

In contrast tot de monsterpunten op de Hooge Platen, zijn die op de Hoge Springer meer gelijkend in soortensamenstelling. Zo zijn er punten gekenmerkt als HD (H3 en H4) die hetzelfde beeld in aantal/m² laten zien als LD-punten.

Hoewel er een (significant) onderscheid te maken valt tussen de raaien aan de hand van het percentage silt (zie Tabel 10) zijn 4 punten in de HD-raai te kenmerken als slibbig (>25% silt: H1, H7, H8, H9). Dit was niet verwacht aan de hand van de ecotopenkaart (Figuur 43). Het gebied staat al wel bekend om de sterke verzanding/verslibbing van de Springergeul. Door het onderscheid op 25% silt (slib vs. fijnzandig) te leggen, kan een duidelijker verschil gevonden worden in soortensamenstelling (zie Figuur 59).

Er valt dan een duidelijk onderscheid te maken in soortensamenstelling met hogere dichtheden van *Scrobicularia plana* in de slibbige monsterpunten. Verder komen in alle monsterpunten (ook HD-punten) *Macoma*, *Heteromastus* en *Hediste* voor (soorten die voornamelijk verwacht worden in het LD) met overeenkomstige gemiddelden (maar hogere piek dichtheden in het LD).

Paulinaschor (PS)

Het verschil tussen hoog- en laagdynamische monsterpunten is op Paulinaschor zeer duidelijk, zowel in dichtheid (Figuur 9) als in soortensamenstelling (Tabel 9). De laagdynamische punten worden gekenmerkt door een grotere aanwezigheid van *Macoma balthica*, *Heteromastus filiformis*, *Scrobicularia plana*, *Hediste diversicolor* en *Ensis directus*.

Hoewel de ecotopenkaart van 2015 dat niet aangeeft (Figuur 44) blijkt het merendeel van de LD-punten slibbig te zijn (>25% silt, zie Tabel 10). In tegenstelling tot de punten op de Hoge Springer levert de onderverdeling op 25% silt echter geen duidelijke verdeling van punten op in het nMDS-plot. Hoewel de punten volgens het MWTL-protocol heringedeeld moeten worden in ecotopen op basis van het % silt, zorgt dit juist voor het missen van eventuele verschillen in soortensamenstelling ($p < 0.05$, PERMANOVA). Met andere woorden: de soortensamenstelling (net als de dichtheid zelf) is onderscheidend tussen LD en HD ondanks dat sommige LD-punten <25% silt, en enkele HD-punten >25% silt bevatten. Silt heeft dus op

de Paulinaschor geen sterker onderscheidend vermogen dan het ecotoop, hetgeen ook te zien is in Tabel 10.

Slikken van Everingen (SlvE)

De Slikken van Everingen vormen een morfologisch bijzondere locatie waar een slibplaat aan de waterzijde begrenst wordt door een steile wal. De monsterpunten zijn zo gekozen (zie Figuur 45) dat deze wal ontzien wordt en de twee raaien (HD en LD) op min of meer dezelfde hoogte liggen.

De ecotopen zijn voornamelijk te onderscheiden door hogere aantallen van *Macoma* en *Heteromastus* in LD-punten, maar deze soorten zijn ook in mindere mate aanwezig in het hoogdynamische deel. In Tabel 10 valt ook te zien dat er 3 HD-punten met meer dan 25% silt voorkomen. Deze slibrijke HD-punten zorgen echter niet voor de matige verdeling tussen ecotopen in het nMDS-plot. Sterker, % silt is een hele slechte verklarende variabele voor de soortensamenstelling van de verschillende monsterpunten (zie Tabel 10). Toch is het ecotoop een duidelijke verklarende factor met een redelijke verklarende waarde (Tabel 9).

Rug van Baarland Zuid (RvBZ)

Op de Rug van Baarland Zuid worden weinig verschillen gevonden tussen hoog- en laagdynamisch litoraal. In aantallen/m² en AFDW/m² is het meeste verschil te zien (Figuur 61). Zowel de morfologische kenmerken (Hoogte NAP en % silt) als het ecotoop leveren weinig verklarende waarde op voor de soortensamenstelling al is die al beter dan in de historische data (Tabel 9 en Tabel 10). Het onderscheid dat gevonden wordt, wordt veroorzaakt door een kwantitatief verschil in dichtheid van *Macoma* en *Heteromastus*, ten faveure van het laagdynamische litoraal. Voor de punten L4 t/m L7 is in het veldformulier de aantekening gemaakt dat er twijfel bestaat of deze punten hoog- of laagdynamisch zijn vanwege de uiterlijke bodemkenmerken. Een aparte behandeling van deze punten levert echter niets op in de analyse.

Rug van Baarland Noord (RvBN)

De monsternamen zijn conform MWTL procedures uitgevoerd en er is dus tijdens de monsternamen gelet is op uiterlijke onderscheidende kenmerken van ecotopen en zijn ingevuld op een veldformulier. Hierbij is op de Rug van Baarland Noord het eerste laagdynamische monsterpunt (L1) aangemerkt als mogelijk hoogdynamisch. Als we de biomassa en soortensamenstelling beschouwen valt naast L1 ook L2 op als afwijkend binnen de laagdynamische punten (zie Figuur 62). Deze punten vertonen weinig biomassa en een soortensamenstelling die meer lijkt op die van de HD-punten.

Ook in de nMDS-plot blijkt dat de twee punten voor verwarring zorgen in de verdeling tussen ecotopen (Figuur 63). Als we deze twee punten verhuizen naar het hoogdynamische areaal is er een duidelijker onderscheid mogelijk en heeft de verdeling ook meer verklarende waarde (R^2 verandert van 0.3 naar 0.36). Ookal blijkt niet uit de morfologische gegevens dat de punten anders beoordeeld moeten worden (zie bv. Figuur 64), blijkt dit nodig op basis van de ecologie. De overige LD-punten zijn verder te onderscheiden in soortensamenstelling door grotere aanwezigheid van *Scrobicularia plana*, *Heteromastus filiformis*, *Cerastoderma edule* en *Macoma balthica*.

Plaat van Walsoorden (PWO)

Op de Plaat van Walsoorden zijn zowel in de HD- als de LD-punten grote aantallen *Bathyporei pilosa* gevonden. Ook zijn er in L8 en L9 *Arenicola*'s gevonden en in H8 *Carcinas maenas*. Die vondsten beïnvloeden de biomassa op die plekken sterk. Desondanks de grote effecten van deze enkele vondsten op biomassa en aantallen per vierkante meter is het onderscheid in soortensamenstelling tussen de HD en LD-punten redelijk groot en is de verklarende waarde van ecotoop ook meer dan 25% (Tabel 9). De voornaamste veroorzakers van het verschil in ecotoop zijn *Macoma balthica*, (*Arenicola marina*, aanwezig in L8 en L9), *Bathyporeia pilosa*, *Heteromastus filiformis*, *Haustorius arenarius* en *Pygospio elegans*.

Platen van Valkenisse (PvV)

Op de platen van Valkenisse zijn de twee raaien duidelijk onderscheidend in alle hier behandelde variabelen en factoren, behalve hoogteligging. Ondanks dat alle punten een silt percentage van minder dan 25% hebben, is er toch een onderscheid in ecotopen te maken daarin (Tabel 9).

De voornaamste veroorzakers van het verschil in soortensamenstelling tussen ecotopen zijn: *Hediste diversicolor*, *Macoma balthica*, *Heteromastus filiformis*, *Pygospio elegans* en *Corophium volutator*.

Conclusie soortensamenstelling litoraal

Ook in soortensamenstelling is laagdynamisch litoraal ecologisch verschillend van hoogdynamisch litoraal.

Het verschil tussen ecotopen wordt groter naarmate men hoger op de plaat zit, van laag- naar hooglitoraal (Figuur 4). Verschillen per plaat per jaar zijn het grootst tussen slibbig laagdynamisch en hoogdynamisch litoraal. Verschillen zijn klein tussen fijnzandig laag- en hoogdynamisch litoraal. % Slib is daarmee een sterk onderscheidende variabele om de grote van het verschil tussen hoog- en laagdynamisch litoraal aan te geven.

Temporele variatie verstoort verschillen in soortensamenstelling tussen ecotopen, waardoor de aanvullende monitoringscampagne nodig bleek om dit verschil in soortensamenstelling tussen ecotopen vast te stellen.

VARIATIE IN INDICES

Hoewel de naamgeving hierin verwarrend kan zijn, is duidelijk dat zowel op laagdynamisch als op hoogdynamisch de omstandigheden (in termen van bv. stroming) zodanig zijn dat soortselectie plaatsvindt, met als gevolg dat alle aanwezige soorten tot op zekere hoogte aangepast zijn aan de ruwe omstandigheden van de Westerschelde. Hoewel de harde classificering van hoog- en laagdynamisch iets anders kan doen vermoeden, is in de Westerschelde een continuüm van omstandigheden aanwezig. De ecologische verschillen tussen ecotopen zijn daarom ook niet zwart-wit. Er is daarnaast veel variatie, en een verschil in variatie tussen laag- en hoogdynamisch areaal.

Temporeel

Een deel van de variatie in zowel laag- als hoogdynamisch areaal kan verklaard worden door de verandering van de fysische omstandigheden. De Westerschelde verandert continu doorheen de tijd, de ligging van ecotopen (bepaald adhv abiotische factoren) verandert mee. Hierdoor kan een locatie meer of minder dynamisch worden. Deze veranderingen kunnen steeds in dezelfde richting plaatsvinden, waardoor een hoogdynamisch gebied uiteindelijk laagdynamisch wordt (of vice versa), of wisselend van richting zijn, waardoor het dan meer dynamisch en dan weer minder dynamisch is.

Toekenning van een ecotoop gebeurt obv abiotische factoren en wordt gevalideerd in het veld (zowel abiotische als biotische toetsing). Ecologie is echter nooit leidend in de toewijzing van een ecotoop. Er blijft hierdoor een aantal punten waarvan ecologisch gezien het ene ecotoop verwacht wordt, maar abiotisch het andere ecotoop toegekend wordt. Hierdoor ontstaat de vraag, of de plekken in de Westerschelde die veranderen van ecotoop over de tijd ook die plekken zijn waar er een discrepantie is tussen de ecologische inschatting en de abiotische toekenning van het ecotoop? Zijn de tussenvormen die verschillen tussen ecotopen minder duidelijk maken (ecologisch arm LD, ecologisch rijk HD) een gevolg van veranderlijke abiotische omstandigheden?

Om dit te onderzoeken is voor een bemonsterde locatie (enkel historische data) zowel de meest recente ecotoopkaart (bv monsterjaar 2013 wordt toegekend aan ecotoopkaart van 2012) als de ecotoopkaart die daarop volgde (in dit geval 2015) en de kaart die daar aan voorafging (in dit geval 2011) toegekend. Wanneer hier geen verandering van ecotoop uit bleek (monsterlocatie ligt in alle 3 ecotoopkaarten in hetzelfde ecotoop) werd dit punt betiteld als 'stabiel'. Alle overige punten (locaties die veranderde van ecotoop tussen de drie kaarten zijn betiteld als 'instabiel'. Vervolgens is getest of variatie in indices voor ecologische waarde verminderd werd door deze 'instabiele' punten weg te laten uit de vergelijking tussen HD en LD.

Uit de NMDS-analyse bleek dat zowel stabiele als instabiele locaties variatie in soortensamenstelling veroorzaakten en verwijdering van geen van beide groepen een structurele verduidelijking van het verschil in soortensamenstelling tussen ecotopen bewerkstelligde (wel een beperking van het aantal monsterpunten en dus beperking van mogelijke vergelijkingen).

De verschillen in dichtheid en in mindere mate ook soortenrijkdom werden wel duidelijker, mn op grote ruimtelijke schaal (gehele Westerschelde per droogvalduurklasse). Op kleinere ruimtelijke schaal bleek op een (groot) aantal jaren een tekort aan (stabiele) monsterpunten in een of alle ecotopen, waardoor statistische analyse van verschillen niet mogelijk was.

Het beeld wat hieruit volgt is dat deze monsterpunten in abiotisch veranderlijke gebieden ecologisch inderdaad intermediair tussen hoog- en laagdynamisch kunnen zijn, maar dat deze punten vooral intermediair zijn in de dichtheid van bodemdieren aanwezig. De ecologie op die plaatsen verandert dus mee met de verandering in abiotiek, maar verschillen in soortensamenstelling tussen ecotopen worden niet duidelijker door het verwijderen van deze punten. De ecologie zal zich kunnen aanpassen aan de veranderingen in fysische omstandigheden, hetgeen zich uit in de data als variatie in de tijd. De variatie in de tijd kan de vastgestelde variatie van grootte tussen ecotopen echter niet volledig verklaren. Er zijn dus nog andere factoren die het verschil in variatie tussen ecotopen verklaren.

Natuurlijke ecologische processen (zoals recrutering, im-/emigratie, sterfte, predatie, concurrentie) bepalen de dynamiek van de bodemdiergemeenschap. In het dynamische systeem van de Westerschelde zijn ten eerste recrutering en daarna verplaatsing, sterfte en groei van individuen het meest bepalend voor de dichtheid van bodemdieren. Vanaf het voorjaar tot het najaar vindt voor de meeste bodemdieren op locaties aanwas plaats in de vorm van recrutering en immigratie. Met de tijd (in de herfst en winter) gaat overal een groot deel van recrutering en immigratie in een bodemdiergemeenschap weer weg (de bodemdieren sterven of emigreren). In het hoogdynamisch areaal vindt minder aanwas plaats en verdwijnt de gemeenschap harder dan in het laagdynamisch areaal. Hierdoor komt er een lagere dichtheid voor op het hoogdynamisch areaal. Een reden waarom in het hoogdynamisch areaal dichtheid sneller afneemt is dat het hoogdynamisch areaal mede is ontstaan en gedefinieerd doordat het areaal meer onderhevig (geëxponeerd) is ten opzichte van hydro- en morfodynamische invloeden. Deze factoren beïnvloeden ook de aanwas en bevorderen de sterfte en emigratie; voor de bodemdieren is het moeilijker om zich te vestigen in hoogdynamische gebieden en moeilijker om daar te blijven.

Naast deze zekere afname van soortenrijkdom en dichtheid per soort, spelen stochastische processen, zoals het weer, een belangrijke rol. Er bestaat veel variatie in wanneer grote stormen plaatsvinden en vanuit welke windrichting deze het meest effect hebben op een bepaalde plaats. Dit levert variatie op in de data. Zo kan er de ene keer bemonsterd zijn vlak voor een periode met veel wind die veel schade heeft aangericht, de andere keer was het voor die tijd erg rustig. Hierdoor verschilt de dichtheid op geëxponeerde locaties van jaar tot jaar. Omdat de dichtheid in het hoogdynamisch areaal lager is door lagere aanwas en hogere sterfte en emigratie, wordt de kans groter dat bepaalde soorten geheel verdwijnen uit een hoogdynamische locatie. Omdat de weersomstandigheden voorafgaand aan de bemonstering elk jaar verschillen, kan de gevonden benthische gemeenschap elk jaar anders zijn in het hoogdynamische areaal. Dit creëert variatie in de data over zowel soortensamenstelling als dichtheid en soortenrijkdom. Het ene jaar zit er deze soortengroep bodemdieren, het andere jaar zit er op dezelfde plek iets anders in een andere dichtheid.

In het laagdynamisch areaal is deze stochastische invloed veel minder van belang, waardoor dichtheid en soortensamenstelling veel constanter zijn tussen de jaren. Door de constantere omstandigheden zijn in het laagdynamisch areaal meer kansen voor soorten, waardoor minder uitval van soorten over de tijd plaatsvindt. Dit heeft een hogere soortenrijkdom tot gevolg. Daarnaast biedt het ook kansen voor soorten zoals schelpdieren, die na verloop van tijd de (biomassa-)dichtheden kunnen gaan domineren door groei van individuen in het laagdynamisch areaal.

Ruimtelijk

Omdat stochastische en dynamische omgevingsfactoren niet op elke plaats eenzelfde invloed uitoefenen op bodemdieren, verschillen ook de bodemdieren per locatie. Net zoals in het ene jaar iets anders kan gebeuren dan in het andere jaar, kan dezelfde invloed (bv een storm) op de ene plaats iets anders veroorzaken dan op de andere plaats. Deze ruimtelijke variatie speelt zich niet alleen af langs de veelgebruikte oost-west gradiënt van de Westerschelde, maar is ook aanwezig tussen bv. de beschutte en geëxponeerde kant van een plaat ten opzichte van de

vaargeul, de windrichting etc. Gevolg is dat er niet alleen een duidelijke gradiënt in soortensamenstelling aanwezig is tussen oost en west, maar dat ook aan de verschillende zijden van een gebied (bv een plaat) andere bodemdiergemeenschappen aanwezig kunnen zijn. Wederom is het hoogdynamische areaal veel gevoeliger voor deze verschillen dan het laagdynamisch areaal; verschillende locaties lijken in het laagdynamisch areaal meer op elkaar dan in het hoogdynamisch areaal.

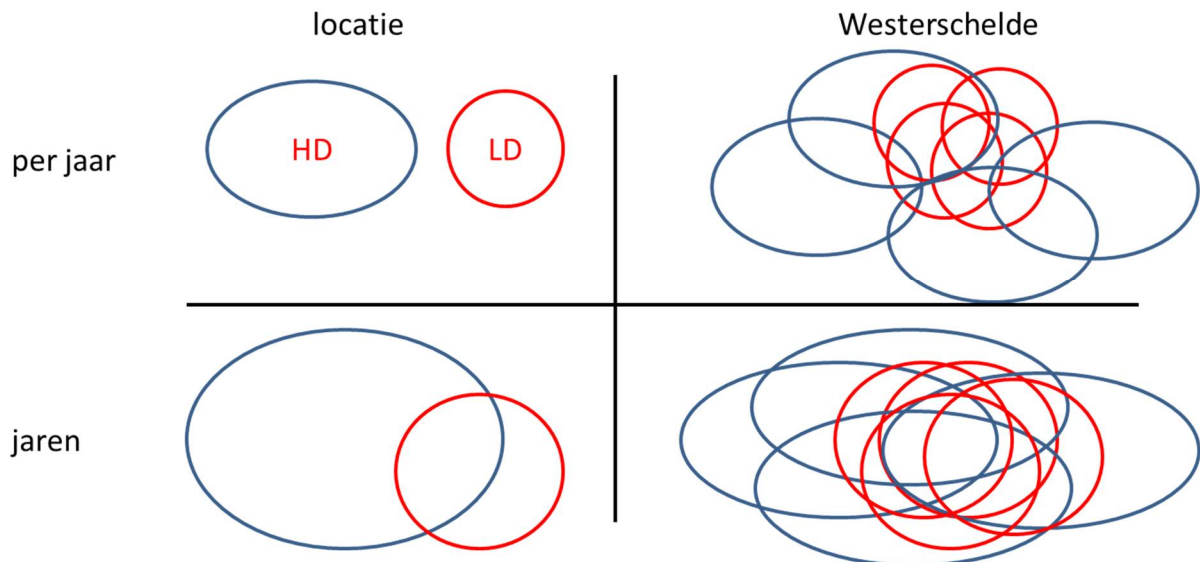
Daarnaast zijn op mogelijks nog kleinere ruimtelijke schaal (bv. binnen een ecotoop) grootse verschuivingen in dichtheden en soortensamenstelling mogelijk door bv. de broedval van een schelpdierbank of immigratie van een volwassen zandpier. Bodemdiersoorten komen nooit gebiedsdekkend voor, maar sommige soorten kunnen lokaal dichtheden gaan bepalen en gemeenschappen vormen, waardoor ze een belangrijke bron van ruimtelijke variatie vormen. Ook wordt door de lage dichtheid van bodemdieren in het hoogdynamisch areaal de kans om bij twee monsterpunten totaal verschillende soorten te vinden groot. Hierdoor ontstaat variatie in soortensamenstelling tussen monsterpunten (zelfs op de kleinst mogelijke ruimtelijke schaal) die groter is in het hoogdynamisch dan in het laagdynamisch areaal.

Samenvatting variatie

Het verschil in biodiversiteit tussen hoog- en laagdynamische ecotopen is echter niet altijd en overall zichtbaar. Soortenrijkdom, abundantie en biomassa is, in grote ruimtelijke kaders of over lange termijn, gemiddeld hoger in het laagdynamisch areaal dan in het hoogdynamisch areaal. Op kleinere ruimtelijke schaal blijken daarentegen op sommige plekken hoogdynamische locaties een hogere biomassa of groter aantallen bodemdieren te bevatten. De kans dat hoogdynamische locaties een hogere dichtheid bodemdieren huisvesten dan laagdynamische locaties is het grootst op de lager gelegen gebieden; zoals uit Figuur 4 blijkt is het verschil tussen de ecotopen hier zowiezo het kleinst. Soortenrijkdom in het laagdynamisch areaal wisselt minder sterk in de tijd dan dichtheid van bodemdieren, waardoor het laagdynamisch areaal consistent een hogere soortenrijkdom aangeeft. Uit de analyse van bodemdieren over de vele jaren heen, blijkt dat de jaar-op-jaar variatie dermate groot is, dat eventuele verschillen tussen ecotopen over de tijd heen vervagen. Hetzelfde geldt, zij het in mindere mate, voor de verschillen tussen platen: het verschil tussen eenzelfde ecotoop op twee platen kan groter zijn dan het verschil tussen twee ecotopen op één plaat. Een onderscheidende typering qua biodiversiteit is dus het duidelijkst te maken als men op de kleinst mogelijke schalen kijkt: binnen één plaat in éénzelfde jaar.

Aangezien de bemonsteringsstrategie van de beschikbare datasets niet gericht is op deze specifieke vraagstelling werd in 2016 gericht gemonsterd in hoog- en laagdynamisch areaal op verschillende platen. Hiervoor zijn op twee aaneengesloten raaien bodemdieren verzameld: 1 raai in het laagdynamisch areaal en 1 raai in het – zo dicht mogelijk aansluitend - hoogdynamische areaal. Gedetailleerde analyse van deze data laat onomwonden zien dat hoogdynamische ecotopen (litoraal en sublitoraal) verschillen in soortensamenstelling van laagdynamische ecotopen. laagdynamische ecotopen scoren consistent hoger op elk van de biodiversiteitsindices. Echter, als éénzelfde ecotoop op verschillende platen vergeleken wordt, blijken er ook hier verschillen te zijn in biodiversiteit. Dat wil zeggen dat de ruimtelijke variatie in soortensamenstelling, vooral in het hoogdynamische ecotoop, groot is, zelfs binnen één tijdsvenster. Dit verklaart waarom, bij het samenvoegen (poolen) van gegevens

van ecotopen over verschillende platen, het verschil tussen laag- en hoogdynamisch niet langer eenduidig zichtbaar is. Ook als men de soortensamenstelling van 1 locatie over meerdere jaren analyseert, wordt het verschil tussen ecotopen onduidelijker, omdat de jaar-tot-jaar variatie in het hoogdynamisch areaal groot is. Figuur 15 vat deze bevindingen schematisch samen.



Figuur 15: Schematische weergave van verschil in variatie van soortensamenstelling tussen de litorale ecotopen hoogdynamisch (HD,blauw) en laagdynamisch (LD, rood). De mate van variatie wordt weergegeven door de grootte vd cirkel. Wanneer men een plaat/locatie zou volgen in de tijd (linker kolom), dan is het verschil in één enkel jaar zichtbaar (boven). Echter, de variatie in soortensamenstelling kan elk jaar zodanig veranderen (vnl. variatie in hoogdynamisch areaal) dat het verschil tussen ecotopen over meerdere jaren onduidelijker wordt (onder). Wanneer men het verschil tussen ecotopen zoekt in een steeds grotere ruimtelijke schaal wordt ook de variatie per ecotoop (vooral ruimtelijke variatie in hoogdynamisch ecotoop) groter waardoor het verschil tussen ecotopen niet langer zichtbaar is (vergelijk links met rechts).

Typische soorten LD litoraal

Bovengaan analyses laten zien dat, mits men op de juiste manier inzoomt in ruimte en tijd, er duidelijke ecologische verschillen zijn tussen hoog- en laagdynamische ecotopen in de Westerschelde. In een volgende stap hebben we gekeken of deze verschillen ook op soortniveau zichtbaar zijn. Meer specifiek is nagegaan of bepaalde soorten typerend zijn voor één of meerdere ecotopen, door haar aanwezigheid of juist haar abundantie.

Hiervoor is voor elke gevonden verschil in soortensamenstelling tussen hoog- en laagdynamisch areaal (alleen aanwezig voor litoraal) bekeken welke soorten nu precies dit verschil veroorzaken. Voor het litoraal zijn elf soorten/soortgroepen geïdentificeerd die significant bijdragen aan het verschil tussen hoog- en laagdynamische ecotopen. *Macoma balthica* (nonnetje), *Heteromastus filiformis* (rode draadworm), *Scrobicularia plana* (platte slijkgaper) en *Hediste diversicolor* (veelkleurige zeeduizendpoot) zijn hiervan de soorten die over het algemeen het meeste verschil verklaren. In alle analyses waarbij een verschil is gevonden in soortensamenstelling tussen ecotopen, is tenminste één van deze soorten in grotere biomassa/aantallen aanwezig in het laagdynamisch areaal.

Wanneer we de verdeling van biomassa en dichtheid van deze elf soorten nader bekijken over alle monsterlocaties, blijken verschillende soorten op verschillende manieren kenmerkend te zijn voor het verschil tussen hoog- en laagdynamisch litoraal. Zo zijn er drie soorten die altijd in elk bemonsterd jaar een gemiddeld hogere biomassa/aantallen in het laagdynamisch areaal van een plaat in alle droogvalduur-klassen: *Scrobicularia plana*, *Pygospio elegans* (zandpijp) en *Aphelochaeta marioni*.



Figuur 16: *Scrobicularia plana* (links), *Pygospio elegans* (midden, foto door Nygren 2016), *Aphelochaeta marioni* (rechts).

Dit zijn de drie meest betrouwbare indicatoren voor het laagdynamisch litoraal. Alleen *Scrobicularia* is van deze drie een belangrijke indicatorsoort met grote verklarende waarde voor het verschil tussen hoog- en laagdynamisch litoraal over de volledige Westerschelde.



Figuur 17: *Heteromastus filiformis* (links; foto door Hans Hillewaert 2011), *Hediste diversicolor* (rechts; foto door Martin Breffni 2013).

Heteromastus filiformis en *Hediste diversicolor* zijn over het algemeen meer aanwezig in het laagdynamisch litoraal (alle droogvalduur-klassen) dan in het hoogdynamisch litoraal, maar er zijn plaatsen waarbij deze soorten in sommige jaren enkel op het hoogdynamisch en andere jaren enkel op het laagdynamisch litoraal gevonden zijn. Vergelijkt men dus de aanwezigheid van deze soorten jaar per jaar dan zijn deze soorten niet altijd een betrouwbare indicator voor laagdynamisch litoraal.



Figuur 18: *Macoma balthica* (foto door Hans Hillewaert 2007).

Macoma balthica is in het middenlitoraal wel, maar in het laag- en hooglitoraal niet altijd in grotere biomassa/dichtheid aanwezig in het laagdynamisch areaal. *Macoma* is dus een belangrijke en betrouwbare indicator voor laagdynamisch middenlitoraal.



Figuur 19: *Cerastoderma edulis*

Cerastoderma edulis (kokkel) is in het oosten van de Westerschelde amper aanwezig, maar verder geldt hiervoor – met uitzondering van enkele jaren - dat *Cerastoderma* meer voorkomt in laagdynamisch gebied.



Figuur 20: *Arenicola marina* (foto door Le Roux 2008).

Arenicola marina (zeepier of wadpier) is altijd specifiek aanwezig in zandig substraat en kan met redelijke kans aangeven dat het monsterpunt uit een laagdynamisch litoraal kwam. In het westen en midden van de Westerschelde is *Arenicola* een redelijk betrouwbare indicator van laagdynamisch litoraal. Het Verdronken Land van Saeftinghe vormt daarop de uitzondering. Daar is *Arenicola* beter vertegenwoordigd in het hoogdynamisch litoraal. Hierbij moet aangemerkt worden dat volwassen zeepieren slecht verzameld worden, omdat ze vaak te diep zitten voor een steekbuisbemonstering. Jonge zeepieren zitten daarentegen veelal in de hoge delen van het sediment. Hierdoor is deze soort met de steekbuis lastig kwantitatief te beoordelen.

Tabel 11 vat de betrouwbaarheid van alle elf soorten samen die bij analyse van verschillen tussen hoog- en laagdynamisch litoraal als verklarende soort naar voren kwamen, ook die soorten die niet betrouwbaar zijn als indicator.

Tabel 11: Schakering en nuancering van waarde van soorten als indicator voor laagdynamische litoraal

Goede indicator		redelijke indicator		Onbetrouwbare indicatoren
Westerschelde-breed	regionaal	Westerschelde-breed	regionaal	
<i>Scrobicularia plana</i>	<i>Arenicola marina</i> (west en midden)		<i>Nephtys hombergii</i> (Hoge Springer)	<i>Scoloplos armiger</i>
<i>Macoma balthica</i> (middenlitoraal)	<i>Heteromastus filiformis</i>		<i>Cerastoderma edulis</i> (midden + westen)	<i>Bathyporeia</i> sp.
	<i>Hediste diversicolor</i>			<i>Corophium</i> sp.
	<i>Pygospio elegans</i> (middenlit Pl. v Ossenisse)			<i>Macoma balthica</i> (hoog- en laaglitoraal in het midden vd Westerschelde)
	<i>Aphelachaeta marioni</i> (laaglit Suikerplaat)			
	<i>Macoma balthica</i> (mondig + oost)			

3.3 Conclusie intrinsieke ecologische waarde LD

Het hoogdynamisch areaal is zoals de naam suggereert hoogdynamischer dan het laagdynamisch areaal. De naam stamt van een morfologische bepaling van het areaal, maar ook ecologisch gezien heeft het meer dynamiek. Hoewel de soortensamenstelling gemiddeld gezien amper verschilt tussen de ecotopen, verschilt deze wel aanzienlijk tussen hoogdynamische monsterpunten onderling.

Als een habitat verstoord wordt, wordt de soortensamenstelling variabel. Door verstoring verschilt de ene dynamische locatie van de andere. De ene soort valt op de ene locatie uit, de andere soort in de volgende locatie. Hierdoor verschilt de ene dynamische locatie van de andere, waardoor in soortensamenstelling een grote spreiding ontstaat. Omdat over het geheel gezien dezelfde soorten echter de kern blijven uitmaken van het habitat en de bijhorende gemeenschap, verandert de gemiddelde soortensamenstelling niet in functie van dynamiek. Hierdoor is de soortensamenstelling niet verschillend in het meer dynamische habitat ten opzichte van het minder dynamische habitat, dichtheid wel daarentegen.

Ook bij een kleinere ruimtelijke en temporele indeling blijkt nog steeds een grotere variatie in soortensamenstelling tussen hoogdynamische punten. Laagdynamische monsterpunten verschillen minder van elkaar. Omdat ruimte en tijd effect hebben op de verklaarde variatie, worden verschillen in soortensamenstelling tussen ecotopen duidelijker op kleinere ruimtelijke en temporele schaal. Te zien is dat het aantal soorten en de dichtheid (aantallen/biomassa) aan soorten verandert per jaar in een ecotoop, en dat deze veranderingen verschillen tussen ecotopen. In sommige droogvalduurklassen is dit duidelijker dan in andere.

Het devies voor vergelijking van ecotopen luidt daarom: doe dat op een zo klein mogelijke temporele en ruimtelijke schaal. Helaas is dat gegeven de standaard MWTL-monitoring amper mogelijk door het lage aantal laagdynamische monsterpunten in vergelijking met het aantal hoogdynamische punten. Ook is het regelmatig zo dat er op de plaat aanzienlijke ruimtelijke spreiding is tussen de monsterpunten per jaar in een gegeven ecotoop, bv. Westelijke Hooge Platen en Zuidelijke Hooge Platen. Zo hebben we in Tabel 7 opgemerkt dat er meer verschillen gevonden werden, maar dat deze vaak bepaald werden door een klein aantal monsterpunten per ecotoop.

Om deze reden is een aanvullende bemonstering in het najaar van 2016 opgezet. Deze monitoring moet het mogelijk maken om op kleine ruimtelijke schaal, met een minimum aan ruimtelijke en temporele variatie hoog- en laagdynamische locatie met elkaar te vergelijken. Door analyse van dichtheden van de door SIMPER-analyses geïdentificeerde soorten is een lijst met soorten vastgesteld die in meer of mindere mate laagdynamisch litoraal kenmerken en kunnen identificeren. Door de dichtheid van deze soorten in beoogd laagdynamisch gebied, zoals gecreëerd na plaatrandstoringen, te vergelijken met die in hoogdynamische gebieden, kan men vaststellen of het ook op ecologische basis als laagdynamisch gebied gekenmerkt kan worden.

Hoewel er in soortensamenstelling alleen verschillen zijn tussen hoog- en laagdynamisch op kleine ruimtelijke en temporele schaal, is dit op basis van dichtheden/biomassa en soortenrijkdom (geanalyseerd per jaar) ook het geval voor grotere eenheden, vooral in het

laag- en middenlitoraal. Op alle platen is er meer biomassa aanwezig in het laagdynamisch litoraal dan in het hoogdynamisch litoraal, al vormt de Rug van Baarland hierop een uitzondering (geen verschil). Dit verschil tussen laag- en hoogdynamisch litoraal werd ook vastgesteld door bijvoorbeeld Ysebaert et al. (2010) voor de gehele Westerschelde.

3.4 Extrinsicke waarde

De extrinsicke waarde kan verschillende vormen aannemen. Te denken valt onder andere aan de waarde voor commerciële soorten, bijvoorbeeld door een kraamkamerfunctie voor vissen. Een andere extrinsicke waarde is de waarde voor organismen van elders, zoals vissen of vogels die in een gebied komen foerageren.

Het vaststellen van de extrinsicke waarde van een gebied is complex. Vissen en vogels kunnen zich over grote afstanden verplaatsen en daarom is hun verdeling in ruimte en tijd relevant. Daarnaast zijn de hoogwatertellingen van steltlopers bedoeld om de aanwezigheid van deze vogels vast te stellen in het gebied, niet om de afhankelijkheid van ecotopen vast te stellen. Hoogwatertellingen geven daarnaast weinig informatie over consumptie in verschillende plaatgebieden doordat vogels migreren tussen verschillende hoogwatervluchtplaatsen en foerageergebieden (Piersma et al 1993).

De extrinsicke waarde van een gebied voor vogels kan ook in termen van voedselbeschikbaarheid, -voorkeuren, eetbaarheid, -grootte en -oogstbaarheid worden bepaald. Zwarts & Wanink (1993) geven hier handvaten voor. Het is ook mogelijk een zelfde bepaling van extrinsicke waarde van een gebied voor vissen te maken.

Vogels foerageren in het getijdengebied rond de periode van laagwater. Wanneer het waterpeil laag genoeg geworden is volgen ze veelal de dalende waterlijn. De beschikbaarheid van biomassa in de verschillende hoogtezones van het getijdengebied hangt samen met het aantal en biomassa van consumeerbare organismen, maar ook met de droogvalduur van de betreffende hoogtezone. De laagste zone valt relatief kort droog, waardoor de aanwezige biomassa minder beschikbaar is dan in hogere zones.

De biomassa van de benthische gemeenschap vormt hier het uitgangspunt voor het bepalen van de potentiële extrinsicke waarde. Laagwatertellingen van foeragerende vogels zijn ook nodig om te zien of er ook een verschil in gebruik bestaat tussen hoog- en laagdynamische zones.

Er wordt verwacht dat juveniele (plat)vis tijdens hoogwater de platen op trekt om te foerageren. Bemonstering van dit fenomeen is niet eenvoudig. Ten aanzien van de bemonstering van vissen bestaat uit de verschillende vangstmethoden voor verschillende groepen vissen. Belangrijke pelagische vissoorten als zandspiering en sprot (voedsel voor sternsoorten) worden nauwelijks gevangen met fuiken of korren. Juveniele platvis, waarvoor een belangrijke kraamkamerfunctie van estuaria en het kustgebied wordt verondersteld, worden nauwelijks gevangen in een ankerkuil. Monitoring door middel van sonar analyse biedt mogelijk de beste perspectieven, omdat alle zwemmende vis wordt gedetecteerd. Een andere extrinsicke waarde van het gebied is dat het gebied beschutting kan bieden (tegen predatoren, stress, etc) voor vis. Met het oog op vis als voedsel voor de mens en visetende

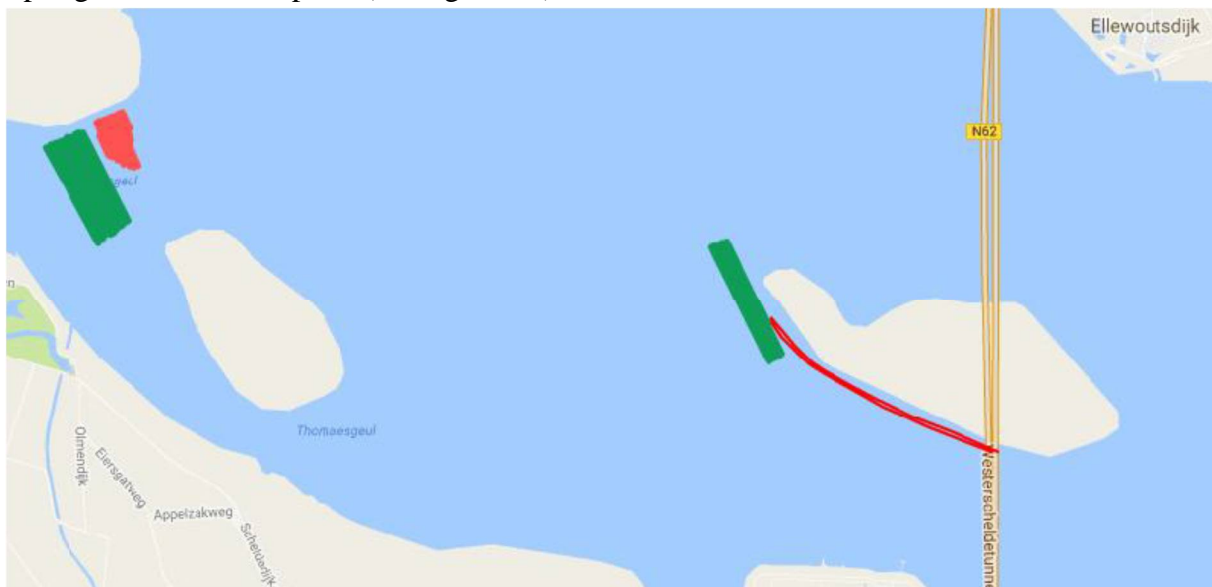
vogels (bv. sterns) zijn vooral gebieden die jonge vis bescherming en voedsel bieden belangrijk als zogenoemde kraamkamers.

Centrale vraag die we onderzoeken ten aanzien van de extrinsieke ecologische waarde is of we met metingen kunnen vaststellen dat het laagdynamisch areaal een hogere extrinsieke waarde heeft in de vorm van hogere aantallen vogels en vissen.

Materiaal & Methode

VISSEN

Vis (2016) beschrijft de methoden en resultaten van sonarmetingen uitgevoerd aan de Hoge Springer en de Middelpmaat (zie Figuur 21).



Figuur 21: locaties van sonaronderzoek in het laag- (rood) en hoogdynamisch (groen) sublitoraal aan de Hoge Springer (links) en Middelpmaat (rechts).

Het onderzoek had tot doel om de visbiomassa ($\text{kg}/1000\text{m}^3$), de visdensiteit ($\text{n}/1000\text{m}^3$) en de lengte-frequentie in het hoog- en laagdynamisch sublitoraal van de Springergeul en Middelpmaat vast te stellen. Met de sonar worden alleen zwemmende vissen in het pelagiaal onderzocht; vissen op de bodem worden niet onderscheiden in de sonar. Ook kunnen er geen specifieke vissoorten onderscheiden worden zonder (intensieve) bevissing met netten. Op basis van de resultaten van drie monitoringsdagen op 6, 7 en 8 september 2016 met enkel de sonar, is de gemiddelde biomassa van vissen $> 4,0$ cm per deelgebied bepaald.

Een belangrijk aspect bij de uitvoering van een kwantitatieve bemonstering van de visstand is de betrouwbaarheid van de gegevens. Voor de bepaling van de betrouwbaarheid van de waarnemingen wordt het 95% betrouwbaarheidsinterval rond het gemiddelde bepaald. In andere woorden: we kunnen met 95% zekerheid stellen dat het gemiddelde binnen het interval zit.

Een voorwaarde voor de berekening van het 95% betrouwbaarheidsinterval is dat de steekproef afkomstig is uit een normaal (Gauss) verdeelde populatie. Dit is in de regel niet het

geval bij het steekproefsgewijs bemonsteren van de visstand, als gevolg van schoolvorming. Om toch aan de voorwaarde te kunnen voldoen worden de resultaten van alle afzonderlijke transecten, opgedeeld in stukken van 350 meter. Van deze groepen wordt vervolgens het gemiddelde berekend, resulterend in een nieuwe dataset van gemiddelden. Deze gemiddelden zijn nu per definitie “Normaal” verdeeld (Centrale Limietstelling). Het betrouwbaarheidsinterval bij met sonar bepaalde visbiomassa ligt over het algemeen bij de 25% rond het gemiddelde. De marges rond het gemiddelde bij een conventionele visserij ligt in de grootte orde van meer dan 100%. Dit wordt in het bijzonder bepaald door de steekproefgrootte (n). Binnen één, qua visstand homogeen geacht gebied, worden zelden meer dan 10 afzonderlijke bepalingen (kuiltrekken) verricht, terwijl de steekproefgrootte met de sonar groter dan 100 is.

VOGELS

In het najaar van 2016 zijn op basis van de litorale benthosmonsterlocaties op 4 platen vogeltelvakken uitgezet (Figuur 43 t/m Figuur 46). Per plaat werden drie vakken van 100x100m in hoogdynamisch litoraal en drie vakken in laagdynamisch litoraal gemarkeerd met paaltjes. De vakken werden genummerd, zo dat de eerste vakken van zowel de LD als de HD-zone het dichtst bij elkaar, en de derde vakken het verst van elkaar af lagen. Deze werden zo neergelegd dat op eenzelfde dag vanuit 1 zichtpunt (vanaf de boot of vanaf de dijk) zowel het hoogdynamisch als het laagdynamisch gebied geteld kon worden (6 vakken/4uur laagwater). Een telling werd op elke plaat 3 keer herhaald (zie Tabel 12 voor datums). De aantallen per vak werden vervolgens gemiddeld over de drie teldagen.

Alle foeragerende vogels werden geteld in intervals van 15 minuten (4*4=16 kwartier per dag per telvak). De soorten die geteld zijn staan vermeld in tabel 46. Foerageerminuten werden berekend door het aantal foeragerende vogels gedurende 4 uur geteld te vermenigvuldigen met 15 minuten.

Het doel van deze tellingen was om 1) aantallen foeragerende vogels op hoogdynamisch en laagdynamisch litoraal vergelijken. Zitten er meer vogels op het laagdynamisch litoraal dan het hoogdynamisch litoraal? 2) vogeltellingen correleren met benthosmetingen. Wat is de reden voor verschillende aantallen in vogels op het litoraal, is dat voedsel-gerelateerd?

Tabel 12: datums vogelteldagen in 2016 per plaat

	1 ^{ste} telling	2 ^{de} telling	3 ^{de} telling
HS	7-11	8-11	9-11
PS	9-10	10-10	24-10
SlvE	20-10	23-10	3-11
RvBZ	17-10	1-11	2-11

Tabel 13: foeragerende vogelsoorten geteld. Soorten gemarkeerd in het rood zijn niet meegenomen in de correlatie benthos-foerageerminuten (Figuur 23 en Figuur 24) omdat dit soorten zijn die veelal geen benthos eten.

Scholekster	Bontbekplevier
Wulp	Kokmeeuw
Zilverplevier	Stormmeeuw
Kanoet	
Bonte strandloper	Grote mantelmeeuw
Rosse grutto	Smient
Bergeend	Kleine Zilverreiger
Drieteenstrandloper	Pijlstaart
Tureluur	Wintertaling
Zilvermeeuw	Wilde eend

3.5 Resultaten extrinsieke waarde

Vissen

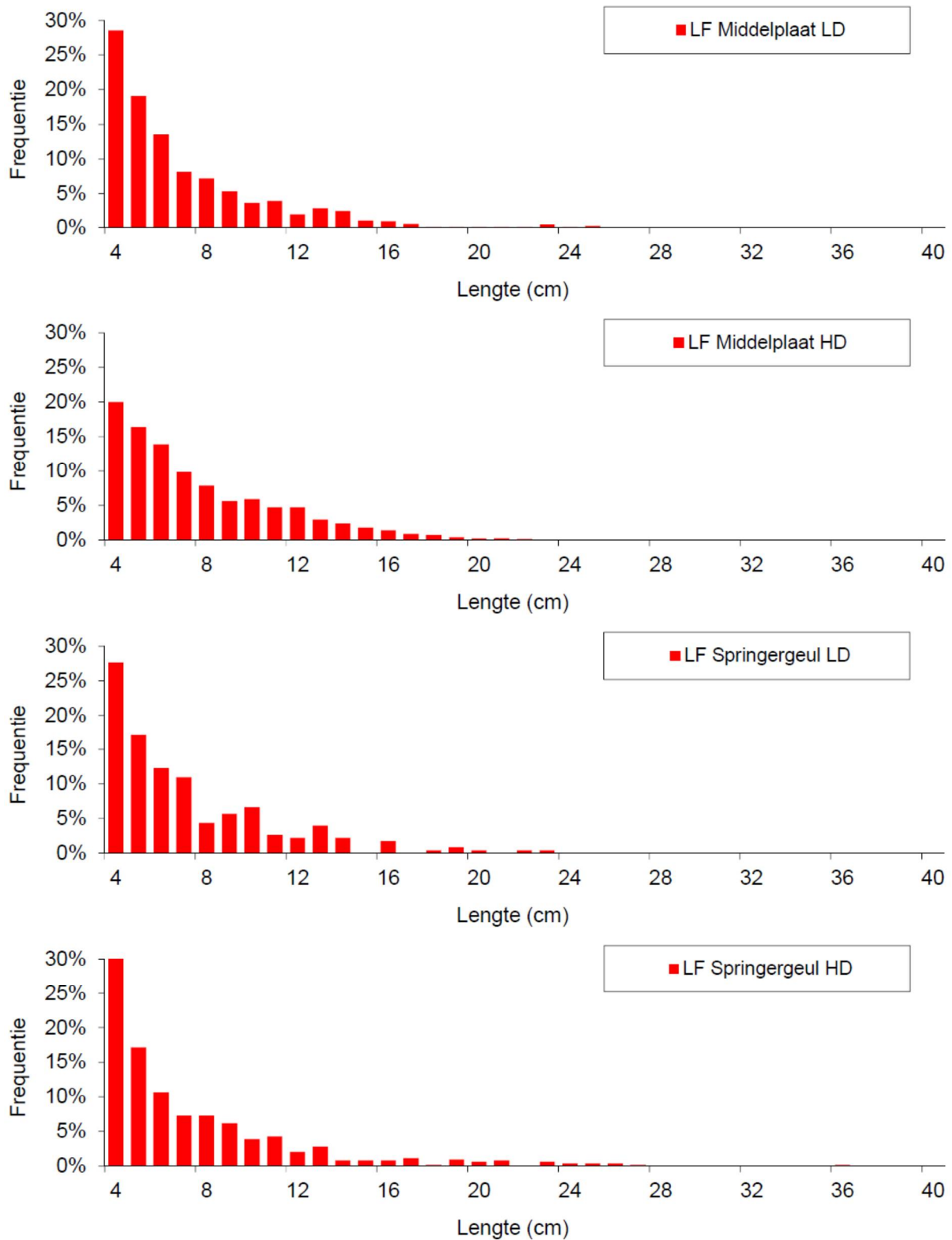
Tabel 14: Visbiomassa in kg en aantal per 1000 m³ (uit Vis;2016). * geen statistisch verschil (two-sided T-Test)tussen LD en HD Springergeul

Gebied		kg/1000m ³	n/1000m ³
Middelplaat	LD	0.17	274
	HD	0.23	338
Springergeul	LD	0.07	132*
	HD	0.14	144*

Op de Middelplaat bleek er een klein verschil waar te nemen tussen de biomassa in het laag- en hoogdynamisch sublitoraal, respectievelijk 0,17 en 0,23 kg/1000 m³. Ook de aantallen per 1000 m³ waren in het hoogdynamisch sublitoraal wat hoger (338) dan in het laagdynamisch sublitoraal (274).

In de Springergeul was de biomassa in het laagdynamisch sublitoraal met 0,07 kg per 1000 m³ lager dan in het hoogdynamisch sublitoraal (0,14 kg per 1000 m³). De aantallen per 1000 m³ waren echter vergelijkbaar.

Uit lengte frequentieverdelingen (Figuur 22) blijkt dat in de laagdynamische delen de gemiddelde vislengte kleiner (6,9 cm) was dan in de hoogdynamische delen (7,6 cm). Aan de Middelplaat komt dit door een aanzienlijk groter aantal individuen van 4-6 cm in het laagdynamische sublitoraal (zie Figuur 22) terwijl de staart van de verdeling met grotere vis nagenoeg gelijk verloopt.. In de Springergeul, echter, wordt het verschil in gemiddelde grootte veroorzaakt door het een klein aantal grote individuen in HD terwijl het aantal kleine individuen ongeveer gelijk is of zelfs hoger in het HD.



Figuur 22: Lengte-frequentieverdeling van de waargenomen vissen op de Middelplaat (uit Vis; 2016).

Vogels

VERGELIJKING HD-LD

Het algemene beeld is duidelijk: vogels foerageren gemiddeld meer en langer op het laagdynamisch litoraal (4915 foerageermin./4uur.ha) dan op het hoogdynamisch litoraal (1283 foerageermin./4uur.ha) in deze periode. Per plaat zijn de verschillen soms minder duidelijk (Tabel 15, Figuur 24), maar meestal significant per vergelijking tussen telvakken op een plaat (one-sided T-test, $p < 0.05$). Alleen op de Rug van Baarland Zuid is LD-telvak nr 3 gemiddeld lager uitgekomen dan ieder van de HD-telvakken en is ook LD2 niet significant verschillend van HD3.

Tabel 15: gemiddeld aantal vogelsfoerageerminuten in 4 uur per ha per telvak van elke plaat. Hoge Springer: Grote aantallen in LD 1, 2 en 3 worden veroorzaakt door Scholekster en Smient, welke ook voorkomen in de HD-vakken. Paulinaschor: Grote aantallen in LD 2 en 3 worden veroorzaakt door Bonte strandlopers en Scholeksters, terwijl in HD 2 en 3 Scholekster ook aanwezig was. Slikken van Everingen: Grote aantallen in LD 2 en 3 worden veroorzaakt door Bonte strandlopers op de laatste twee teldagen, terwijl deze ook aanwezig was in alle HD-vakken op de eerste teldag. Rug van Baarland Zuid: Grote aantallen in LD 1 worden veroorzaakt door drieteenstrandlopers die op HD 1 t/m 3 en LD 1 en 2 op 17-10-2016 geteld zijn.

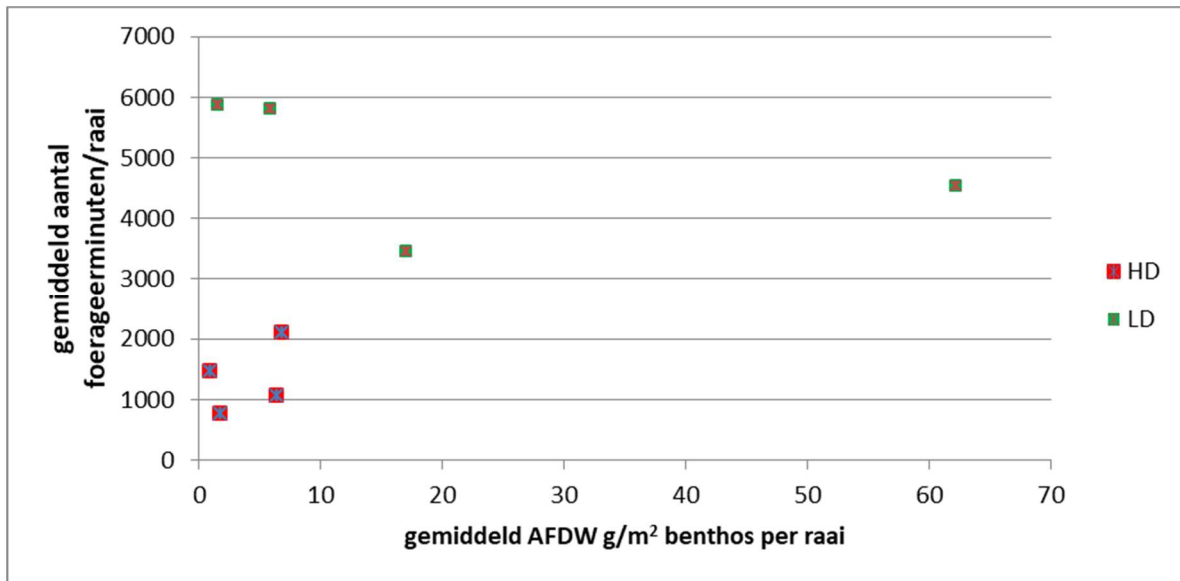
	HS				PS				SlvE				RvBZ			
	telvak				telvak				telvak				telvak			
	gem	1	2	3	gem	1	2	3	gem	1	2	3	gem	1	2	3
HD	1053	1480	825	855	515	1225	1085	460	1473	1505	1830	1085	2090	1350	1815	3105
LD	4543	2990	5105	5535	3443	1770	4535	4025	5800	3005	4885	9510	5875	13910	3165	550

Conclusie is dat er meer vogels foerageren in het laagdynamisch litoraal en dat daarmee de extrinsieke waarde in laagdynamisch litoraal hoger is dan in het hoogdynamisch litoraal.

Een bijkomende vraag die gesteld kan worden is waar deze hogere aanwezigheid van vogels in het laagdynamisch litoraal door veroorzaakt wordt.

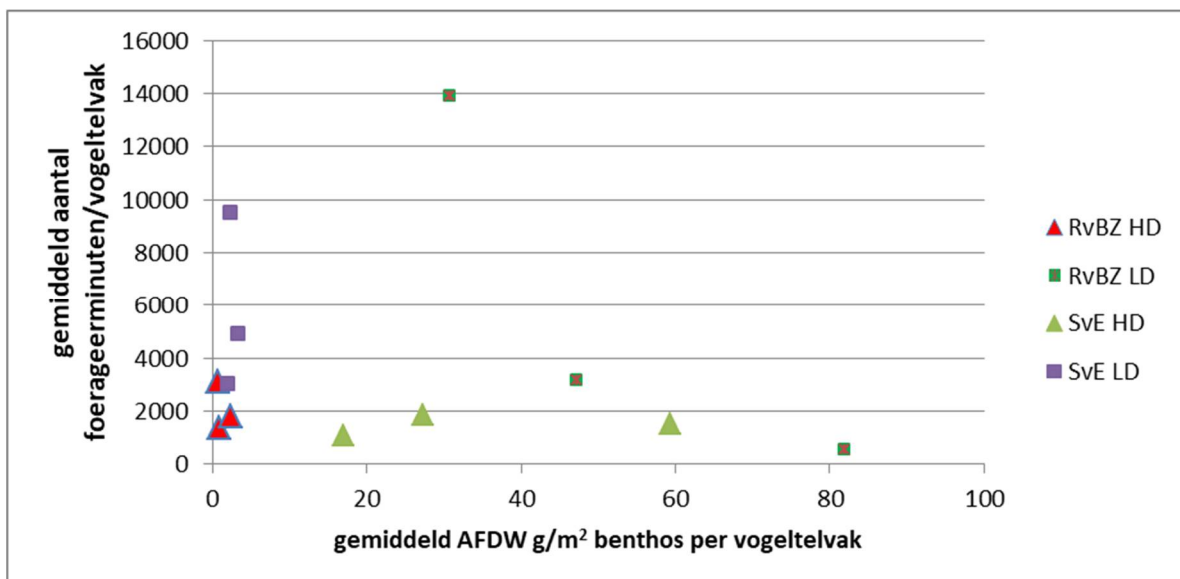
Gezien de ruimtelijke koppeling van benthosmetingen en vogeltellingen is een logische vraag of de hogere extrinsieke waarde door een verhoogd voedselaanbod wordt veroorzaakt.

Deze vraag behandelen we door de vogelsfoerageerminuten (Tabel 15) te koppelen aan de biomassa aan benthos gevonden in dezelfde raaien (Figuur 9). Die koppeling levert Figuur 23 op. A priori zou men verwachten dat, gezien de hogere biomassa benthos en de hogere aantallen foerageerminuten van vogels in het laagdynamisch litoraal, een positieve correlatie tussen de twee variabelen zal volgen.



Figuur 23: foerageermin./Auur per ha gemiddeld over drie telvakken in 1 raai (LD of HD) uitgezet tegen de gemiddelde biomassa benthos gevonden in die raaien (per raai n=9). Getallen overeenkomstig met Tabel 15 en Figuur 9.

Uit Figuur 23 blijkt dat voor 6 van de 8 punten (4 HD en 4 LD) deze positieve relatie inderdaad opgaat. De hoge aantallen foerageerminuten op de Slikken van Everingen en de Rug van Baarland Zuid in laagdynamische telvakken (Tabel 15) worden echter niet ondersteund door een groot voedselaanbod. Op deze twee locaties zitten meer vogels dan op de andere locaties, maar is de biomassa benthos overeenkomstig hoogdynamische raaien. Wanneer we deze cijfers in meer detail bekijken blijkt een hoge mate van variabiliteit in het over drie teldagen gemiddeld aantal foerageerminuten per telvak (zie Tabel 15 en Figuur 24).



Figuur 24: foerageermin./Auur per ha uitgezet tegen de (gemiddelde) biomassa benthos gevonden in die telvakken (Rug van Baarland, Slikken van Everingen).

Om de correlatie tussen foerageerminuten en voedselaanwezigheid te maken is aan de hand van Figuur 43 t/m Figuur 46 de biomassa (g AFDW/m²) gevonden binnen elk vogeltelvak gemiddeld en afgezet tegen de gemiddelde foerageerminuten geteld in dat telvak (Figuur 24).

Per plaat is er meer AFDW aanwezig in het LD dan in het HD. Zoals hierboven aangegeven, betekent dit niet dat er ook altijd meer vogels aanwezig zijn in het LD.

Over het algemeen is de verhouding voedsel/foerageerminuten groter in het LD en is ook het aantal foerageerminuten/4uur.ha groter in het LD. Er is slechts 1 monsterpunt die die algemene trend doorbreekt (RvBZ LD 3 met 550 foerageerminuten/4uur.ha gemiddeld).

Daarnaast is er geen verschil tussen raaien op een plaat in het aantal vogelsoorten dat daar foerageert. Ook bij verwijdering uit de dataset van “sociale” steltlopers (strandlopers, bontbekplevier), waarvan het bezoek een sterke toename in het aantal foerageerminuten/4uur.ha betekent, wordt geen ander beeld verkregen dan verwoord hierboven; het beeld dat er geen relatie is tussen voedsel en foerageerminuten wordt niet bepaald door verdoezeling door grote aantallen van een soort. Dezelfde soorten landen op LD-raaien en HD-raaien, alleen vaak meer individuen op de LD-raai.

Ook blijkt niet uit de data dat de vogels op voedselarme HD locaties langer bleven foerageren (geen individuele vogels gevolgd) om uit de armere voedselgrond alsnog hun benodigde energie te vergaren. Hieruit kan een voorzichtige conclusie getrokken worden dat voedselaanbod op de HD-raaien niet limiterend is voor het voorkomen van deze vogels.

3.6 Conclusie extrinsieke waarde LD

Het onderzoek naar extrinsieke waarde heeft in deze studie geen prioriteit gehad. In plaats daarvan zijn relatief eenvoudige methoden gebruikt in kortdurende onderzoeken met beperkte onderzoekkracht. De conclusies uit deze onderzoeken kunnen daarom niet gelezen worden als volledig overwogen, maar enkel als indicaties en aanwijzingen voor volgend onderzoek.

Vissen

Uit de sonar data kan niet eenduidig geconcludeerd worden dat door de ecotopenkaart gedefiniëerd laagdynamisch sublitoraal een hogere ecologische waarde vertegenwoordigt. Dit gebrek aan eenduidige conclusie wordt veroorzaakt door het gebrek aan verschil in visdichtheid en lengte-frequentie tussen de twee ecotopen in de Springergeul.

Uit de benthosanalyse bleek al dat de sublitorale HD-raai aan de Hoge Springer (in de Springergeul), die zich in de corresponderende vakken van Figuur 21 bevinden, als ecologisch waardevol areaal aangemerkt moet worden.

Het verschil tussen hoog- en laagdynamisch sublitoraal lijkt zowel in het benthos als in de vis zichtbaar aan de Middelpaat. In het laagdynamische sublitoraal zit minder vis per volume dan in het hoogdynamische deel, en de vis in het laagdynamisch sublitoraal is kleiner.

Vogels

Conclusie uit het vogelonderzoek is dat er meer vogels foerageren in het laagdynamisch litoraal en dat daarmee de extrinsieke waarde in laagdynamisch litoraal hoger is dan in het hoogdynamisch litoraal.

Op basis van de aanwezigheid van voedsel (benthos), voedselvoorkeuren/dieet (Bouwmeester, 2014) en droogvalduur kan berekend worden wat de voedselbeschikbaarheid voor een vogelsoort is per ecotoop op een plaat/slik (resultaten niet getoond). Uit die analyse valt op te maken dat de meeste vogelsoorten bijna altijd meer voedsel beschikbaar hebben in het laagdynamisch litoraal, maar dat er dieetspecifieke verschillen hierin optreden per plaat. Hierdoor is er op sommige platen voor sommige specialistische soorten (bv scholekster) vogels net zoveel voedsel beschikbaar in het hoog- als in het laagdynamisch litoraal. De meeste soorten echter zullen 1,5 tot 12 keer meer eten kunnen vergaren in het laagdynamisch litoraal.

Hoewel voedselbeschikbaarheid een belangrijke variabele kan zijn voor vogels, is daarmee niet vastgelegd of dat ook invloed heeft op het bezoek van vogels. Als er een groot verschil in voedsel beschikbaarheid is tussen hoog- en laagdynamisch litoraal, kiezen vogels er dan ook voor om op het laagdynamisch litoraal te foerageren? Of heeft voedsel daar geen invloed op en zijn er andere variabelen die meer invloed op die keuze uitoefenen?

Steltlopers zien over het algemeen hun voedsel niet en moeten ter plekke zoeken. Hoewel er binnen het seizoen (tussen bemonsteringsinterval) ervaring opgedaan kan worden over waar het meeste voedsel ligt, kunnen vogels niet overal tegelijk ervaring opdoen, en houdt die ervaring geen stand tussen jaren. Door de jaar-tot-jaar variatie in biomassa voedsel zal elk jaar opnieuw onderzocht moeten worden wat de beste plekjes zijn.

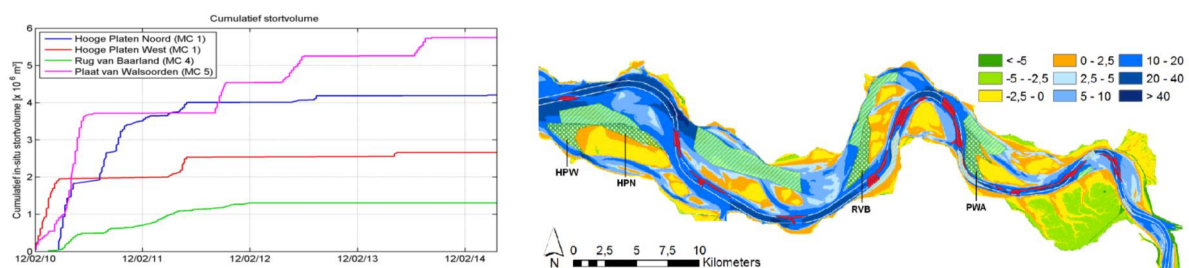
Een simpele verklaring voor het feit dat er geen eenduidig positief verband gevonden wordt tussen foerageerminuten/4uur.ha en biomassa bodemdieren, is dat andere omgevingsfactoren een grotere invloed hebben op de foerageerminuten/4uur.ha dan dat voedsel dat direct heeft. Die invloed zou ook voor het verschil in foerageerminuten/4uur.ha tussen hoog- en laagdynamisch kunnen zorgen. Ens et al. (2005) hebben getracht om middels statistische relaties tussen omgevingsvariabelen, zoals stroomsnelheid, droogvalduur en benthosbiomassa, en aantallen vogels (geteld bij zowel hoog- als laagwater) het aantal vogels op een locatie te voorspellen. De auteurs concluderen dat dat niet gelukt is en dat mechanistische procesgerelateerde modellen misschien een betere volgende stap zijn. Een mogelijkheid is dat vogels door foerageersucces en sociaal-leren het onderscheid tussen ecotopen maken op basis van uiterlijke kenmerken van ecotopen. De indeling van litorale ecotopen bij totstandkoming van ecotoopkaarten wordt gedaan op basis van uiterlijke kenmerken in oa false-colour luchtfotos (Kadering en definities). Mogelijk dat vogels soortgelijke criteria hanteren voor het onderscheid tussen laag- en hoogdynamisch litoraal.

Een belangrijke consequentie van de gevonden verschillen in foerageerminuten tussen hoog- en laagdynamische vakken is dat de grootte van het laagdynamische areaal in het litoraal daarmee een belangrijke sturende factor kan zijn voor het aantal vogels dat foerageert in de Westerschelde.

4. EFFECTIVITEIT PRS

Nu de intrinsieke waarde van laagdynamisch ten opzichte van hoogdynamisch areaal bepaald is in termen van dichtheid en biodiversiteit (vraag 1), kan de (verandering in) waarde bij de plaatrandstortzones bepaald worden (vraag 2). Er wordt bij plaatrandstortzones onderscheid gemaakt tussen sublitorale gebieden en litorale gebieden, die beïnvloed of geïmpacted zijn door stortingen, maar niet direct bedolven. De ecologische waarde van een plaatrandstortzone zelf is bepaald en vergeleken met omliggende niet-beïnvloede gebieden. De verandering van waarde over de tijd kan alleen vastgesteld worden indien er een meting is uitgevoerd die als referentie (T0) kan dienen.

Plaatrandstortingen zijn uitgevoerd sinds 2010 op 4 locaties (zie Figuur 25).



Figuur 25: Links: Het cumulatieve stortvolume over de tijd op de 4 stortlocaties nabij plaatranden in de Westerschelde. Rechts: kaart van de Westerschelde met daarop locaties van vergunde stortlocaties (donkergroen) aangegeven met codes (HPW: Hooge Platen West, HPN: Hooge Platen Noord, RVB: Rug van Baarland, PWA: Plaat van Walsoorden). Uit: Plancke et al. (2010).

In het kader van het overleg flexibel storten zijn de stortlocaties intensief gevolgd middels morfologische metingen. Aan de hand van deze metingen is besloten de plaatrandstortingen aan de Rug van Baarland vroegtijdig te stoppen, vanwege natuurlijke verzanding van het gebied.

4.1 Vergelijking in de tijd (verandering van waarde)

Beschikbare data

Als onderdeel van de effectmonitoring van de proefstortingen aan de Plaat van Walsoorden (2004 - 2008) is een bemonstering (sublitoraal en litoraal) uitgevoerd. Ook de Rug van Baarland is in het kader van de voorziene bestortingen intensief ecologisch bemonsterd in het najaar van 2007. Beide bemonsteringen (historische data) worden beschouwd als referentie (T0) voor de effectbeoordeling.

De locaties van stalen in 2016 op zowel de Plaat van Walsoorden (Figuur 49) als de Rug van Baarland Zuid (Figuur 46) zijn op voorhand bepaald aan de hand van stortlocaties ter plekke (zoals weergegeven in Figuur 25 en Figuur 28) zodat deze representatief voor beïnvloed of geïmpacted gebied zijn. De historische data (T0) is vervolgens vergeleken met de stalen uit 2016.

In het westen van de Westerschelde is helaas geen aanvullende monitoring uitgevoerd die als referentie kan dienen voor de bepaling van effecten van plaatrandstortingen aan de Hooge

Platen. Hierdoor kunnen voor deze laatste locaties geen vergelijkingen gemaakt worden in de tijd.

Sublitoraal: Rug van Baarland en Plaat van Walsoorden

Voor de vergelijking met historische data is het noodzakelijk geacht om voor elke groep monsterlocaties bemonsterd in 2016 een andere verzameling referenties (T0-metingen) te gebruiken. Hieronder wordt toegelicht per groep welke referentiepunten zijn gebruikt en waarom.

MIDDELGAT (RVB)

In het Middelgat zijn zowel in september 2007 en april 2008 sublitorale locaties bemonsterd (ieder jaar 20: 18 HD en 2 LD). Vanwege vergelijkbaarheid met de monsters uit 2016 zijn enkel de monsters van 2007 gebruikt.

Bij inspectie van de data uit 2007 blijkt een grote aanwezigheid van *Ensis*, en in mindere mate *Macoma*, langs de Rug van Baarland in het Middelgat. Uit de MWTL-data (1992-2014) leren we dat *Ensis* is gevonden in het Middelgat sinds 2005 op twee zones, allebei grotendeels gekenmerkt als hoogdynamisch sublitoraal. Wat betreft de monsters genomen in 2007 blijkt dat zowel in beide LD-punten als in 10 van de 18 HD-punten grote dichtheden *Ensis* gevonden zijn. Dit verklaart ook waarom er geen verschillen in soortensamenstelling worden gevonden voor deze data (zie Tabel 5)

De meest zuidelijke zone met hoge dichtheid *Ensis* lag in de regio waar sinds 2010 gestort is en waar sediment is heen verplaatst (Lanckriet, 2015b, Figuur 26).



Figuur 26: Vermoedelijke herkomstgebieden (zwart) van het aangevoerde sediment in rood omcirkelde gebieden met aanduiding van de dominante transportrichting. Verschilkaart tussen T47 (21/1/2015) en T48 (20/4/2015).
Uit: Lanckriet et al. 2015b.

De bestorting van 2010-2012 heeft deels plaatsgevonden op ecologisch waardevol areaal. De meest noordelijke zone is in zowel 2011 als 2012 met de standaard MWTL monitoring bemonsterd. In 2011 is daar een grote hoeveelheid Ensis gevonden, in 2012 niet meer. De zuidelijke zone waar Ensis gevonden werd in 2007 is enkel weer bemonsterd in 2016. Ook toen was er geen hoge dichtheid Ensis aangetroffen.

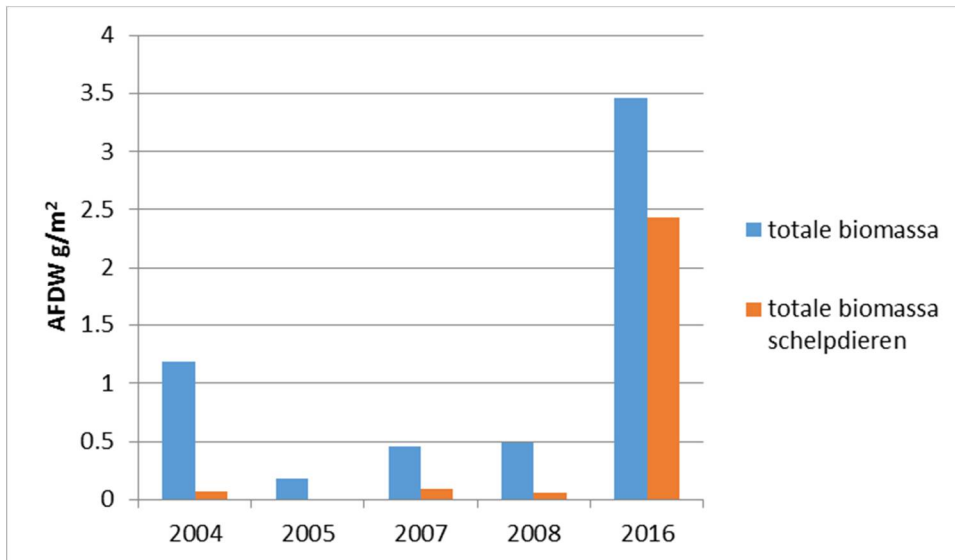
Na de vondst van een zeer hoge dichtheid Ensis in 2011 (in het meest noordelijke gebied) is er geen vermelding meer van grote dichtheden Ensis in de gehele Westerschelde. Ook in de campagne van 2016 zijn slechts enkele kleine recruten van Ensis aangetroffen. Het wordt daarmee aannemelijk dat na 2011 Ensisbanken goeddeels verdwenen zijn in de Westerschelde (Ensis speelt daardoor ook een rol in vergelijkingen in de Schaar van Waarde).

De verschillen in dichtheid van Ensis over de tijd (2007 vs 2016) bemoeilijkt vergelijking van data uit het Middellandse Zeegebied van beide jaren. Soortensamenstelling en dichtheid verschilt tussen 2016 en eerder aanzienlijk. Het is aannemelijk dat een deel van het verschil (mn de Ensis voorkomens) veroorzaakt wordt door temporele variatie. Er kan echter niet worden uitgesloten dat de gemeenschap in de zuidelijke zone bedolven is geraakt door (natuurlijke en anthropogene) sedimentatie. Helaas zijn er na 2008 geen monsters meer genomen in die zone om een verdere ontwikkeling van die zone weer te geven. Er valt dan ook geen bewijs te leveren dat de gemeenschap in die zone werkelijk begraven is geweest.

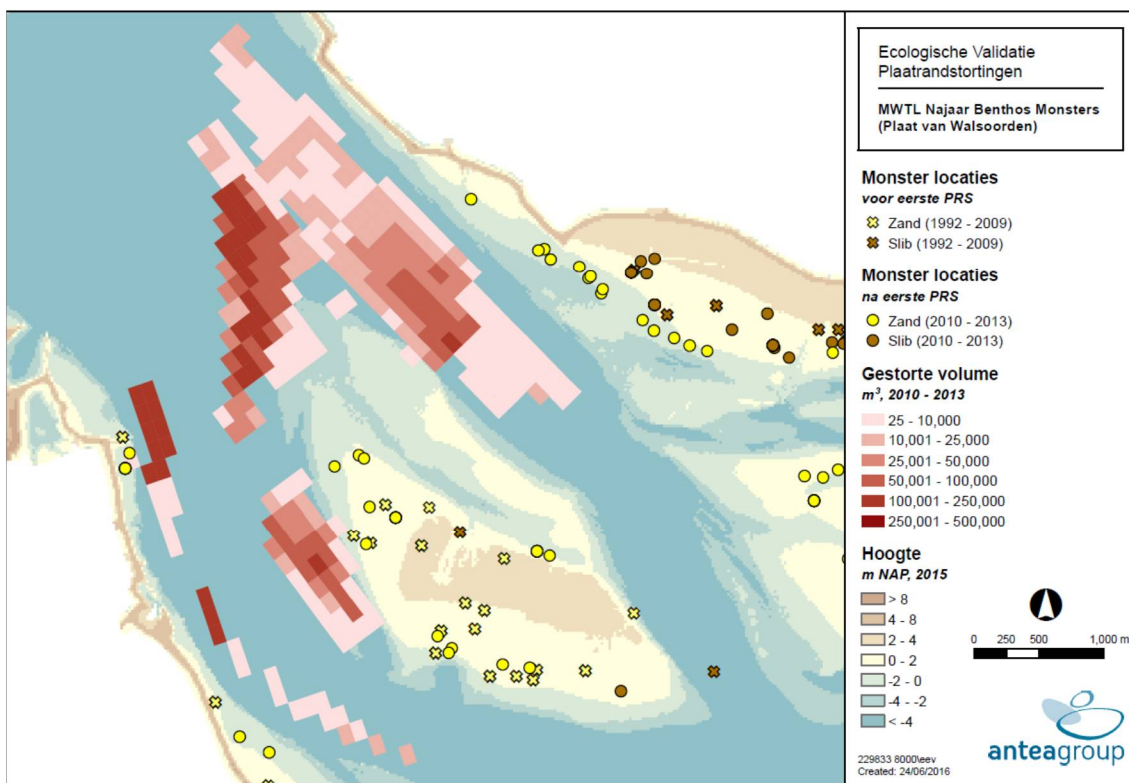
In 2016 is geen teken meer van Ensisbanken, al worden er wel Ensisen gevonden. Wel zijn er in zowel het hoog- als het laagdynamisch gebied Macoma banken van relatief hoge dichtheden tov andere sublitorale gebieden elders in de Westerschelde.

SCHAAR VAN VALKENISSE (PLAAT VAN WALSOORDEN)

Als referentie voor de monsterpunten in 2016 genomen in de Schaar van Valkenisse (oostzijde Plaat van Walsoorden) zijn in 4 jaar tijd 110 monsterpunten beschikbaar uit de monitoring uitgevoerd tussen 2004 en 2008 (zie aantallen in onderschrift Figuur 27). Deze waren allemaal gelegen in een hoogdynamisch sublitoraal ecotoop (zie ook Tabel 3). Voor elk jaar is de gemiddelde dichtheid berekend voor het totaal aan bodemdieren en enkel de schelpdieren (zie Figuur 27). Hieruit blijkt dat de ecologische waarde gevonden in de monsters genomen in 2016 (hoge dichtheden Macoma en Mya) niet eerder in de Schaar van Valkenisse aan de kant van de Plaat van Walsoorden is ontdekt. Het ontstaan van het laagdynamische ecotoop in de Schaar van Valkenisse wordt expliciet in verband gebracht met de uitgevoerde plaatrandstortingen (Lankriet, 2015). Hiermee bestaat gereede kans dat de plaatrandstortingen ook debet zijn aan de toegenomen ecologische waarde in het gebied.



Figuur 27: gemiddelde totale en schelpdierbiomassa in de Schaar van Valkenisse in de jaren 2004 (n=19) 2005 (n=20) 2007 (33) en 2008 (38) tbv monitoring PRS Walsoorden en aanvullende monitoring van 2016 (n=9).

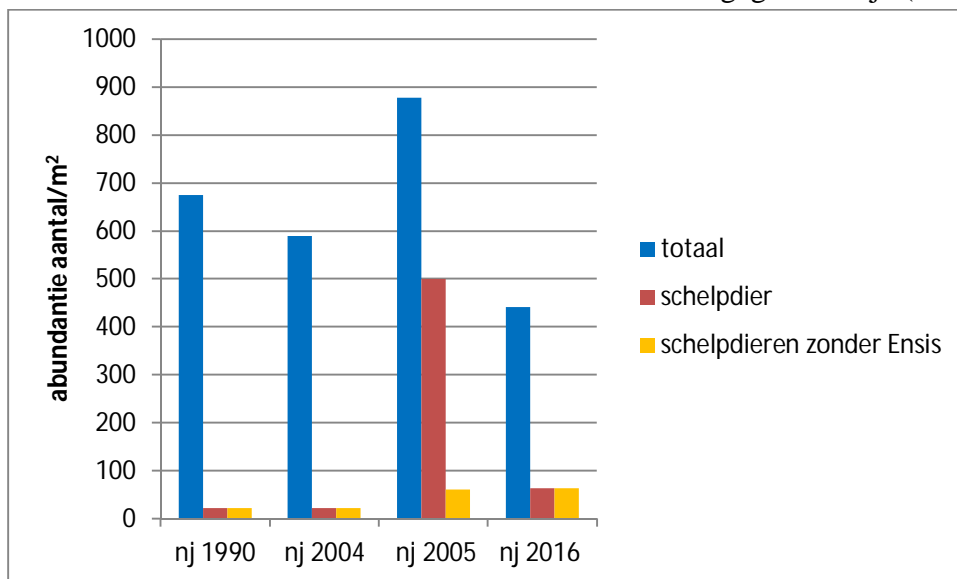


Figuur 28: locatie en stortvolumes rond de Plaat van Walsoorden.

SCHAAR VAN WAARDE (PLAAT VAN WALSOORDEN)

In de 2004-2008 zijn enkel de wateren aan het oosten (Schaar van Valkenisse) en het noorden (Schaar van Waarde) van de Plaat van Walsoorden bemonsterd. Deze zones zijn niet representatief voor de monsterlocaties in het westen van de Plaat van Walsoorden genomen in 2016, vanwege de diepte en afstand tot de monsters uit 2016. In een ander kader is in het najaar van 1990 alsook 2004 en 2005 een bemonsteringscampagne uitgevoerd in de wateren rond de Plaat van Walsoorden. In deze campagne zijn ook monsters genomen rond de monsterlocaties uit 2016 (monsteraantallen 1990: 7, 2004: 18, 2005:12, 2016: 3). Deze

monitoring verschilde in opzet en uitvoering van het MWTL-protocol, er is bv geen biomassa bepaald. Vanwege de verschillen in monsternamen en analyse van bodemdieren tussen beide campagnes en de onmogelijkheid om statistische analyse daarop uit te voeren, kan geen eenduidige conclusie over soortensamenstelling, soortenrijkdom of totale biomassa geleverd worden. Wel geeft de data een globale indruk van wat er allemaal veranderd kan zijn in die regio (zie Figuur 29). Hieruit blijkt dat dit nooit een regio is geweest met hoge dichtheden bodemdieren. In 1990 en 2004 zaten er amper schelpdieren op die locatie, alleen enkele *Macoma*'s. In 2005 zijn er veel *Ensis* aangetroffen (geassocieerd met *Macoma balthica* en *Heteromastus filiformis*, die net als aan de Rug van Baarland na 2005 in aantal en biomassa sterk zijn afgenomen. Bij verwijdering van het aandeel *Ensis* in de totale abundantie schelpdieren blijkt dat in 2016 sublitoraal aan het westen van de Plaat van Walsoorden dichtheden bodemdieren zitten die conform historische gegevens zijn (zie Figuur 29).



Figuur 29: gemiddelde totale en schelpdieraantallen per m^2 in sublitorale monsters aan de Plaat van Walsoorden (OMES-zone 6) in het najaar van 1990 ($n=7$), 2004 (18), 2005 (12) en 2016 (3).

CONCLUSIE SUBLITORAAL RVB EN PWA

Uit vergelijking met historische data blijkt dat dichtheid van bodemdieren in het sublitoraal aan de Rug van Baarland en Plaat van Walsoorden, buiten het verdwijnen van *Ensis*banken, niet is verminderd na de stortingen. Voor de Rug van Baarland geldt dat het hoogdynamisch areaal in het Middellgat een hoge ecologische waarde vertoont (hoge dichtheid en soortenrijkdom, bv. hoge schelpdierbiomassa zie Figuur 13) ondanks hoge mate van (natuurlijke) sedimentatie aldaar.

Litoraal: Rug van Baarland en Plaat van Walsoorden

Hoewel over de tijd ecotopen per plaat veranderen in soortensamenstelling, blijkt uit vergelijking met historische data dat de ecologische waarde niet veranderd lijkt te zijn op de Plaat van Walsoorden en de Rug van Baarland. Voor vergelijking is uit de historische data (Tabel 3) gebruik gemaakt van enkel monsters uit het middenlitoraal. Er wordt geen significant verschil ($p>0.05$) gevonden in soortensamenstelling (PERMANOVA) of jaargemiddelde dichtheid (one-sided T-test) tussen de referentie-periodes (RvB: 2007, PWO

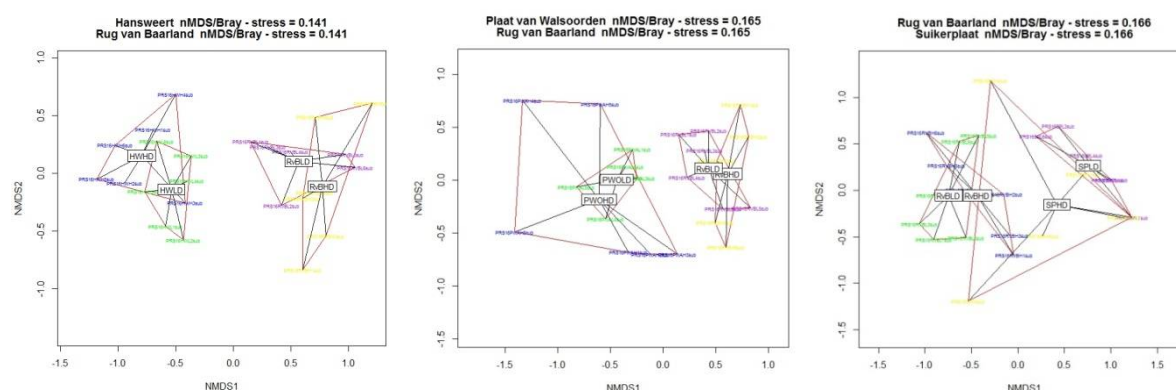
2004-2008) en 2016 met de verschillende ecotopen in beschouwing genomen. Daarmee is er geen effect van plaatrandstoringen op ecologische waarde op het litoraal gevonden. Wel is het areaal laagdynamisch ecotoop vergroot sinds 2010 op zowel de Plaat van Walsoorden als de Rug van Baarland (Jentink, 2016, Lanckriet, 2015).

4.2 Vergelijking in de ruimte (relatieve waarde)

Tijdens de bemonstering van 2016 zijn Hooge Platen Noord, Rug van Baarland en Plaat van Walsoorden bemonsterd in het sublitoraal die in het verleden bestort zijn geweest (impactgebieden), en vier locaties litoraal grenzend aan alle bestorte gebieden (mogelijk geaffecteerde gebieden). In de regionale omgeving van deze bestorte gebieden zijn ook andere locaties bemonsterd die als vergelijkingsmateriaal dienen.

Sublitoraal: Middelgat (RvB)

De sublitorale monsters nabij de Rug van Baarland zijn rijk aan leven, zowel in de HD- als de LD-raai. De enige locatie waar de rijkdom aan leven dat in de RvB overtreft is nabij Hansweert (zie Figuur 10). Deze twee locaties verschillen meer in soortensamenstelling onderling dan de ecotopen (Tabel 16, Figuur 30). Dit is niet in de laatste plaats te verklaren door de verschillen in hoogteligging (Tabel 16, gemiddelde diepte HW: 8.4m, RvB: 5.4m NAP). Desondanks is de overeenkomst tussen ecotopen van deze twee locaties groter dan met andere locaties, waardoor de factor ecotoop als belangrijke verklarende factor voor het verschil in soortensamenstelling tussen monsterpunten naar boven komt (zie Tabel 16).



Figuur 30: nMDS-plot van monsterpunten in het Middelgat (RvB) vergeleken met monsterpunten nabij Hansweert (HW): linker paneel, rond de Plaat van Walsoorden (PWO): middenpaneel, en de Middelpaat/Suikerplaat (SP): rechter paneel, gegroepeerd in ecotoop en plaat.

Tabel 16: significante ($p < 0.01$) verklarende factoren en variabelen voor de soortensamenstelling in vergelijkingen tussen het Middelgat (RvB) en 3 andere locaties (Hansweert (HW), Plaat van Walsoorden (PWO) en Middelpaat (SP))

R ²	ecotoop	locatie	ecotoop+locatie
RvB+			
HW	0.36	0.49	0.62
PWO	-	0.28	0.33
SP	-	0.36	0.50

De locaties rond de Plaat van Walsoorden lijken al meer op het Middelgat in stroomsnelheid en hoogteligging, maar verschilt nog steeds aanzienlijk in soortensamenstelling (Tabel 16, middenpaneel Figuur 30).

De LD-raai aan de Suikerplaat heeft een zelfde biomassa als die in het Middelgat. Desondanks is het contrast met die LD-raai groot (rechter paneel Figuur 30).

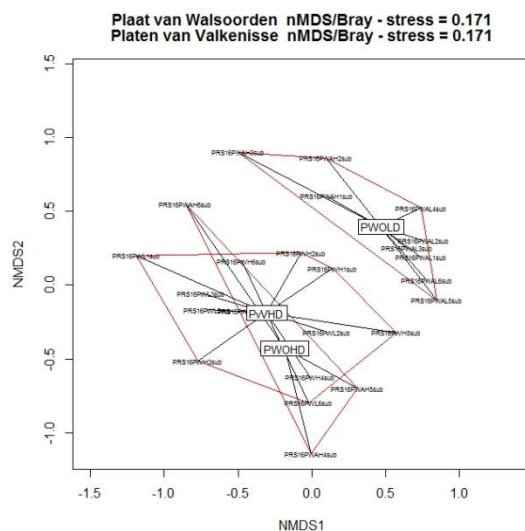
Heel duidelijk blijft dat in elke vergelijking de locatie het belangrijkste verschil uitmaakt in soortensamenstelling tussen de monsterpunten (zie Tabel 16).

CONCLUSIE

De sublitorale monsters aan de Rug van Baarland laten een soortensamenstelling zien die distinct is van alle andere locaties in de regio. Hierdoor is een vergelijking met andere locaties in verschil in soortensamenstelling tussen ecotopen niet goed mogelijk. Laagdynamisch lijkt de RvB nog het meest op de Hoge Springer, hoogdynamisch meer op de Plaat van Walsoorden en de Suikerplaat (Figuur 30).

Sublitoraal: Plaat van Walsoorden

Zoals eerder opgemerkt zijn er aan de Plaat van Walsoorden zowel HD-monsters genomen tegen de westkant van de plaat (Schaar van Waarde) en de oostkant van de plaat (Schaar van Valkenisse). Alle punten in de Schaar van Valkenisse blijken grote dichtheden schelpdieren te bevatten (Figuur 13) en worden daarom gezien als een groep (L1 t/m 6 en H1 t/m 3). De monsters in de Zimmermangeul (PvV) daarentegen bleken alle arm in schelpdierbiomassa (Figuur 13) en worden ook daarom gegroepeerd. In Figuur 31 is duidelijk te zien dat de monsters in de Schaar van Valkenisse duidelijk verschillen van andere (hoogdynamische) monsters genomen in de regio (Tabel 17). Ook dichtheid is hoger in deze monsters.



Figuur 31: nMDS-plot van monsterpunten in het sublitoraal van de Plaat van Walsoorden (PWO) en in de Zimmermangeul (PvV) gegroepeerd op locatie en ecotoop waarbij H1/tm H3 van PWO zijn gegroepeerd met L1 t/m L6 (PWOLD) en alle monsterpunten van PvV samen zijn genomen conform eerdere bevindingen (PvVHD).

Tabel 17: significante ($p < 0.01$) verklarende factoren en variabelen voor de soortensamenstelling met onderscheid herindeling zoals in Figuur 31.

R ²	ecotoop	ecotoop+plaat
	0.15	0.19

CONCLUSIE

Op basis van zowel soortensamenstelling als dichtheid kunnen we concluderen dat het hoogdynamische gebied in de Schaar van Waarde conform het hoogdynamische gebied in de Zimmerman geul is en dat in vergelijking daarmee de zone in de Schaar van Valkenisse (aan de PWO) een grotere ecologische waarde vertoont.

Sublitoraal: Hooge Platen Noord

Voor het sublitorale gebied aan de Hooge Platen kan enkel een vergelijking met andere locaties (Springergeul (HS), Middelplaat (SP)) gemaakt worden. Dan blijkt dat het laagdynamische sublitorale gebied aan de Hooge Platen Noord (HPN) erg arm is, zowel in dichtheid als soortenaantal. Hierdoor is er een groot verschil met andere laagdynamisch sublitorale arealen op andere locaties.

Zoals in het rechter paneel van Figuur 11 aangegeven, lijken de HD-raaien van HS en HPN en SP veel op elkaar, meer dan dat de LD-raaien dat doen (middenpaneel Figuur 11). De LD-raaien verschillen in soortensamenstelling met name doordat *Scoloplos armiger*, *Magelona johnstoni*, *Ensis directus* en *Nephtys cirrosa* wel niet in HPN voorkomen.

Als de factor locatie meegenomen wordt blijkt dat de combinatie van ecotoop en locatie meer variatie verklaard dan ieder van deze factoren apart opgeteld (Tabel 5). Zo is bv. de $R^2=0.42$ voor 'ecotoop + locatie' in de vergelijking van monsterpunten uit de HPN en HS. Oftewel: de locatie-specifieke soortensamenstelling wordt beter verklaard wanneer het ecotoop meegenomen wordt. Het betekent dat de HD-raaien op een andere manier en in een andere mate verschillen in soortensamenstelling op verschillende locaties dan de LD-raaien.

CONCLUSIE

Een opvallend gegeven is dat de sublitorale LD-raai in HPN erg arm is, zowel in dichtheid als soortenaantal. Hierdoor is er een groot verschil met andere LD-raaien op andere locaties (zie ook Figuur 10). Het gebied waar deze raai geplaatst is stond onder directe invloed van de plaatrandstortingen en is een gebied dat sinds 2010 (ten tijde van de stortingen) volgens de ecotopenkaarten van hoogdynamisch naar laagdynamisch litoraal is veranderd (vergelijk Figuur 25 met Figuur 42).

Omdat op deze locatie aan de Hooge Platen Noord geen referentie is genomen, kan geen uitspraak worden gedaan over het effect van de plaatrandstortingen, of de ontwikkeling van ecologische waarde aldaar. Wel kan gesteld worden dat het geen ecologisch waardevol gebied is.

Litoraal: Hooge Platen West en Noord

In het Westen van de Hooge Platen is d.m.v. plaatrandstoringen een groot laagdynamisch litoraal gebied gecreëerd (Jentink, 2016) dat zeer typisch is voor het ecotoop en in groot ecologisch contrast staat met het achtergebleven hoogdynamische litoraal aldaar (Tabel 7). Al het bemonsterde laagdynamische litoraal in het westen (Hooge Platen Noord en West, Hoge Springer en Paulinaschor) blijkt erg op elkaar te lijken. Er valt dus niets op aan het (gecreëerde en mogelijk geaffecteerde) laagdynamisch litoraal ten opzichte van onbestorte zones in het westen.

De twee litorale raaien op HPN verschillen erg van elkaar in zowel aantallen als biomassa en soortensamenstelling (zie bv Figuur 9 en Tabel 7). Desondanks is er ook veel variatie in soortensamenstelling binnen de raaien, zowel in de LD- als HD-raai. De variatie binnen raaien verhoudt zich in soortensamenstelling tot die in bv Hooge Platen West. Wanneer deze twee locaties samen geplot worden wordt duidelijk dat de LD-raaien meer op elkaar lijken dan de HD-raaien onderling. LD-raaien blijken altijd meer op elkaar te lijken (in het westen van de Westerschelde: Paulinaschor, Hoge Springer, Hooge Platen) dan HD-raaien (zie Figuur 32). Bovendien lijken de HD-raaien op verschillende platen telkens anders van elkaar te verschillen in soortensamenstelling; de soortensamenstelling in HD-raaien is op elke plaat anders. De locatie verklaard daarom een groot deel van de variatie in soortensamenstelling van HD-raaien.

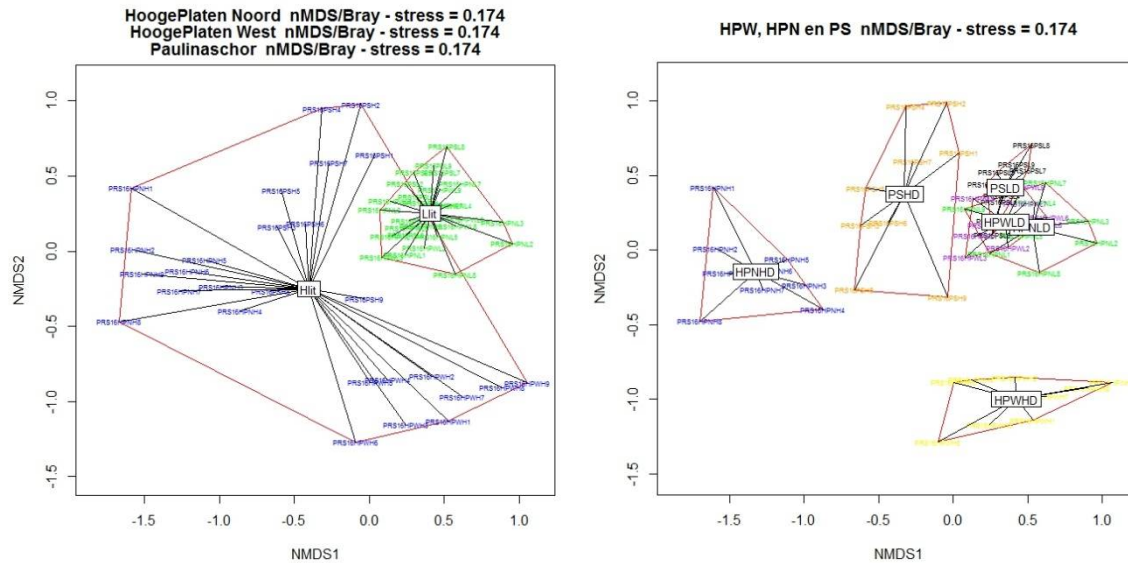
Omdat vooral de HD-raaien per plaat van elkaar verschillen levert de combinatie van plaat en ecotoop altijd de beste verklaring van de soortensamenstelling op (Tabel 18).

Tabel 18: significante ($p < 0.01$) verklarende factoren en variabelen voor de soortensamenstelling in de monsterpunten van HPN HPW en PS.

R ²	ecotoop	%silt	Hoogte NAP	plaat	ecotoop+plaat
Alle punten	0.38 (18-3-15)	0.24	0.11	0.14	0.59

De soortensamenstelling van HD-raaien van HPN en HPW verschilt voornamelijk door *Macoma balthica* (meer aanwezig in het noorden), *Bathyporeia pilosa* en *Nephtys* (in het westen).

Zoals ook uit eerdere analyse blijkt is het onderscheid in soortensamenstelling tussen de HD- en LD-raai op de Hoge Springer niet groot (Tabel 5). Uit analyse van soortensamenstelling blijkt dat de HD-raai van de Hoge Springer eerder lijkt op LD-raaien in het westen. Dit in tegenstelling tot de dichtheid (Figuur 9). De LD-raaien van HPN en HPW lijken meer op de HD-raai van HS dan dat de HD-raaien op elkaar lijken. De HD-raai van HS, net als de LD-raai, bevat erg veel *Scrobicularia* en *Macoma*, indicatoren voor een laagdynamisch ecotoop. Paulinaschor vertoont wel verschil tussen de HD-raai en de LD-raai (zie Figuur 32). Als de soortensamenstelling van zowel HPN, HPW en PS geplot worden blijkt dat de HD raai van PS meer *Macoma*, *Heteromastus* en *Pygospio* bevat dan de andere HD-raaien. Zo is elke locatie in soortensamenstelling verschillend. Het gevolg is dat bij elke toevoeging van een locatie het onderscheidend vermogen van de factor ‘ecotoop’ minder wordt (vergelijk Tabel 18 met Tabel 7); hoe meer platen toegevoegd worden in de vergelijking hoe kleiner de verklarende waarde van ecotopen.



Figuur 32: nMDS-plot van monsterepunten op de platen van PS, HPN en HPW gegroepeerd in ecotoop (links, blauw is HD en groen is LD) en op plaat en ecotoop.

Wat opvalt is dat LD altijd veel meer op elkaar lijkt tussen de verschillende platen dan dat HD dat doet; Verschillen tussen LD en HD worden minder bij meer platen omdat HD diverser wordt in soortensamenstelling.

CONCLUSIE

Uit de vergelijkingen met andere platen blijkt niet dat de Hooge Platen een ander verschil tussen ecotopen of een andere soortensamenstelling, biomassa of aantal heeft dan de andere locaties in het westen van de Westerschelde. Al het bemonsterde laagdynamische litoraal in het westen blijkt erg op elkaar te lijken. Het hoogdynamisch litoraal verschilt veel meer in soortensamenstelling (niet zozeer in dichtheden) op elke plaat. Conclusie is daarom dat de vergroting van het laagdynamische areaal op de Hooge Platen een verbetering in intrinsieke ecologische waarde heeft opgeleverd voor de plaat als geheel. Daarnaast zal de areaalvergroting van het laagdynamisch ecotoop aantrekkelijker zijn voor op het litoraal foeragerende vogels.

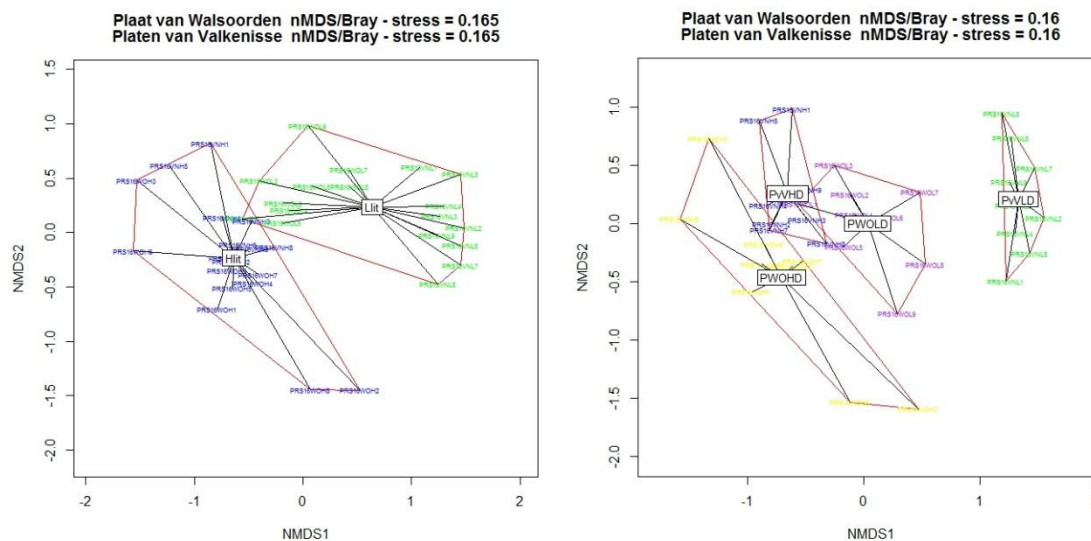
Litoraal: Rug van Baarland en Plaat van Walsoorden

Op de Rug van Baarland Zuid blijkt, uit de voorgaande vergelijkingen, weinig onderscheid te maken tussen hoog- en laagdynamische raaien in soortensamenstelling (zie Tabel 7 en ook rechter paneel Figuur 34). Terwijl de dichtheid op het LD wel degelijk hoger is (zie ook Figuur 9) is het verschil klein en de dichtheid laag, ook op het laagdynamisch litoraal. Het matige onderscheid in soortensamenstelling blijkt echter niet locatiegebonden. Ook in het noorden van de Rug van Baarland, op de Slikken van Everingen en ook op de Paulinaschor is het verschil tussen HD en LD kleiner dan in het westen en oosten van de Westerschelde. Juist

in het midden van de Westerschelde lijken de HD- en LD-raai van dezelfde locatie meer op elkaar dan op soortgelijke raaien elders. Daarnaast speelt het gebrek aan onderscheid in sediment tussen ecotopen op de Rug van Baarland Zuid een belangrijke rol. Zo zijn beide raaien gelegen in fijnzandige ecotopen. Tabel 8 liet al zien dat tussen fijnzandige monsterpunten (<25% silt) het onderscheid in ecotoop laag is in vergelijking met de andere selecties, terwijl soortensamenstelling wel verschilt per plaat. Figuur 35 en Tabel 20 laten zien dat dat nog meer het geval is voor monsters met <10% silt. 14 van de 18 monsterpunten op de Rug van Baarland hebben een dergelijk laag silt gehalte.

Aan de Plaat van Walsoorden hebben sinds 2010 tot 2014 plaatrandstoringen plaatsgevonden. Voor deze studie is de Plaat van Walsoorden litoraal vergeleken met de Platen van Valkenisse en de Rug van Baarland. Uit deze vergelijking blijkt dat de hoogdynamische monsterpunten redelijk overeenkomen in soortensamenstelling, maar dat de laagdynamische raaien van elkaar verschillen (Figuur 33). Uit het rechter paneel van Figuur 33 blijkt dat de LD-raai op de Plaat van Walsoorden meer lijkt op de HD-raaien dan op de LD-raai op de Platen van Valkenisse. Hierdoor is er een goed onderscheid van ecotoop in de vergelijking van monsterpunten van PWO en PvV (Tabel 19).

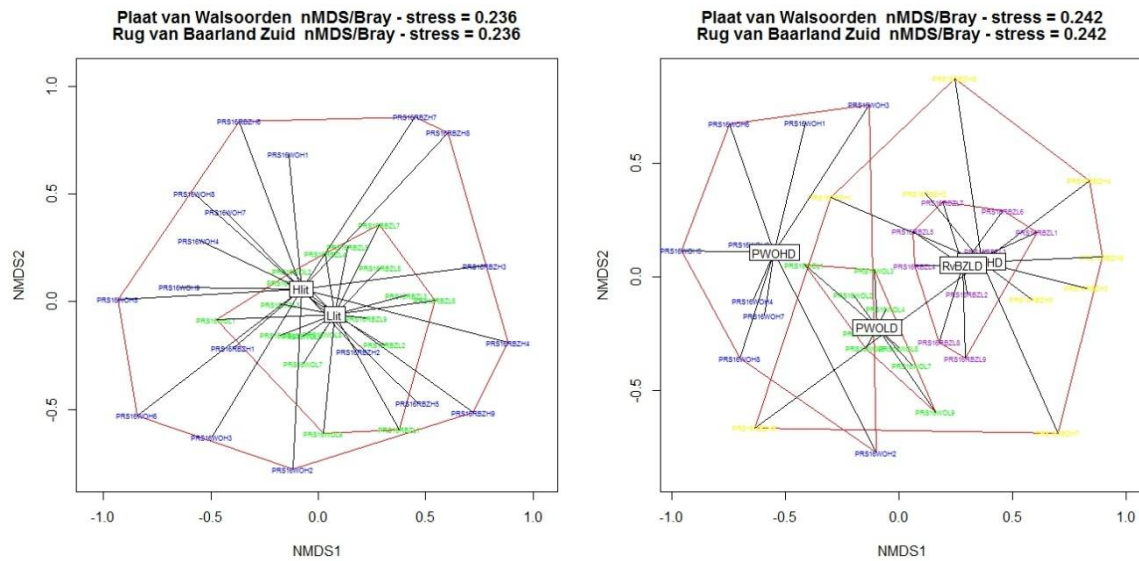
In de vergelijking van de Plaat van Walsoorden met de Rug van Baarland Zuid, echter, is het verschil tussen de ecotopen anders (Figuur 33). Zo lijken de LD-raaien meer op elkaar. Net als in het westen blijkt de combinatie van ecotoop en plaat de beste verklaring te geven voor de verschillen in soortensamenstelling tussen de monsterpunten (Tabel 19). Dit keer is er echter niet een structureel onderscheid tussen hoog- en laagdynamische raaien in hoe ze verschillen, maar is elke plaat anders in de soortensamenstelling in elke raai.



Figuur 33: nMDS-plot van monsterpunten op de platen van Walsoorden (PWO) en Valkenisse (PvV) gegroepeerd in ecotoop (links, blauw is HD en groen is LD) en op plaat en ecotoop.

Tabel 19: significante ($p < 0.01$) verklarende factoren en variabelen voor de soortensamenstelling in twee platen per vergelijking. PWO=Plaat van Walsoorden, PvV=Plaat van Valkenisse, RvBZ=Rug van Baarland Zuid.

R ²	ecotoop	plaat	ecotoop+plaat
PWO-PvV	0.26	-	0.45
PWO-RvBZ	0.12	0.11	0.30



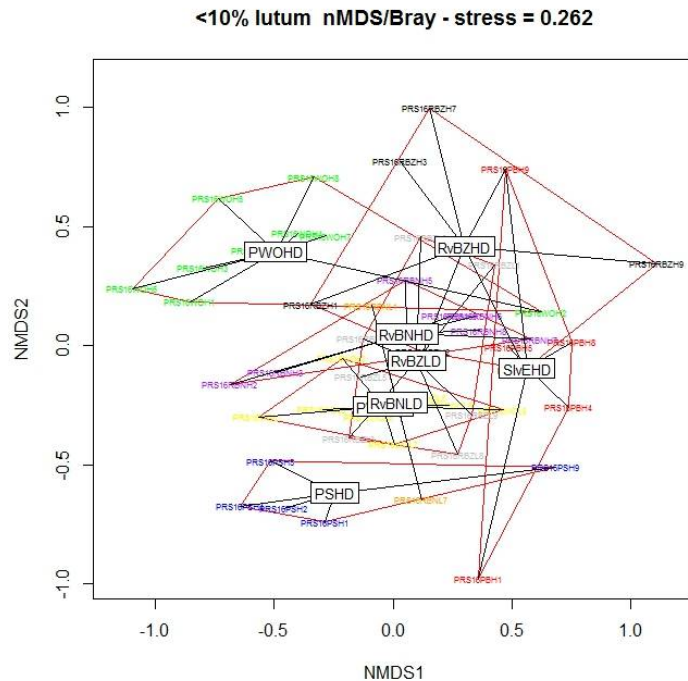
Figuur 34: nMDS-plot van monsterpunten op de platen van Walsoorden en Rug van Baarland Zuid gegroepeerd in ecotoop (links, blauw is HD en groen is LD) en op plaat en ecotoop.

CONCLUSIE

Het laagdynamische litoraal op het zuiden van de Rug van Baarland en de Plaat van Walsoorden is erg sober. Niet alleen neigt het naar de soortensamenstelling van hoogdynamisch litoraal, het is ook arm in het aantal soorten. Dit wordt mede veroorzaakt doordat het een zandig gebied is met een laag siltgehalte. Wanneer we kijken naar alle punten in de omgeving met een laag siltgehalte (<10%) dan zien we dat de RvBZ en PWO niet uitzonderlijk zijn in de regio (Figuur 35).

In tegenstelling tot het litoraal in het westen verschilt de soortensamenstelling van het litoraal in het midden van de Westerschelde van locatie tot locatie. Elk ecotoop op een plaat verschilt van hetzelfde ecotoop op andere platen in het midden van de Westerschelde. Er leeft ook iets anders op de Rug van Baarland dan op de Plaat van Walsoorden, ondanks de gelijkenissen in bodemsamenstelling. Hierdoor kunnen platen in het midden niet als vergelijkingsmateriaal dienen voor elkaar en kunnen mogelijk geaffecteerde zones niet vergeleken worden met niet-geaffecteerde zones. Op de Plaat van Walsoorden is er een duidelijk verschil in intrinsieke ecologische waarde (dichtheid, soortensamenstelling, soortenrijkdom) tussen hoog- en laagdynamisch litoraal, en lijkt het laagdynamisch litoraal in zekere mate op dat op de Plaat van Valkenisse. Op de Rug van Baarland (Zuid) is dit verschil in intrinsieke waarde tussen ecotopen er veel minder in soortensamenstelling en lijkt het er nooit te zijn geweest (Tabel 7).

Wel wordt duidelijk uit de vergelijking van ecotoopkaarten dat op beide platen het areaal laagdynamisch litoraal is vergroot. Hierdoor is in ieder geval op de Plaat van Walsoorden het oppervlak ecologisch waardevoller areaal vergroot.



Figuur 35: nMDS-plot van siltarme monsterpunten (<10% silt) op de platen van RvB Zuid en Noord, SlvE, PWO en PS gegroepeerd per plaat en ecotoop.

Tabel 20: siltarme monsters (<10% silt); significante ($p < 0.01$) verklarende factoren en variabelen voor de soortensamenstelling

R ²	ecotoop	%silt	Hoogte NAP	plaat	ecotoop+plaat
	0.10	-	-	0.20	0.32

In de raaien bemonsterd in het zuiden van de Rug van Baarland en westen van de Plaat van Walsoorden is ecologisch gezien moeilijk onderscheid te maken tussen hoog- en laagdynamisch litoraal. In het verleden is dit ook altijd het geval geweest (zie ook Tabel 7). Er is daarom ook geen aanleiding om te denken dat dit veroorzaakt wordt/is door de plaatrandstoringen in het verleden.

Conclusie effectiviteit PRS

Een belangrijk effect van plaatrandstoringen is de vergroting van het laagdynamisch litoraal areaal. Dit kan niet alleen zorgen voor een verhoging van de ecologische waarde die gevonden wordt aan de hand van bodemdieren, maar zorgt ook voor een vergroting van het areaal waar vogels willen foerageren. Hoewel het effect van PRS op bodemleven afhangt van de locatie waar laagdynamisch areaal wordt uitgebreid (zie bv RvBZ vs HPN), lijkt dit voor vogels geen issue omdat deze ongeacht de hoeveelheden voedsel aanwezig het laagdynamisch litoraal prefereren om te gaan foerageren.

Uitbreiding van het sublitorale areaal aan laagdynamische zones geeft een kleinere zekerheid van een verhoging van de ecologische waarde dan dat op het litoraal. Dit komt niet omdat er geen ecologisch rijke sublitorale zones gecreerd zijn door PRS, maar omdat sublitorale ecotopen zoals die gedefinieerd worden in de ecotoopkaarten een slecht onderscheid geven

van ecologische waarde. De huidige kaarten scheiden sublitorale ecotopen bij 0.8m/s stroomsnelheid. Hoewel ze stroomsnelheid als belangrijkste onderscheidende variabele identificeren, is door Ysebaert et al. (2016) aangetoond dat de scheiding tussen ecologisch rijk en ecologisch arm waarschijnlijk bij hogere stroomsnelheid ligt (1.12m/s). Een belangrijke kanttekening van de auteurs is daarbij dat de spreiding rond die stroomsnelheid waarde groot is. Dit geeft aan dat de huidige verdeling gebruikt in ecotoopkaarten aaleiding geeft om ecologisch rijke en arme gebieden aan te treffen in zowel laag- als hoogdynamisch sublitorale zones. Zowel uit deze als de studie van Ysebaert et al. (2016) blijkt dat sublitorale ecologisch waardevolle zones vooral een hogere dichtheid schelpdieren bevatten dan zones met lage ecologische waarde. Waar sublitorale schelpdierbanken liggen, hoe deze veranderen in de tijd en waarom is echter nooit onderzocht. Hoewel stroomsnelheid een belangrijk kritische variabele kan zijn voor zowel de vestiging van jonge schelpdieren als het uitspoelen van gevestigde schelpdieren, lijkt het gezien de vondst van diverse schelpdierbanken in hoogdynamisch gebied waarschijnlijk dat voor vestiging en uitspoeling andere kritische waarden gelden. Desondanks kan men stellen dat de creatie of uitbreiding van sublitoraal laagdynamisch areaal, zoals nu gedefinieerd in de ecotoopkaarten, wel de kans vergroten op ecologisch meer waardevol areaal. Of die kans wordt genomen hangt van meer dan alleen stroomsnelheid af.

Een andere kant van de beperking van de ecotoopkaarten om ecologische waarde te voorspellen is dat het niet gesteld kan worden dat een hoogdynamische zone een lage ecologische waarde heeft (zie bevindingen rond historische data Middellandse Zee). Indien het doel van PRS is om ecologische waarde te verhogen dient in het vervolg de ecologie ook medeleidend te zijn in de keuze van een stortgebied om een eventueel averechts effect van PRS te voorkomen.

5. ANTWOORDEN OP KENNISVRAGEN

5.1 Kennisvraag 1

“Zijn laagdynamische zones per definitie ecologisch waardevoller en hoe verhoudt die waarde zich dan tot die in het hoogdynamisch areaal?”

Litoraal

Laagdynamisch litorale zones zijn duidelijk ecologisch waardevoller dan hoogdynamisch litorale zones.

Als we de intrinsieke waarde bezien, is met de historische data-analyse niet zo zeer een kwalitatief verschil (benthos soortensamenstelling), maar vooral een kwantitatief verschil op te merken tussen laagdynamische en hoogdynamische zones. Dat verschil kenmerkt zich door een grotere vertegenwoordiging van een aantal specifieke benthos soorten (Tabel 11) en een grotere dichtheid van benthos over het algemeen.

Uit de aanvullende monitoring blijkt dat in 2016 hoog- en laagdynamische delen zowel kwantitatief als kwalitatief van elkaar verschilden per plaat. Zo was er een andere soortensamenstelling van benthos, was er meer biomassa en grotere aantallen benthos in laagdynamisch areaal en waren er meer vogels die foerageerden op het laagdynamisch litoraal. Ook is er mogelijk meer jonge/kleine vis in laagdynamisch sublitoraal.

Tezamen creëren de historische en aanvullende data het beeld voor benthos dat de scheidslijn tussen hoog- en laagdynamisch areaal ecologisch niet scherp is als het gaat om soortensamenstelling. Er kunnen wel verschillen in soortensamenstelling gevonden worden, maar enkel op kleine ruimtelijke en temporele schaal, hetgeen betekent dat de jaar-tot-jaar variatie en ruimtelijke variatie groter is dan het verschil tussen ecotopen.

De duidelijkste verschillen vinden we wanneer er verschillen zijn in sedimentkorrelgrootte of %silt ($\% < 63 \mu\text{m}$ korrelgrootte) tussen hoogdynamisch litoraal en laagdynamisch litoraal. Hoe groter de verschillen in korrelgrootte, hoe groter het verschil in soortensamenstelling.

Omdat in het litoraal de verstoring het hoogst is in het hoogdynamisch areaal, en er daarom waarschijnlijk meer sterfte plaatsvindt, of geen (permanente) vestiging plaatsvindt, vindt men de hoogste aantallen en biomassa in het laagdynamisch areaal. De hogere dichtheid van benthos in het laagdynamisch dan in het hoogdynamisch areaal is mogelijk hierdoor een vast gegeven.

Uit de vogeltellingen blijkt dat het laagdynamisch areaal echter ook deels onafhankelijk van het voedselaanbod een geschiktere plek is voor vogels om te foerageren. Naast een hogere kans tot meer voedsel, spelen ook andere factoren een rol bij de keuze van vogels om te foerageren in het laagdynamisch litoraal ipv het hoogdynamisch litoraal. De breedte en helling van de getijzone, zoals verondersteld door het INBO (Vanoverbeke & Van Ryckegem;

2015), kan een rol spelen bij de keuze van een foerageergebied, maar verklaart niet het verschil in foerageerminuten per plaat tussen hoog- en laagdynamisch litoraal zonder het verschil in voedselaanbod mee te nemen.

Sublitoraal

Sublitoraal is de relatie tussen ecotopen en ecologische waarde veel minder sterk.

Voor het sublitoraal is dit verhaal minder makkelijk duidelijk te maken, omdat bij de subtidale monsternamen veel verrassingen naar boven zijn gekomen ten opzichte van de verwachtingen gebaseerd op de ecotopenkaart van 2015. Er zijn een aantal plekken (Hoge Springer, Hansweert, Platen van Valkenisse) waar de dichtheid en soortensamenstelling alsook de soortenrijkdom in de LD- en HD-raai niet of nauwelijks te onderscheiden zijn. Ook is de variatie in soortensamenstelling binnen ecotopen ongeveer gelijk in hoog- en laagdynamisch sublitoraal per locatie.

Desalniettemin wordt een sterke locatiespecificiteit of ruimtelijke variatie in soortensamenstelling gevonden in het sublitoraal. De ene locatie verschilt van de andere locatie in de soorten die er gevonden worden. In tegenstelling tot wat gevonden wordt op het litoraal, wordt dit in het sublitoraal niet direct geassocieerd met bodemgesteldheid, stroming of ecotoop. Waarschijnlijk is dat de ecotooptypering in het sublitoraal, die gebaseerd wordt op stromingsmodellen niet genoeg is om de ecologische waarde te definiëren. Dit heeft als gevolg dat het (vnl. hoogdynamisch) sublitorale ecotoop geen betrouwbare voorspelling is van ecologische waarde.

5.2 Kennisvraag 2

“Zijn plaatrandstortingen effectief in het creëren van ecologisch waardevol areaal en is de ecologische waarde in dat gecreëerde areaal op langere termijn duurzaam?”

Sublitoraal

Veel laagdynamisch sublitoraal bevat over het algemeen een hogere dichtheid aan bodemdieren. Er zijn echter ook hoogdynamische zones die hoge dichtheden herbergen. Omdat geconcludeerd wordt dat het ecotoop geen uitsluitsel geeft over de ecologische waarde van het sublitoraal is de biomassa schelpdieren als maat voor ecologische waarde gebruikt. Hiermee is vastgesteld dat zowel de zone aan de Rug van Baarland (Middelgat) als die aan de Plaat van Walsoorden (Schaar van Valkenisse) in vergelijking met andere zones in de omgeving een hoge ecologische waarde vertegenwoordigen en dat ze vergelijkbare (Middelgat) of betere ecologische waarde vertegenwoordigen dan in het verleden voor plaatrandstortingen. Hiermee kan gesteld worden dat de plaatrandstortingen aan de Rug van Baarland en de Plaat van Walsoorden effectief zijn geweest in het creëren van ecologisch waardevol areaal. Daarnaast is voor het vaststellen van verandering van de situatie door plaatrandstortingen in het sublitoraal aan de Hooge Platen (West en Noord) geen ecologische referentie situatie (T0) opgenomen. Hierdoor, en door het gebrek aan andere bruikbare historische referentiepunten, kan geen uitspraak worden gedaan over de effectiviteit van plaatrandstortingen aldaar of duurzaamheid van het effect. Wel is vastgesteld dat het

laagdynamische sublitorale gebied ten noorden van de Hooge Platen een ecologisch arme toestand laat zien in 2016.

Litoraal

De algemene conclusie die uit de analyse volgt is dat de (gecreëerde of geaffecteerde) laagdynamische litorale arealen (Hooge Platen West en Noord, Plaat van Walsoorden en Rug van Baarland) ook de ecologische waarde horend bij dat ecotoop herbergen in 2016. Omdat de gecreëerde of geaffecteerde laagdynamische litorale arealen de bijbehorende ecologische waarde vertonen, kan gesteld worden dat de plaatrandstoringen aan de Hooge Platen effectief zijn geweest in het creëren van ecologisch waardevol litoraal. De intrinsieke ecologische waarde op de Rug van Baarland en Plaat van Walsoorden is in de loop der tijd niet veranderd. Bij vergelijking van ecotoopkaarten van 2010, 2012 en 2015 valt op dat het laagdynamisch litoraal areaal is toegenomen op de Hooge Platen, Rug van Baarland en Plaat van Walsoorden ten koste van hoogdynamisch gebied (Jentink, 2016). Deze oppervlak-vergroting zorgt waarschijnlijk overal voor meer foerageergebied voor vogels, die laagdynamische gebieden prefereren boven hoogdynamische gebieden. Deze uitbreiding van het laagdynamisch litoraal zorgt dus voor een toename van de ecologische waarde. In het westen (Hooge Platen) is het verschil in intrinsieke ecologische waarde tussen hoog- en laagdynamisch daarnaast zodanig in alle onderzochte indices (dichtheid, soortenrijkdom, soortensamenstelling) dat er gesteld kan worden dat ook op die vlakken een verbetering heeft plaatsgevonden in de ecologische waarde. In het oosten (Plaat van Walsoorden en Rug van Baarland) is het verschil tussen ecotopen enkel te meten in dichtheid van bodemdieren. Dit gebrek aan verschil is ook in het verleden gemeten (van der Wal et al., 2010a) en valt toe te schrijven aan de sedimentkarakteristieken in die zones (grofzandig).

De plaatrandstoringen aan de Rug van Baarland en de Plaat van Walsoorden zijn voornamelijk effectief geweest in het vergroten van het oppervlak laagdynamisch litoraal waardoor het een aantrekkelijkere plek voor foeragerende vogels is geworden. Secundair zal de lichte verbetering van de ecologische waarde van de veranderde gebieden zijn.

De plaatrandstoringen aan de Hooge Platen zijn effectief geweest in het creëren van ecologisch waardevoller areaal, zowel in de vorm van een soortenrijkere, abundantere bodemdiergemeenschap, als vergroting van het laagdynamisch litorale areaal.

6. REFERENTIES

- Anderson, M. J. (2001) "A new method for non-parametric multivariate analysis of variance." *Austral Ecology* 26.1 (2001): 32-46.
- Bouma, H., D.J. de Jong, F. Twisk en K. Wolfstein (2005). Zoute wateren EcotopenStelsel (ZES.1) Voor het in kaart brengen van het potentiële voorkomen van levensgemeenschappen in zoute en brakke rijkswateren. Rapport RIKZ/2005.024.
- Bouwmeester R. (2014), Het gebruik van intergetijdengebieden door steltlopers in de Westerschelde. De relatie tussen bodemdynamica en het gebruik van intergetijdengebieden door steltlopers. RWS-rapport.
- Bruno, E. J., Brinkman, A.G., Dijkman, E., Meesters, E., Kersten, M., Brenninkmeijer A., Twisk F., (2005). Modelling the distribution of waders in the Westerschelde. What is the predictive power of abiotic variables? Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1193.
- Clarke, K.R. (1993). Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology*, 18, 117–143.
- Escaravage V., M. Bergmeijer, L. Dek, C. Hozee, E. Hartog, R. & W. Sijm (2008). Een evaluatie van de ecotopen bemonstering op de Westerschelde locaties in het najaar 2007. *MonitorTaskforce Publication Series 2008-3, 45 pp.*
- Jentink, R. (2016), Ontwikkeling ecotopen Westerschelde. De veranderingen van de ecotopen in de Westerschelde in beeld gebracht. RWS Concept rapport 1410-0674/23
- Lanckriet, T., J. Dewinter, J. Santermans, V. Gruwez, S. Vanden Eede, C. Pandelaers, D. Depreiter (2015). Voortgangrapport 2012-2013: Syntheserapport Documentref: I/RA/11353/14.159/DDP
- Lanckriet, T., J. Dewinter, J. Santermans, V. Gruwez, S. Vanden Eede, C. Pandelaers, D. Depreiter (2015b). Deelopdracht 8 - Maandrapport plaatrandstortingen juni - juli 2015. Documentref: I/RA/11353/15.163/JDW
- R Core Team (2016). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <https://www.R-project.org/>.
- van der Wal, D.; Wielemaker, A.; Ysebaert, T.J.; Knaeps, E.; Van Hoey, G.; Bouma, T.J.; Hummel, H.; Heip, C.H.R.; Herman, P.M.J. (2007). Alternatieve stortstrategie voor de Westerschelde. Voortzetting monitoringsprogramma proefstorting Walsoorden: Lot 2. Ecologische monitoring. Rapport 6/6. *NIOO Rapporten*. Nederlands Instituut voor Ecologie (NIOO -KNAW). Centrum voor Estuariene en Mariene Ecologie: Yerseke. 148 pp.
- van der Wal, D.; Wielemaker, A.; Raymaekers, D.; Knaeps, E.; Ysebaert, T.J.; Bouma, T.J.; Hummel, H.; Herman, P.M.J. (2010). Ecologisch monitoringprogramma alternatieve stortlocaties Westerschelde: Plaat van Walsoorden. Eindrapport. Nederlands Instituut voor Ecologie (NIOO -KNAW). Centrum voor Estuariene en Mariene Ecologie: Yerseke. 199 pp.
- van der Wal, D.; Wielemaker, A.; Raymaekers, D.; Knaeps, E.; Ysebaert, T.J.; Bouma, T.J.; Hummel, H.; Herman, P.M.J. (2010). Ecologisch monitoringprogramma alternatieve stortlocaties Westerschelde: T0 Oostelijke Westerschelde. Nederlands Instituut voor Ecologie (NIOO -KNAW). Centrum voor Estuariene en Mariene Ecologie/VITO-TAP: Yerseke. 114 pp.

Vanoverbeke, J & Van Ryckegem, G (2015). Statistische analyse van het gebruik van het litoraal door steltlopers in de Westerschelde. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2015 (INBO.R.2015.11358580). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

Vis, H. (2016). Eerstelijnsrapportage sonar survey vis Middelpmaat en Springergeul Westerschelde, najaar 2016. VisAdvies BV, Nieuwegein. Projectnummer VA2015_30, 11 pag.

Ysebaert, T.; Craeymeersch, J.A.M.; van der Wal, D. (2016). De relatie tussen bodemdieren en hydro- en morfodynamiek in het sublitoraal en litoraal van de Westerschelde. *IMARES Wageningen Report, C066/16*. IMARES Wageningen UR: Yerseke. 84 pp.

7. BIJLAGEN

7.1 Bijlage A

Tabel 21

		92	93	94	95	96	97	98	99	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	totaal	
laaglitoraal	HD	7	7	5	4	9	7(2)	6(1)	10(4)	8(2)	6	8(6)	2(1)	8	5(1)	7(1)	8	2	20(2)	25	19	28	12(2)		213	
	LD	5	6	4	4	3	6(1)	4(2)	4(3)	4(2)	8	8(2)	5(1)	1	5(3)	5(1)	8(5)	3	28(14)	22	23	18	36(18)	32(28)		242
middenlitoraal	HD	10	9	15	13	11	9(1)	9(2)	4	6(1)	9	5(1)	7	8	11(3)	4	13	10	22(9)	26	25	23	14(2)	16(2)		279
	LD	10	8	7	8	4	12(5)	9(3)	9(4)	6(3)	8	10(3)	11(5)	8	11(5)	10(3)	7(2)	11	46(9)	44	45	44	53(12)	47(24)		428
hooglitoraal	HD				2		1	1(1)		1		2(2)	4	1				4	1	1	1	4		2		21
	LD	6	7	6	5	7	2(1)	5(2)	5(1)	8(5)	2	2(2)	7(5)	7	3(1)	7(3)	5(1)	3	22(8)	23	23	17	20(8)	40(24)		236
totaal		38	37	37	34	36	36(10)	34(10)	33(13)	32(11)	34	33(14)	34(14)	36	36(13)	33(8)	41(8)	33	139(40)	141	136	134	135(42)	137(76)		1419

Aantal najaarsmonsterpunten in MWTL-dataset per jaar (van 1992 tot en met 2014) per droogvalduurklasse (laag-, midden- en hooglitoraal) in HoogDynamisch (HD) en LaagDynamisch (LD) areaal (1419 litorale punten in totaal met droogvalduur tussen de 0 en 100%). Tussen haakjes staat aangegeven het aantal monsterpunten dat gevoelig is voor de methode van toewijzing van ecotoop. De jaren dat ecotoopkaarten zijn aangemaakt zijn rood gekleurd en de jaren voor de eerste ecotoopenkaart in 96 zijn oranje gekleurd (beide geen gevoeligheid voor methode). In de tussenliggende periodes is 261 vd 723 monsterpunten gevoelig voor de methode van ecotooptoepassing. Van die 261 gevoelige monsterpunten zijn er 237 die binnen de beoogde ecotopen vallen (overige 24 zijn monsterpunten die in of uit ongedefinieerde ecotopen komen). 188 vd 233 gevoelige punten verandert van LD-areaal naar HD-areaal als een andere methode wordt toegepast (81% vd gevoelige punten; 65 in het laaglitoraal, 72 in het middenlitoraal en 51 in het hooglitoraal). 3 vd 233 punten verandert van slib naar zandig LD-areaal (<1%, 1 monsterpunt per droogvalduurklasse). 46 vd 233 punten verandert van HD- naar LD-areaal als een andere methode wordt toegepast (19%, 22, 23, 3 punten in laag-, midden- en hooglitoraal).

Tabel 22

Totaal(HD)	Laaglitoraal	Middenlitoraal	Hooglitoraal
OMES 1	33(21)	41(13)	32(6)
OMES 2+3	26(11)	42(11)	6(1)
OMES 4	8(8)	34(15)	
OMES 5 +macrocel 5	45(30)	93(46)	19(6)
Verdronkenland +OMES 8	40(27)	65(27)	20(4)

Aantal litorale monsterpunten (HD+LD) in de jaren dat ecotoopkaarten zijn gemaakt (rode jaren in tabel hierboven, 1996, 2001, 2004, 2008, 2010, 2011, 2012) verdeelt in regio's: west (vanaf de monding tot suikerplaat), midden (vanaf suikerplaat tot Rug van Baarland), RvB (Rug van Baarland tot Platen van Ossensisse), WO+PvV (Platen van Ossensisse t/m Drempeel van Valkenisse), Verdronkenland (vanaf Verdronken land van Saefinghe tot de grens). Tussen haakjes het aantal HD-punten.

7.2 Bijlage B: Figuren van locaties 2016

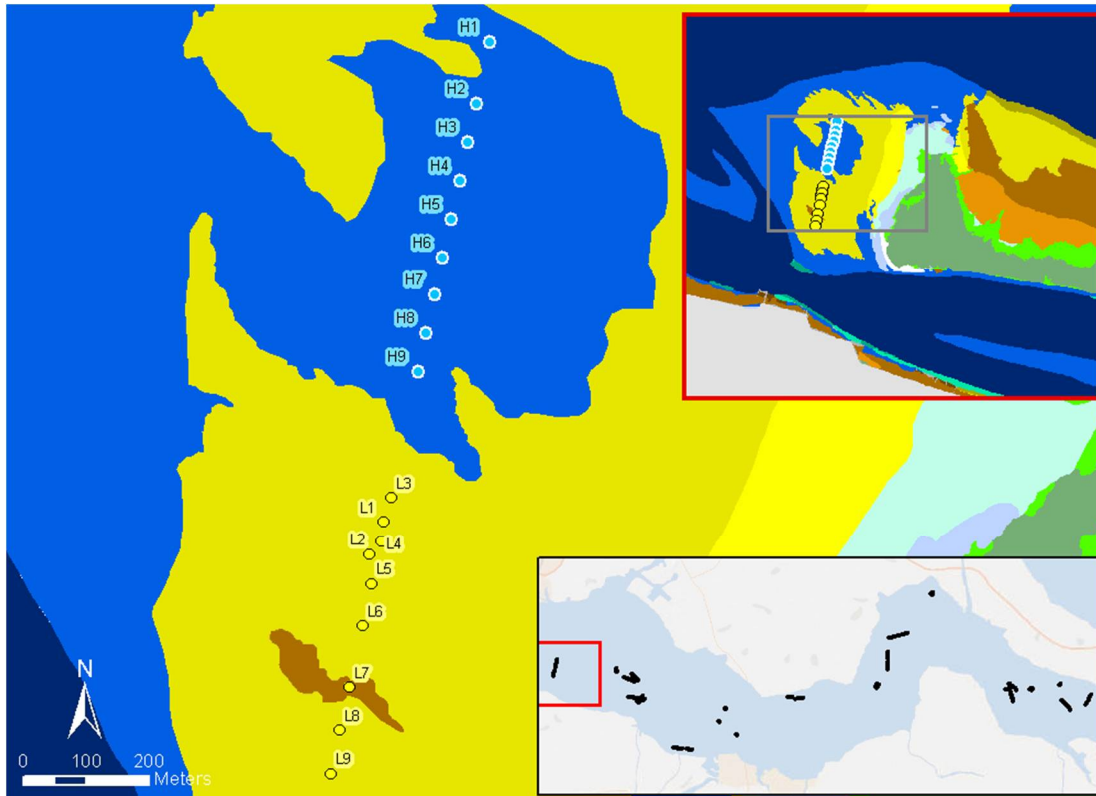
Monsters (herfst 2016)

- Hoogdynamisch litoraal
- Hoogdynamisch sublitoraal
- Laagdynamisch litoraal
- Laagdynamisch sublitoraal

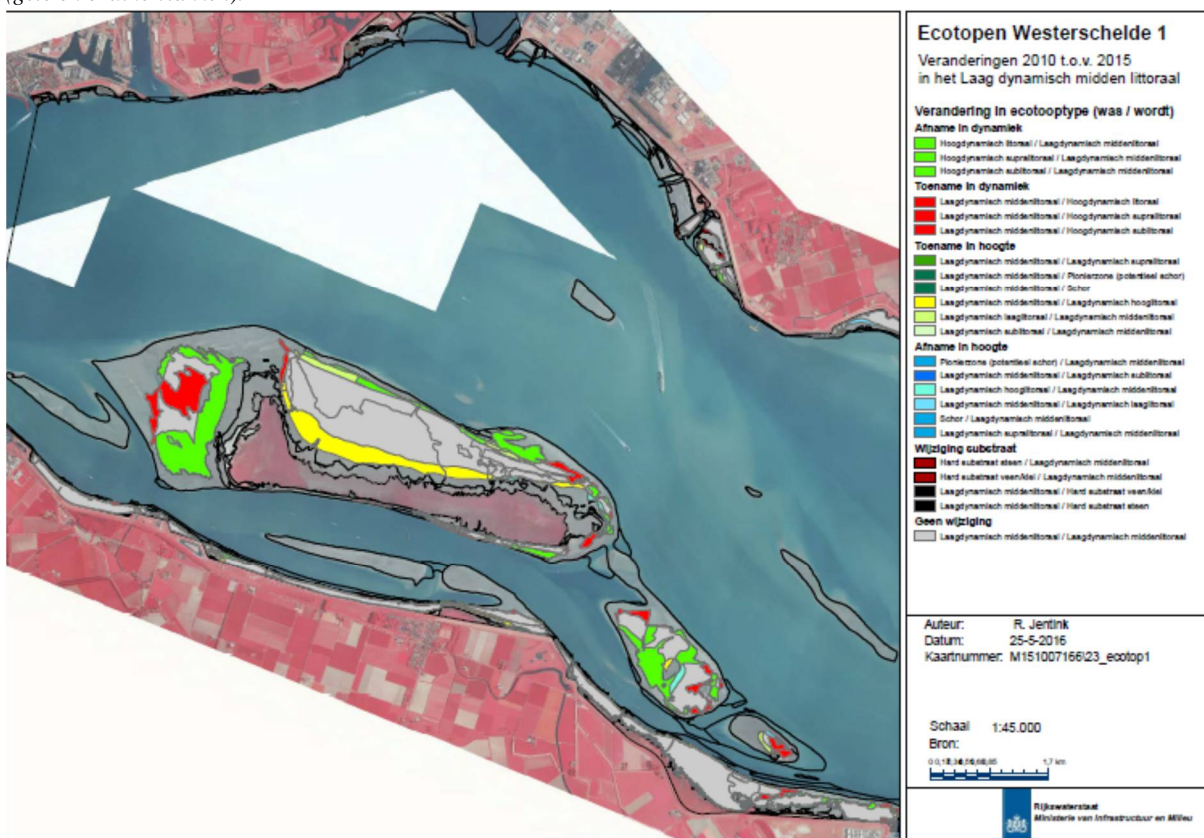
Ecotoop 2015

- HD zacht substraat supralitoraal
- HD fijnzandig litoraal
- HD zacht substraat in het sublitoraal
- LD fijnzandig hoog litoraal
- LD fijnzandig middelhoog litoraal
- LD fijnzandig laag litoraal
- LD slibrijk hoog litoraal
- LD slibrijk middelhoog litoraal
- LD slibrijk laag litoraal
- LD zacht substraat in het supralitoraal
- LD zacht substraat in het ondiepe sublitoraal
- LD zacht substraat in het diepe sublitoraal
- Pionierzone en pre-pionierzone
- Schor / kwelder
- Hard subs harde veen/klei in het supralitoraal
- Hard subs steen in het litoraal
- Hard subs harde veen/klei in het litoraal
- Overig

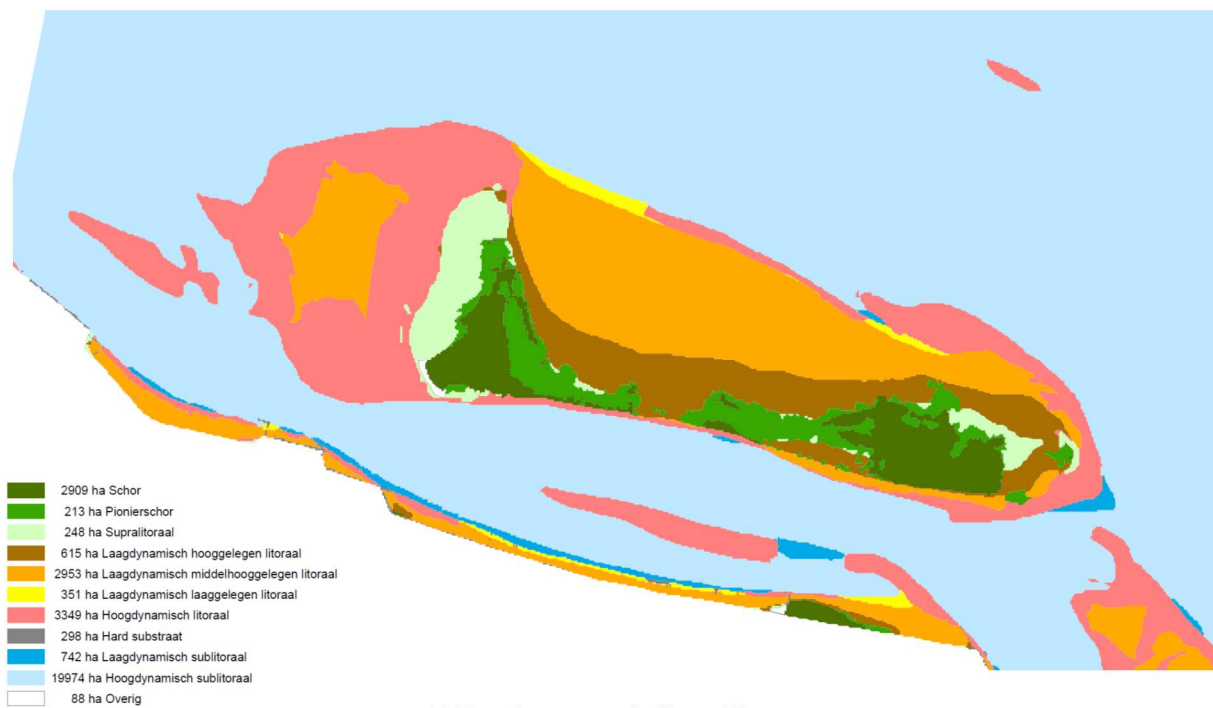
Figuur 36: Legenda voor de figuren in Bijlage B



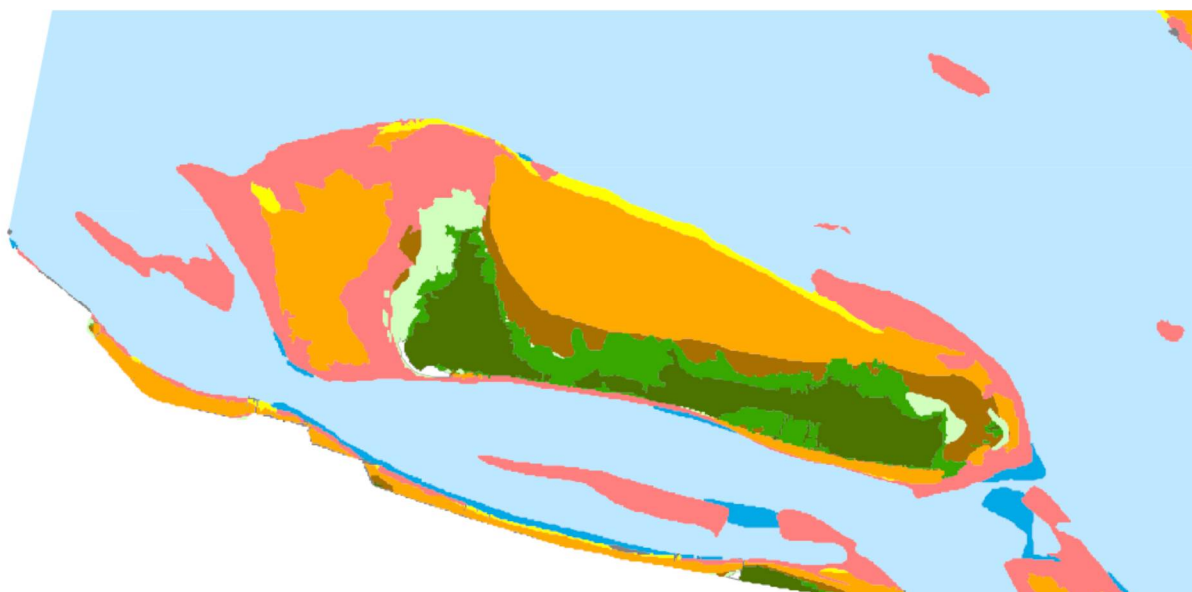
Figuur 37: Monsterlocaties Hooge platen west 2016. H=hoogdynamisch (blauwe vlakken), L=laagdynamisch (gele en bruine vlakken).



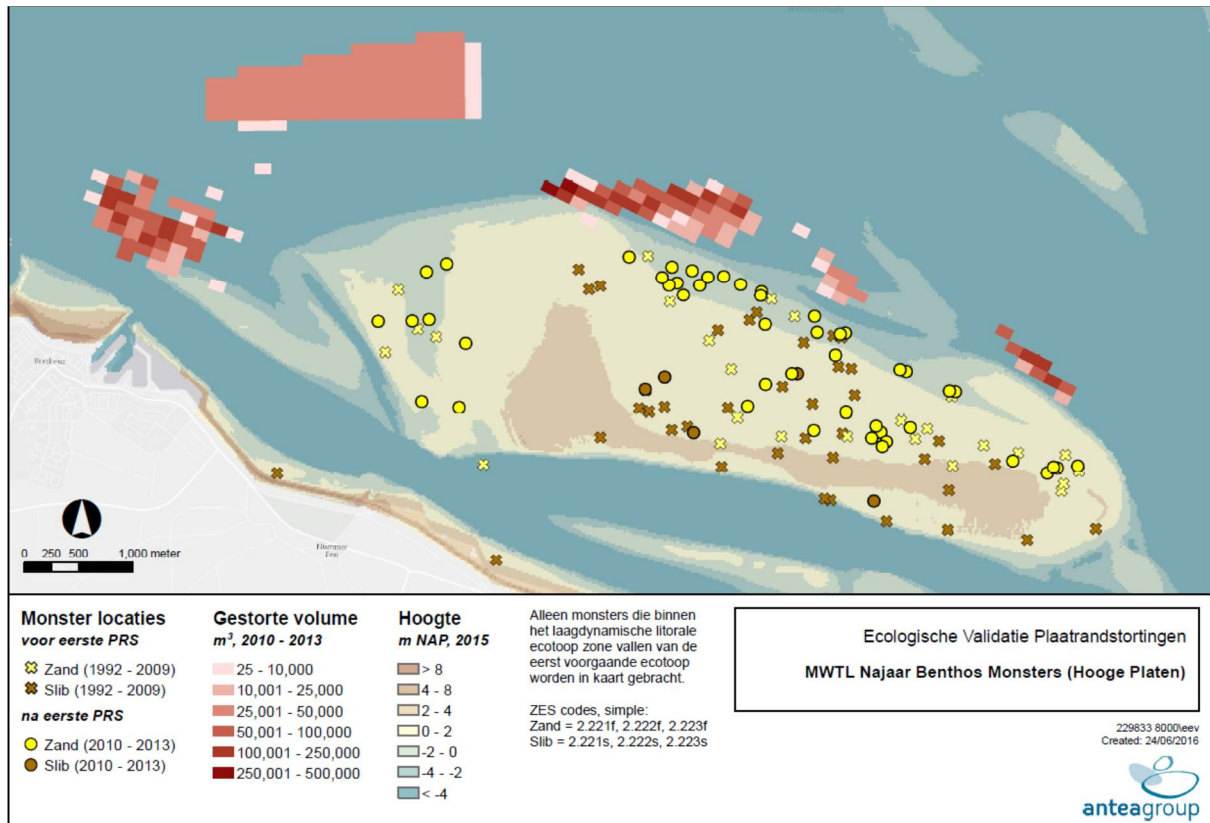
Figuur 38: Veranderingen in littoraal ecotoop op de Hooge Platen



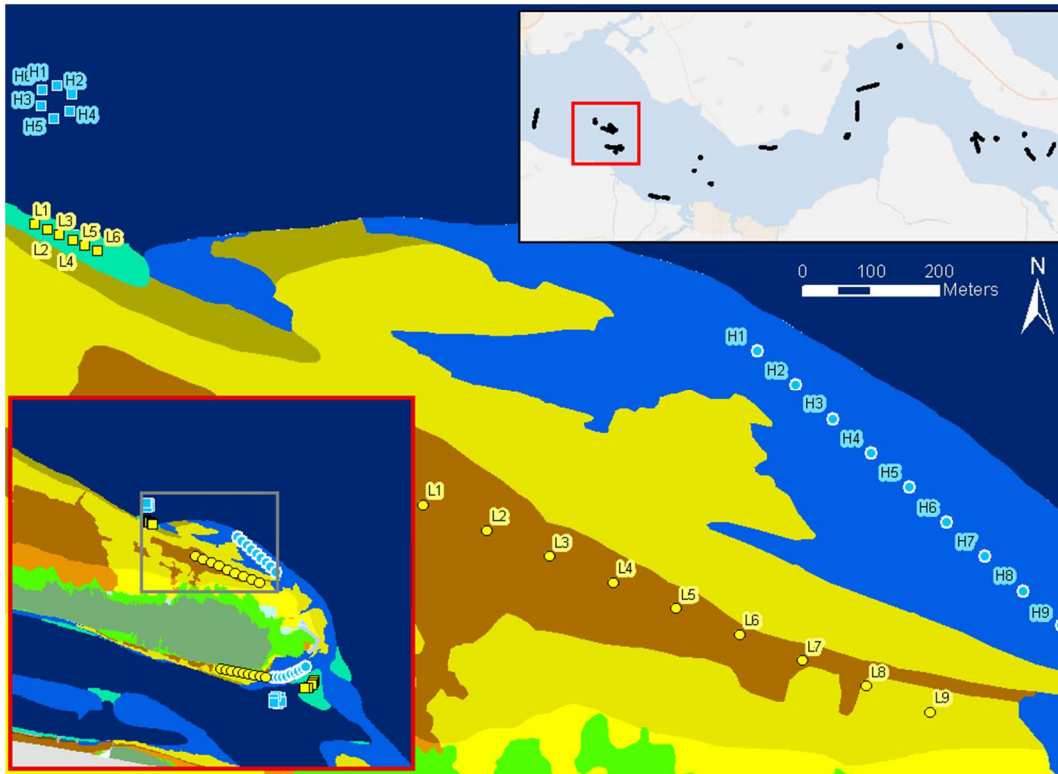
Figuur 39: Ecotopenkaart van 2010 ter hoogte van de Hooge Platen



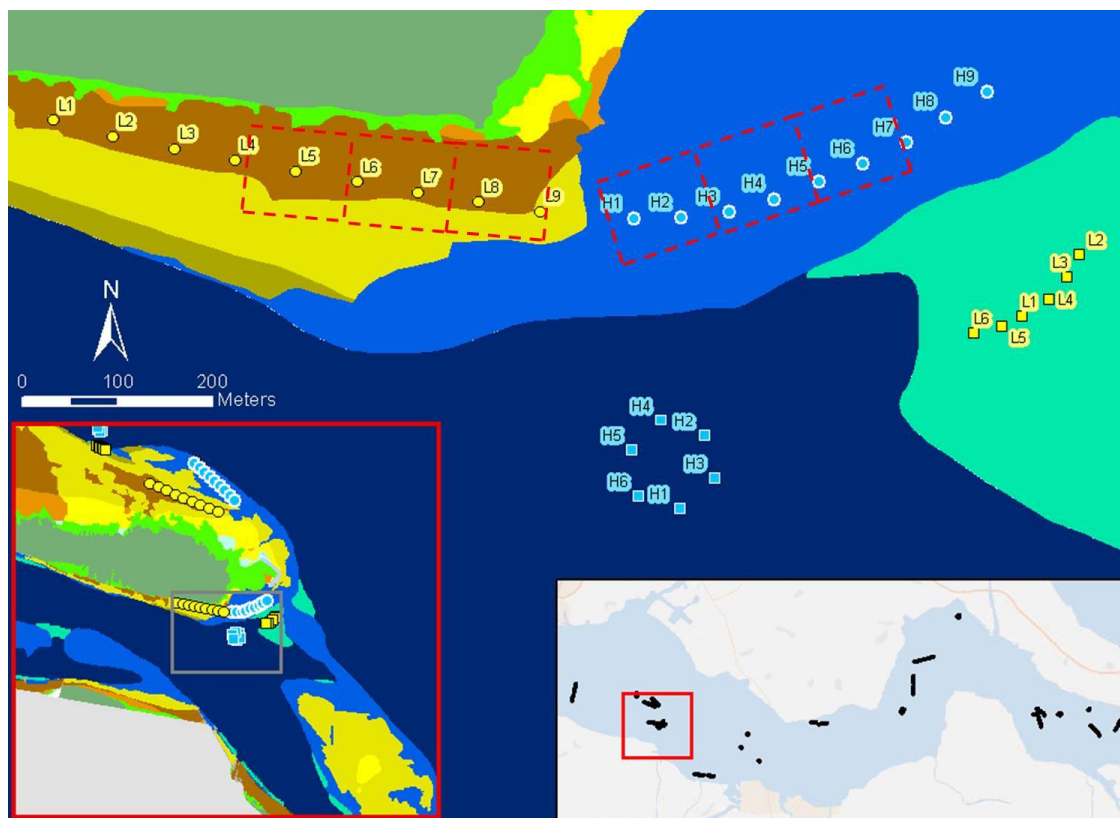
Figuur 40: Ecotopenkaart van 2012 ter hoogte van de Hooge Platen



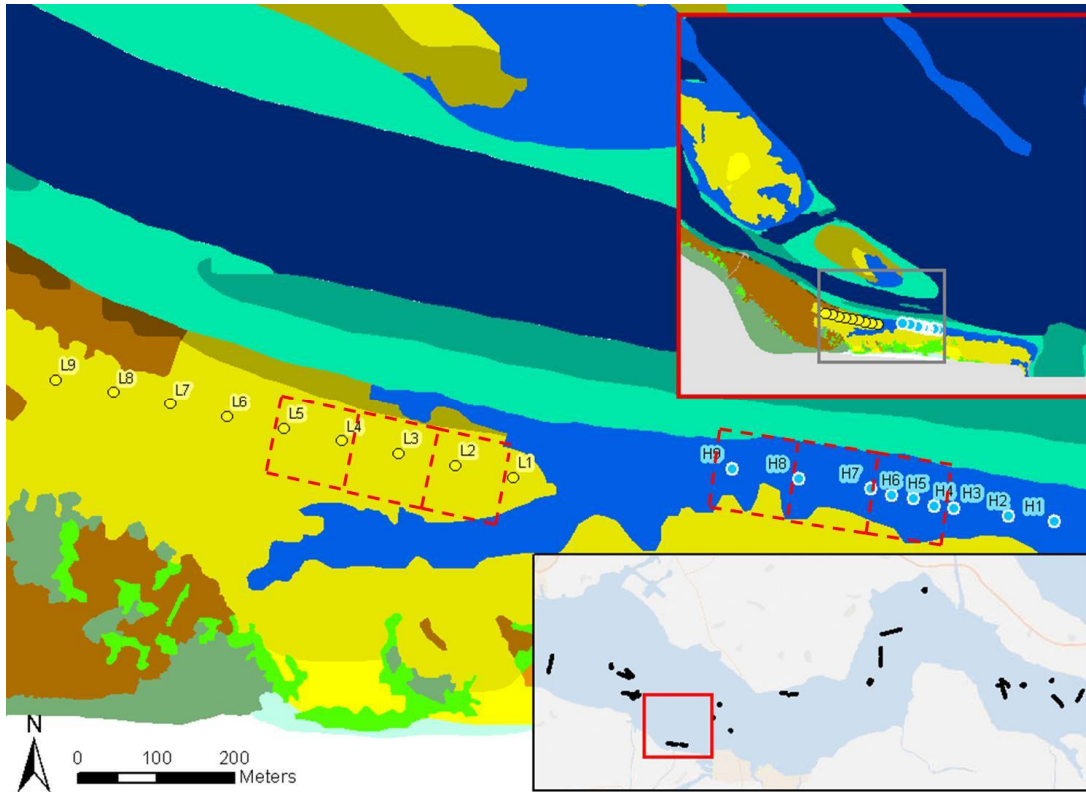
Figuur 41: Stortlocaties en -volumes ter hoogte van de Hooge Platen, alsook monsterlocaties van voor en na eerste plastrandstorting (2009-2010).



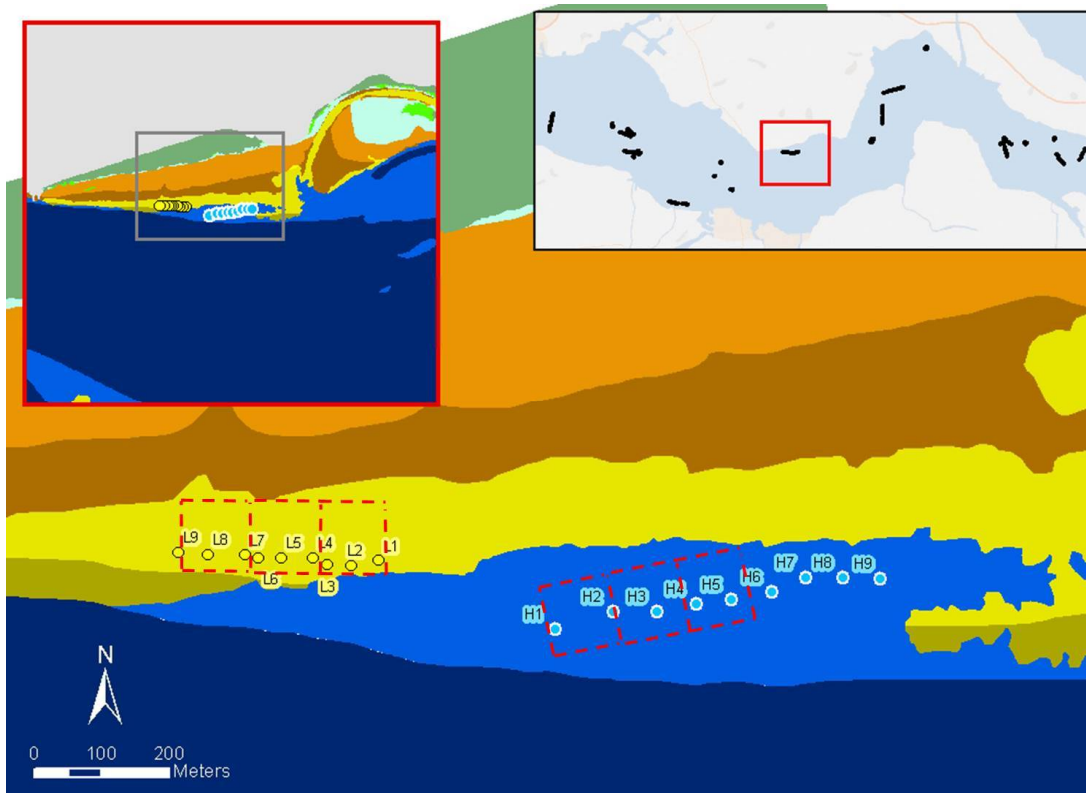
Figuur 42: Monsterlocaties op Hooge Platen Noord (litoraal (H1 t/m H9 en L1 t/m L9) en sublitoraal (H1 t/m H6 en L1 t/m L6))



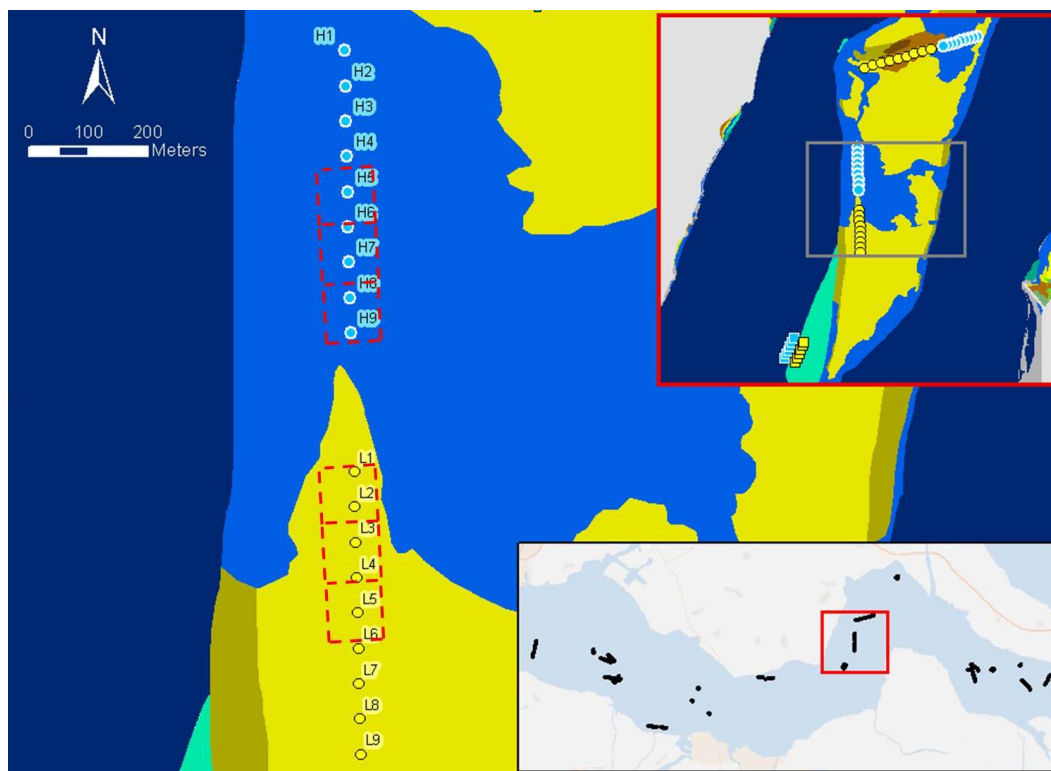
Figuur 43: Monsterlocaties Hoge Springer (Zuid) (litoraal (H1 t/m H9 en L1 t/m L9) en sublitoraal (H1 t/m H6 en L1 t/m L6)) en vogeltelvakken (rood gestreept)



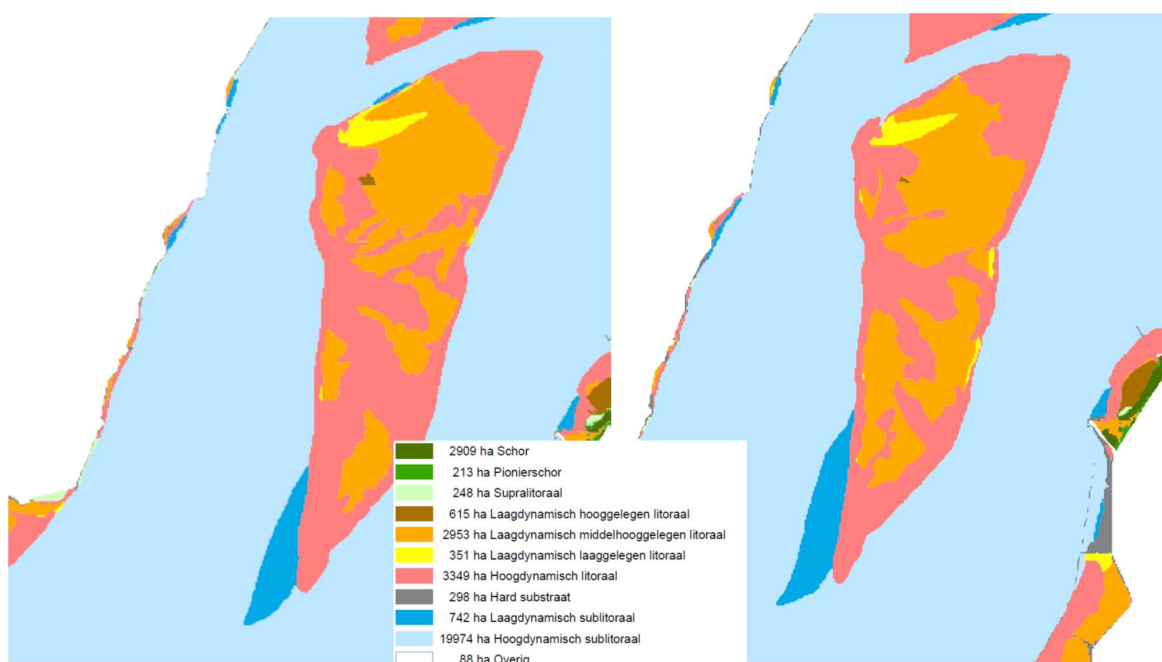
Figuur 44: Monsterlocaties Paulinaschor, litorale benthosmonsterpunten en vogeltelvakken (rood gestreept)



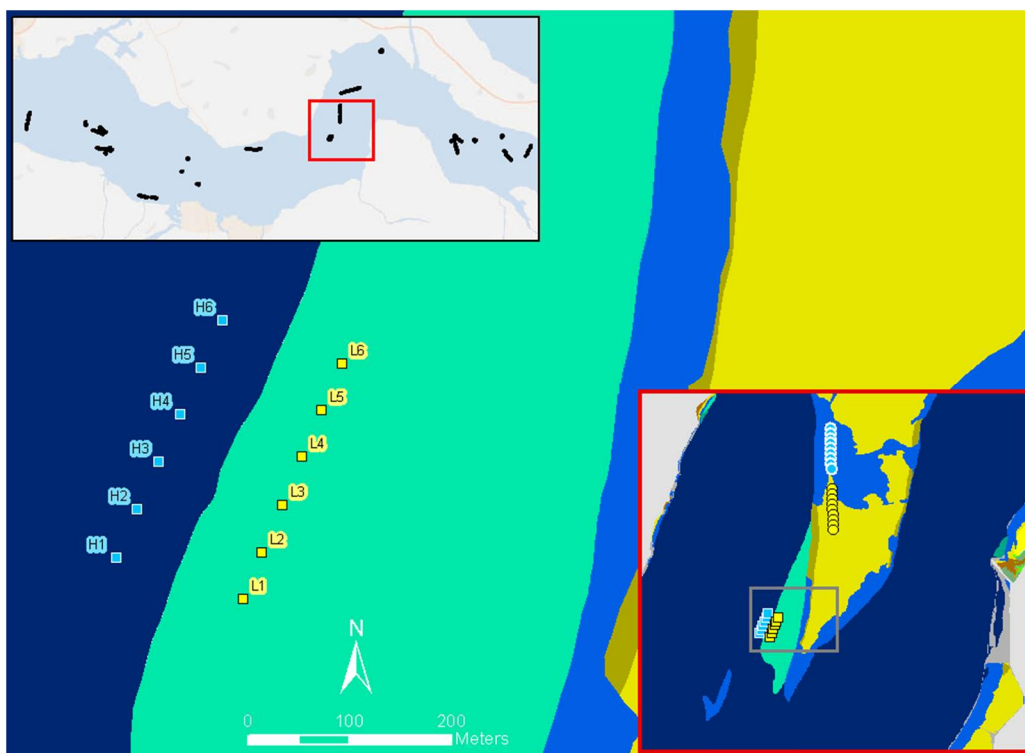
Figuur 45: Monsterlocaties Slikken van Everingen, litorale benthosmonsterpunten en vogeltelvakken (rood gestreept)



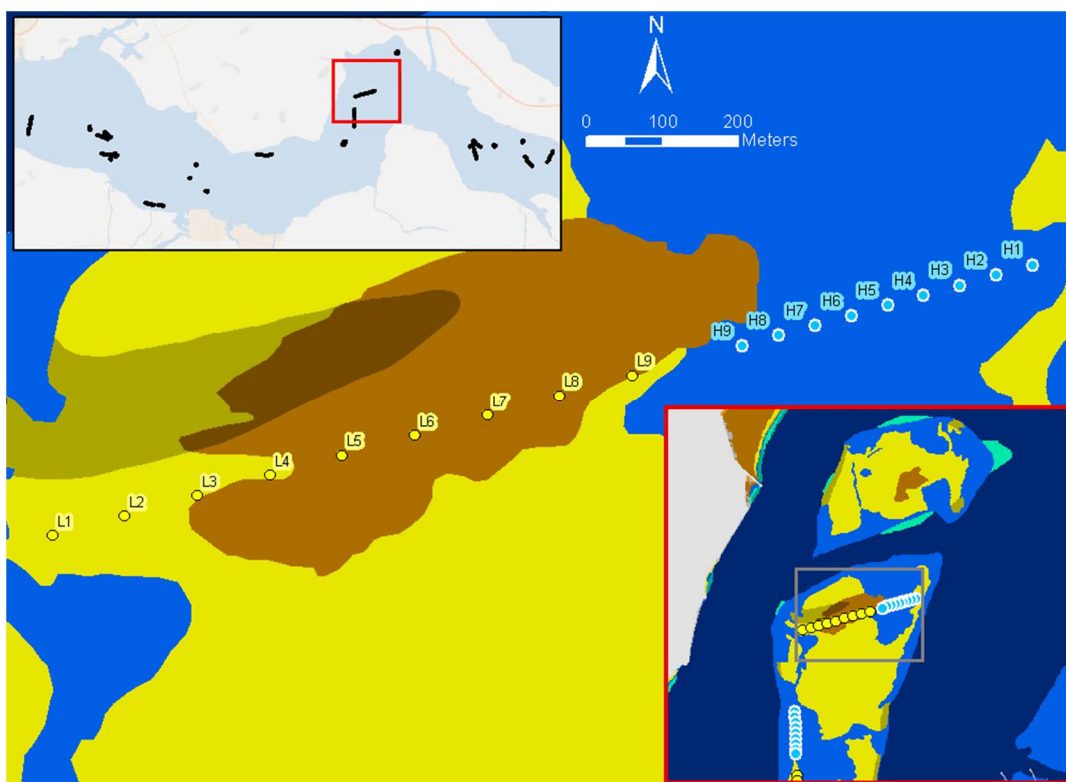
Figuur 46: Monsterlocaties Rug van Baarland Zuid, litorale benthosmonsterpunten en vogeltelvakken (rood gestreept)



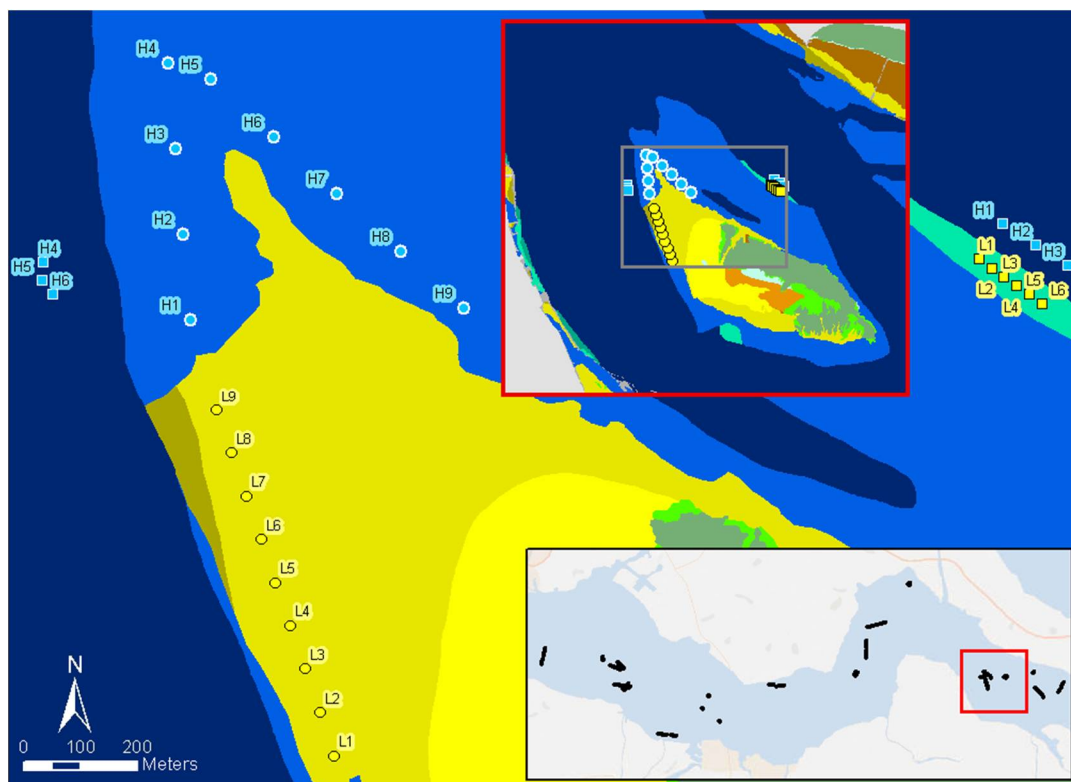
Figuur 47: Ecotopenkaart 2010 en Ecotopenkaart 2012 (rechts) ter hoogte van de Rug van Baarland



Figuur 48: Monsterlocaties Rug van Baarland sublitoraal



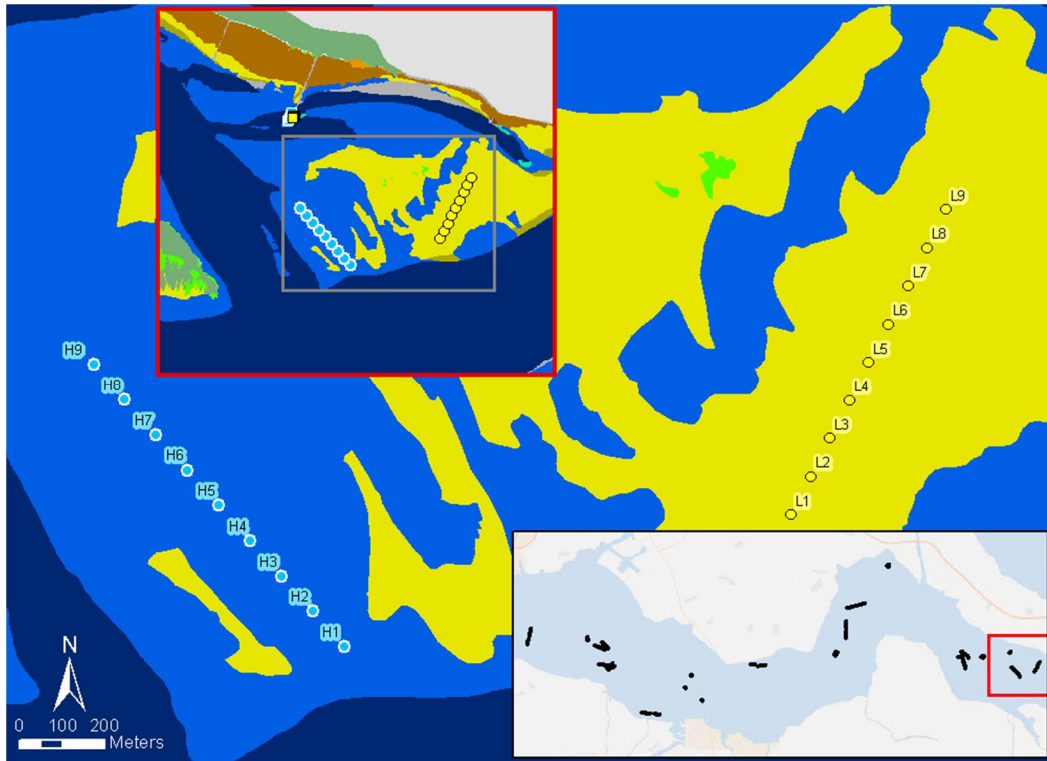
Figuur 49: Monsterlocaties Rug van Baarland Noord



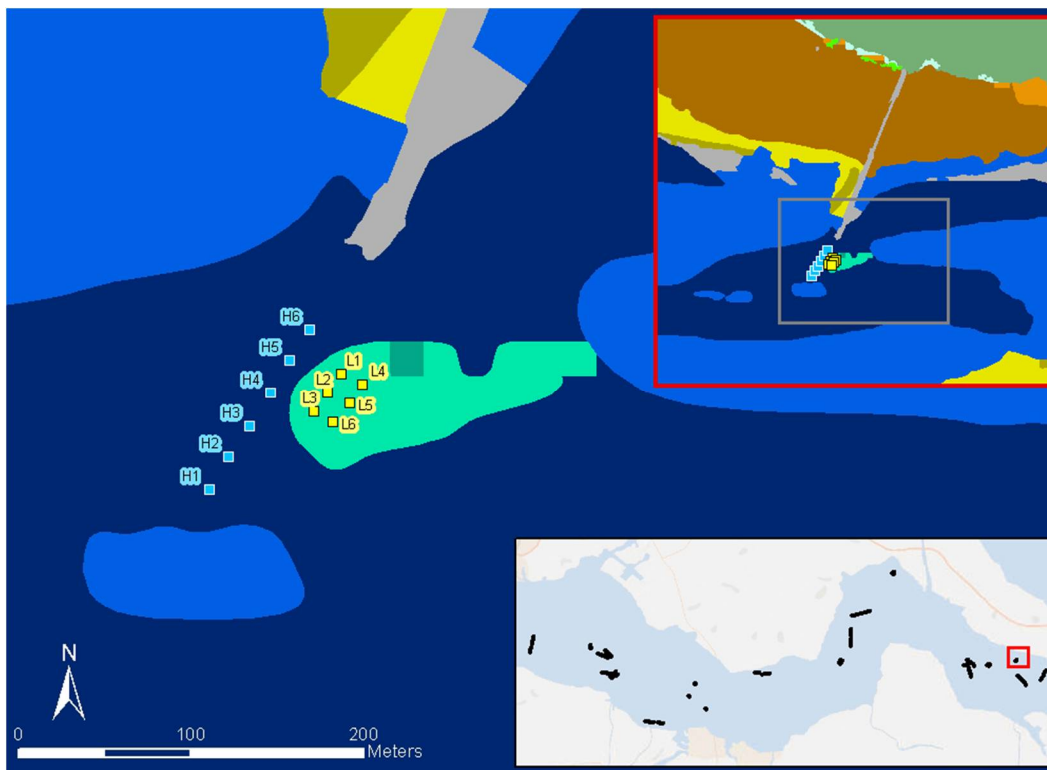
Figuur 50: Monsterlocaties Plaat van Walsoorden (litoraal (H1 t/m H9 en L1 t/m L9) en sublitoraal (H1 t/m H6 en L1 t/m L6))



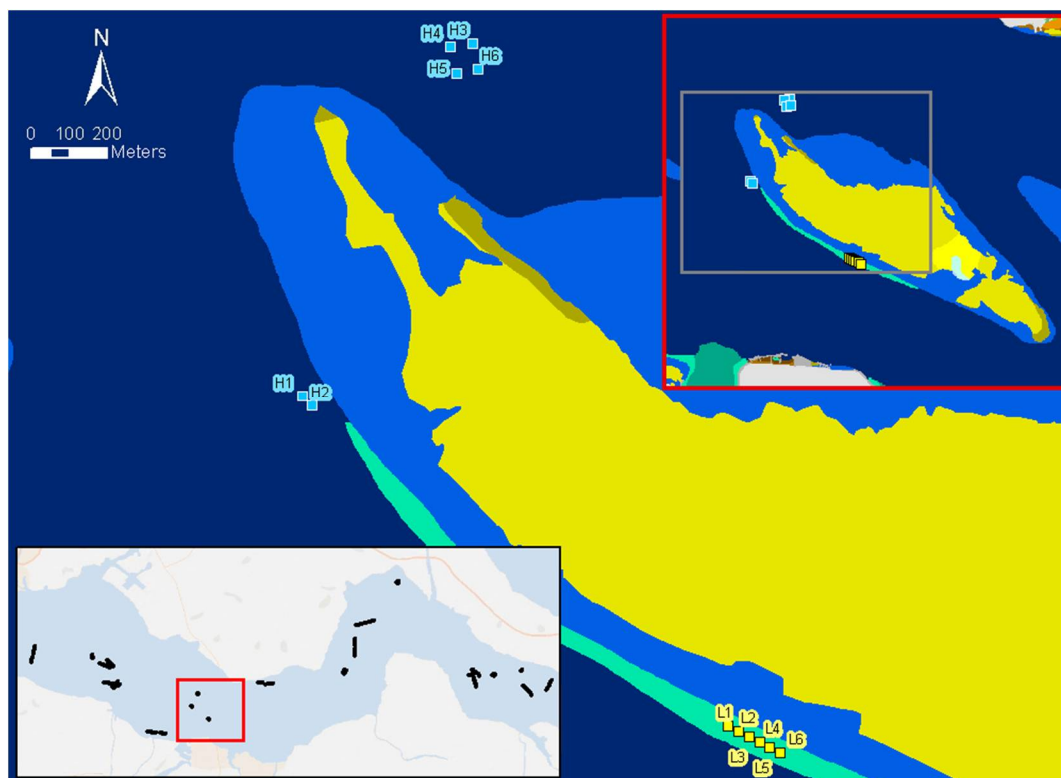
Figuur 51: Ecotopenkaart 2010 en Ecotopenkaart 2012 (rechts) ter hoogte van Plaat van Walsoorden



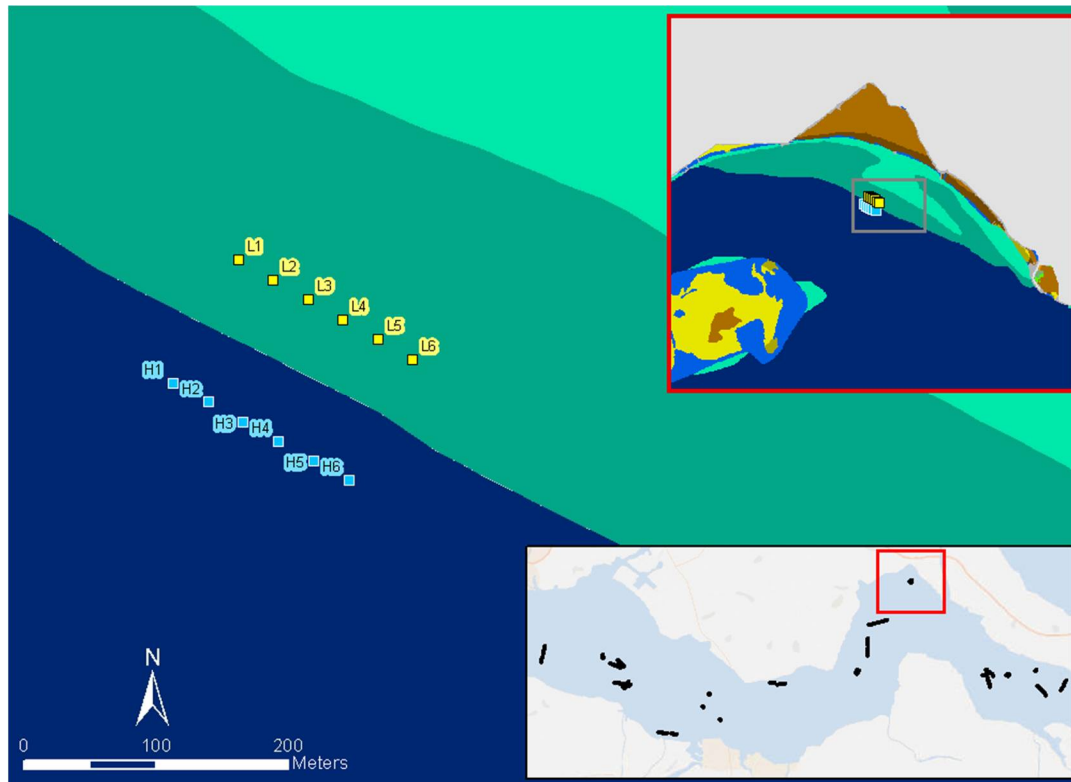
Figuur 52: Monsterlocaties Platen van Valkenisse



Figuur 53: Monsterlocaties Platen van Valkenisse (sublitoraal)



Figuur 54: Monsterlocaties Suikerplaat/Middelplaat (sublitoraal)



Figuur 55: Monsterlocaties Hansweert (sublitoraal)

7.3 Bijlage C: coördinaten meetpunten 2016

Tabel 23: Code, coördinaten en hoogteligging in mNAP van alle sublitorale monsterpunten genomen in 2016

Locatie	Naam	RD_East_m	RD_North_m	Z (m NAP)
Hooge Platen Noord	HPN-HD1	35464	380381	-4,0
Hooge Platen Noord	HPN-HD2	35486	380369	-3,6
Hooge Platen Noord	HPN-HD3	35441	380352	-3,2
Hooge Platen Noord	HPN-HD4	35483	380343	-3,2
Hooge Platen Noord	HPN-HD5	35459	380333	-2,9
Hooge Platen Noord	HPN-HD6	35443	380375	-3,8
Hooge Platen Noord	HPN-LD1	35432	380179	-2,5
Hooge Platen Noord	HPN-LD2	35450	380171	-2,4
Hooge Platen Noord	HPN-LD3	35468	380163	-2,4
Hooge Platen Noord	HPN-LD4	35487	380155	-2,4
Hooge Platen Noord	HPN-LD5	35505	380147	-2,3
Hooge Platen Noord	HPN-LD6	35523	380139	-2,3
Hoge Springer Zuid	HS-HD1	36956	378068	-5,6
Hoge Springer Zuid	HS-HD2	36982	378144	-3,2
Hoge Springer Zuid	HS-HD3	36993	378099	-4,8
Hoge Springer Zuid	HS-HD4	36937	378160	-3,6
Hoge Springer Zuid	HS-HD5	36906	378129	-3,6
Hoge Springer Zuid	HS-HD6	36913	378081	-5,3
Hoge Springer Zuid	HS-LD1	37316	378270	-2,3
Hoge Springer Zuid	HS-LD2	37376	378335	-2,0
Hoge Springer Zuid	HS-LD3	37363	378311	-2,0

Hoge Springer Zuid	HS-LD4	37344	378288	-2,1
Hoge Springer Zuid	HS-LD5	37294	378260	-2,4
Hoge Springer Zuid	HS-LD6	37265	378252	-2,7
Kappellebank	HW-HD1	56824	385486	-8,4
Kappellebank	HW-HD2	56851	385471	-8,5
Kappellebank	HW-HD3	56877	385456	-8,5
Kappellebank	HW-HD4	56904	385441	-8,5
Kappellebank	HW-HD5	56931	385426	-8,5
Kappellebank	HW-HD6	56958	385412	-8,5
Kappellebank	HW-LD1	56874	385579	-8,4
Kappellebank	HW-LD2	56900	385564	-8,3
Kappellebank	HW-LD3	56927	385549	-8,3
Kappellebank	HW-LD4	56953	385534	-8,3
Kappellebank	HW-LD5	56980	385519	-8,3
Kappellebank	HW-LD6	57006	385504	-8,4
Plaat van Valkenisse	PvV-HD1	65606	379264	-7,0
Plaat van Valkenisse	PvV-HD2	65617	379283	-7,0
Plaat van Valkenisse	PvV-HD3	65629	379301	-7,7
Plaat van Valkenisse	PvV-HD4	65641	379320	-8,7
Plaat van Valkenisse	PvV-HD5	65652	379339	-8,7
Plaat van Valkenisse	PvV-HD6	65664	379357	-7,7
Plaat van Valkenisse	PvV-LD1	65682	379331	-7,7
Plaat van Valkenisse	PvV-LD2	65674	379320	-6,6
Plaat van Valkenisse	PvV-LD3	65666	379309	-6,0
Plaat van Valkenisse	PvV-LD4	65694	379325	-6,7
Plaat van Valkenisse	PvV-LD5	65687	379314	-6,6
Plaat van Valkenisse	PvV-LD6	65677	379303	-6,9
Plaat van Walsoorden	PWA-HD1	63638	379068	-3,7
Plaat van Walsoorden	PWA-HD2	63695	379031	-4,0
Plaat van Walsoorden	PWA-HD3	63751	378995	-3,8
Plaat van Walsoorden	PWA-HD4	61954	379000	-5,6
Plaat van Walsoorden	PWA-HD5	61951	378968	-5,0
Plaat van Walsoorden	PWA-HD6	61970	378944	-6,0
Plaat van Walsoorden	PWA-LD1	63596	379006	-2,6
Plaat van Walsoorden	PWA-LD2	63618	378990	-2,8
Plaat van Walsoorden	PWA-LD3	63640	378975	-2,7
Plaat van Walsoorden	PWA-LD4	63662	378959	-2,8
Plaat van Walsoorden	PWA-LD5	63684	378944	-2,9
Plaat van Walsoorden	PWA-LD6	63706	378928	-2,6
Rug van Baarland	RVB-HD1	53078	379098	-5,4
Rug van Baarland	RVB-HD2	53099	379145	-5,5
Rug van Baarland	RVB-HD3	53120	379192	-5,5
Rug van Baarland	RVB-HD4	53141	379239	-5,5
Rug van Baarland	RVB-HD5	53162	379286	-5,5
Rug van Baarland	RVB-HD6	53183	379333	-5,4
Rug van Baarland	RVB-LD1	53203	379057	-5,4
Rug van Baarland	RVB-LD2	53222	379103	-5,5
Rug van Baarland	RVB-LD3	53242	379150	-5,5

Rug van Baarland	RVB-LD4	53261	379197	-5,5
Rug van Baarland	RVB-LD5	53281	379243	-5,3
Rug van Baarland	RVB-LD6	53301	379290	-5,2
Suikerplaat	SP-HD1	42436	376781	-6,0
Suikerplaat	SP-HD2	42462	376754	-5,9
Suikerplaat	SP-HD3	42889	377717	-5,4
Suikerplaat	SP-HD4	42830	377708	-5,0
Suikerplaat	SP-HD5	42846	377638	-4,4
Suikerplaat	SP-HD6	42902	377651	-4,7
Suikerplaat	SP-LD1	43569	375903	-5,9
Suikerplaat	SP-LD2	43597	375889	-5,0
Suikerplaat	SP-LD3	43624	375875	-5,0
Suikerplaat	SP-LD4	43652	375861	-5,8
Suikerplaat	SP-LD5	43680	375847	-5,5
Suikerplaat	SP-LD6	43707	375833	-5,8

Tabel 24: Code, coördinaten en hoogteligging in mNAP van alle litorale monsterpunten in 2016

Plaatsnaam	XCOORD	YCOORD	Typering volgens ecotopenkaart 2015	Hoogteligging (cm) tov NAP (28/11/2016)	code
Hooge Platen noord	36489	379994	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	29	HPN_H1
Hooge Platen noord	36545	379943	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	52	HPN_H2
Hooge Platen noord	36600	379893	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	64	HPN_H3
Hooge Platen noord	36656	379843	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	93	HPN_H4
Hooge Platen noord	36712	379792	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	112	HPN_H5
Hooge Platen noord	36767	379742	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	114	HPN_H6
Hooge Platen noord	36823	379691	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	91	HPN_H7
Hooge Platen noord	36878	379641	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	67	HPN_H8
Hooge Platen noord	36934	379591	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	62	HPN_H9
Hooge Platen noord	36000	379767	Laagdynamisch slibrijk middelhoog litoraal	3	HPN_L1
Hooge Platen noord	36093	379729	Laagdynamisch slibrijk middelhoog litoraal	10	HPN_L2
Hooge Platen noord	36185	379691	Laagdynamisch slibrijk middelhoog litoraal	15	HPN_L3
Hooge Platen noord	36278	379653	Laagdynamisch slibrijk middelhoog litoraal	34	HPN_L4
Hooge Platen noord	36370	379615	Laagdynamisch slibrijk middelhoog litoraal	52	HPN_L5
Hooge Platen noord	36463	379577	Laagdynamisch slibrijk middelhoog litoraal	65	HPN_L6
Hooge Platen noord	36555	379539	Laagdynamisch slibrijk middelhoog litoraal	81	HPN_L7
Hooge Platen noord	36648	379501	Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	101	HPN_L8
Hooge Platen noord	36741	379463	Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	123	HPN_L9
Hooge Platen west	31427	381001	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	21	HPW_H1
Hooge Platen west	31406	380903	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	22	HPW_H2
Hooge Platen west	31392	380842	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	24	HPW_H3
Hooge Platen west	31379	380781	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	19	HPW_H4
Hooge Platen west	31365	380720	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	14	HPW_H5
Hooge Platen west	31352	380659	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	16	HPW_H6
Hooge Platen west	31339	380598	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	10	HPW_H7
Hooge Platen west	31325	380537	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	7	HPW_H8
Hooge Platen west	31312	380476	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	10	HPW_H9

Hooge Platen west	31256	380238	Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	7	HPW_L1*
Hooge Platen west	31233	380186	Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	6	HPW_L2*
Hooge Platen west	31268	380276	Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	9	HPW_L3
Hooge Platen west	31253	380207	Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	6	HPW_L4
Hooge Platen west	31238	380139	Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	4	HPW_L5
Hooge Platen west	31223	380071	Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	1	HPW_L6
Hooge Platen west	31202	379973	Laagdynamisch slibrijk middelhoog litoraal	3	HPW_L7
Hooge Platen west	31187	379905	Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	10	HPW_L8
Hooge Platen west	31172	379836	Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	11	HPW_L9
Hoge Springer	36908	378372	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	76	HS_H1
Hoge Springer	36958	378374	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	28	HS_H2
Hoge Springer	37008	378380	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	-33	HS_H3
Hoge Springer	37056	378393	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	-35	HS_H4
Hoge Springer	37103	378411	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	-24	HS_H5
Hoge Springer	37149	378430	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	-21	HS_H
Hoge Springer	37194	378453	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	-40	HS_H7
Hoge Springer	37236	378479	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	-15	HS_H8
Hoge Springer	37279	378505	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	-19	HS_H9
Hoge Springer	36298	378476	Laagdynamisch slibrijk middelhoog litoraal	80	HS_L1
Hoge Springer	36361	378459	Laagdynamisch slibrijk middelhoog litoraal	65	HS_L2
Hoge Springer	36425	378446	Laagdynamisch slibrijk middelhoog litoraal	48	HS_L3
Hoge Springer	36489	378434	Laagdynamisch slibrijk middelhoog litoraal	68	HS_L4
Hoge Springer	36553	378422	Laagdynamisch slibrijk middelhoog litoraal	46	HS_L5
Hoge Springer	36617	378411	Laagdynamisch slibrijk middelhoog litoraal	71	HS_L6
Hoge Springer	36681	378400	Laagdynamisch slibrijk middelhoog litoraal	63	HS_L7
Hoge Springer	36745	378390	Laagdynamisch slibrijk middelhoog litoraal	82	HS_L8
Hoge Springer	36809	378380	Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	73	HS_L9
Zuidgors	47675	378325	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	-140	PB_H1**
Zuidgors	47761	378350	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	-109	PB_H2**
Zuidgors	47827	378350	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	-104	PB_H3**
Zuidgors	47885	378362	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	-102	PB_H4**
Zuidgors	47938	378368	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	-98	PB_H5**
Zuidgors	47998	378380	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	-82	PB_H6**
Zuidgors	48049	378401	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	-70	PB_H7
Zuidgors	48104	378401	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	-68	PB_H8
Zuidgors	48159	378400	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	-62	PB_H9
Zuidgors	47412	378427	Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	-88	PB_L1
Zuidgors	47370	378419	Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	-92	PB_L2***
Zuidgors	47335	378420	Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	-94	PB_L3***
Zuidgors	47313	378431	Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	-77	PB_L4***
Zuidgors	47267	378431	Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	-77	PB_L5***
Zuidgors	47232	378431	Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	-77	PB_L6***
Zuidgors	47213	378435	Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	-77	PB_L7***
Zuidgors	47158	378436	Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	-82	PB_L8***
Zuidgors	47113	378439	Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	-85	PB_L9***
Paulinaschor	40631	374851	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	-42	PS_H1**

Paulinaschor	40572	374859	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	-4	PS_H2**
Paulinaschor	40502	374868	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	31	PS_H3**
Paulinaschor	40477	374871	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	-13	PS_H4**
Paulinaschor	40450	374881	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	2	PS_H5**
Paulinaschor	40422	374885	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	8	PS_H6**
Paulinaschor	40396	374893	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	-42	PS_H7**
Paulinaschor	40303	374906	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	-8	PS_H8**
Paulinaschor	40218	374919	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	-54	PS_H9**
Paulinaschor	39937	374908	Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	-40	PS_L1
Paulinaschor	39863	374923	Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	-59	PS_L2
Paulinaschor	39790	374939	Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	-64	PS_L3
Paulinaschor	39717	374955	Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	-63	PS_L4
Paulinaschor	39643	374971	Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	-53	PS_L5
Paulinaschor	39570	374986	Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	-26	PS_L6
Paulinaschor	39497	375002	Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	-20	PS_L7
Paulinaschor	39424	375018	Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	-11	PS_L8
Paulinaschor	39350	375034	Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	-1	PS_L9
Rug van Baarland noord	55299	382815	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	21	RBN_H1
Rug van Baarland noord	55250	382802	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	33	RBN_H2
Rug van Baarland noord	55202	382788	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	34	RBN_H3
Rug van Baarland noord	55154	382775	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	32	RBN_H4
Rug van Baarland noord	55106	382762	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	26	RBN_H5
Rug van Baarland noord	55058	382748	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	21	RBN_H6
Rug van Baarland noord	55010	382735	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	11	RBN_H7
Rug van Baarland noord	54961	382722	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	-8	RBN_H8
Rug van Baarland noord	54913	382708	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	-8	RBN_H9
Rug van Baarland noord	53996	382455	Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	23	RBN_L1
Rug van Baarland noord	54092	382481	Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	15	RBN_L2
Rug van Baarland noord	54188	382508	Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	-1	RBN_L3
Rug van Baarland noord	54285	382535	Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	-30	RBN_L4
Rug van Baarland noord	54381	382561	Laagdynamisch slibrijk middelhoog litoraal	-29	RBN_L5
Rug van Baarland noord	54477	382588	Laagdynamisch slibrijk middelhoog litoraal	-26	RBN_L6
Rug van Baarland noord	54574	382615	Laagdynamisch slibrijk middelhoog litoraal	-33	RBN_L7
Rug van Baarland noord	54670	382641	Laagdynamisch slibrijk middelhoog litoraal	-20	RBN_L8
Rug van Baarland noord	54767	382668	Laagdynamisch slibrijk middelhoog litoraal	-1	RBN_L9
Rug van Baarland zuid	53919	381527	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	63	RBZ_H1
Rug van Baarland zuid	53920	381467	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	42	RBZ_H2
Rug van Baarland zuid	53921	381407	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	21	RBZ_H3
Rug van Baarland zuid	53923	381347	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	3	RBZ_H4
Rug van Baarland zuid	53924	381287	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	-7	RBZ_H5
Rug van Baarland zuid	53925	381227	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	-17	RBZ_H6
Rug van Baarland zuid	53927	381167	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	-13	RBZ_H7
Rug van Baarland zuid	53928	381107	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	-7	RBZ_H8
Rug van Baarland zuid	53929	381047	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	5	RBZ_H9
Rug van Baarland zuid	53935	380809	Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	17	RBZ_L1
Rug van Baarland zuid	53936	380749	Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	9	RBZ_L2

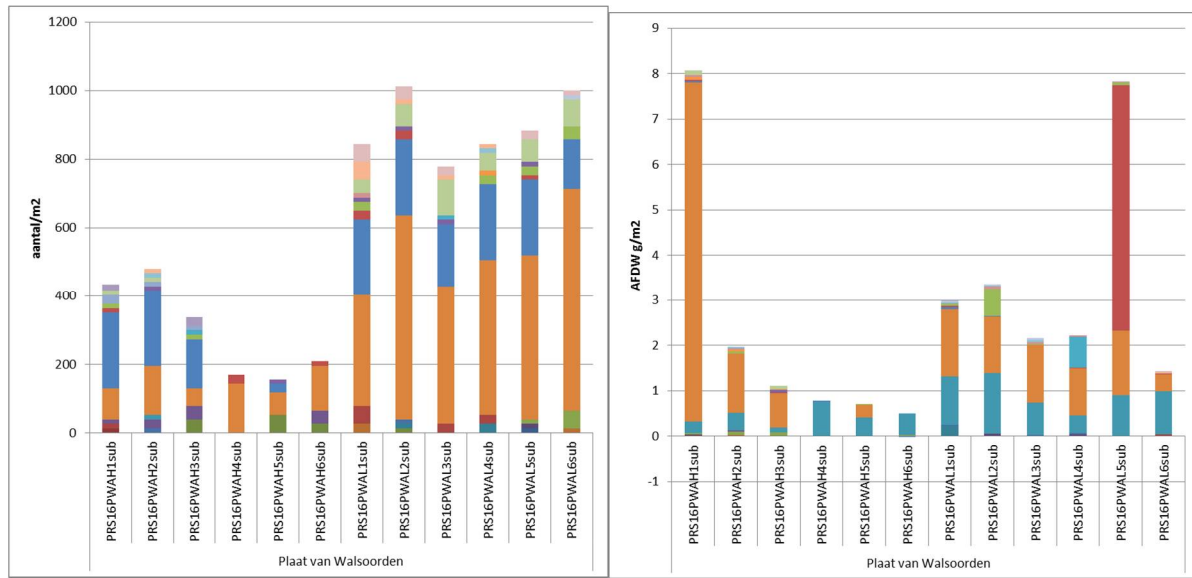
Rug van Baarland zuid	53937	380689	Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	6	RBZ_L3
Rug van Baarland zuid	53939	380629	Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	2	RBZ_L4
Rug van Baarland zuid	53940	380569	Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	3	RBZ_L5
Rug van Baarland zuid	53942	380509	Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	-2	RBZ_L6
Rug van Baarland zuid	53943	380449	Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	-13	RBZ_L7
Rug van Baarland zuid	53944	380389	Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	-21	RBZ_L8
Rug van Baarland zuid	53946	380329	Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	-23	RBZ_L9
Platen van Valkenisse	66342	377589	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	128	VN_H1
Platen van Valkenisse	66269	377671	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	140	VN_H2
Platen van Valkenisse	66196	377753	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	132	VN_H3
Platen van Valkenisse	66123	377835	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	114	VN_H4
Platen van Valkenisse	66050	377918	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	100	VN_H5
Platen van Valkenisse	65977	378000	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	94	VN_H6
Platen van Valkenisse	65904	378082	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	77	VN_H7
Platen van Valkenisse	65831	378165	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	61	VN_H8
Platen van Valkenisse	65758	378247	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	25	VN_H9
Platen van Valkenisse	67384	377896	Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	10	VN_L1
Platen van Valkenisse	67429	377985	Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	17	VN_L2
Platen van Valkenisse	67475	378074	Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	27	VN_L3
Platen van Valkenisse	67520	378163	Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	25	VN_L4
Platen van Valkenisse	67565	378252	Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	92	VN_L5
Platen van Valkenisse	67611	378341	Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	118	VN_L6
Platen van Valkenisse	67656	378431	Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	135	VN_L7
Platen van Valkenisse	67701	378520	Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	141	VN_L8
Platen van Valkenisse	67746	378609	Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	141	VN_L9
Plaa van Walsoorden	62213	378900	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	-48	WO_H1
Plaa van Walsoorden	62200	379049	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	-60	WO_H2
Plaa van Walsoorden	62186	379199	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	-110	WO_H3
Plaa van Walsoorden	62172	379348	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	-106	WO_H4
Plaa van Walsoorden	62247	379321	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	-76	WO_H5
Plaa van Walsoorden	62358	379220	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	-67	WO_H6
Plaa van Walsoorden	62469	379120	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	-52	WO_H7
Plaa van Walsoorden	62581	379019	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	-39	WO_H8
Plaa van Walsoorden	62692	378919	Hoogdynamisch fijnzandig litoraal	-37	WO_H9
Plaa van Walsoorden	62463	378134	Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	4	WO_L1
Plaa van Walsoorden	62438	378210	Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	12	WO_L2
Plaa van Walsoorden	62412	378286	Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	7	WO_L3
Plaa van Walsoorden	62386	378362	Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	-15	WO_L4
Plaa van Walsoorden	62361	378437	Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	-15	WO_L5
Plaa van Walsoorden	62335	378513	Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	-19	WO_L6
Plaa van Walsoorden	62309	378589	Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	-50	WO_L7
Plaa van Walsoorden	62284	378665	Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	-57	WO_L8
Plaa van Walsoorden	62258	378740	Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	-66	WO_L9

*:Verplaatst tussen overige LD-punten in de raai

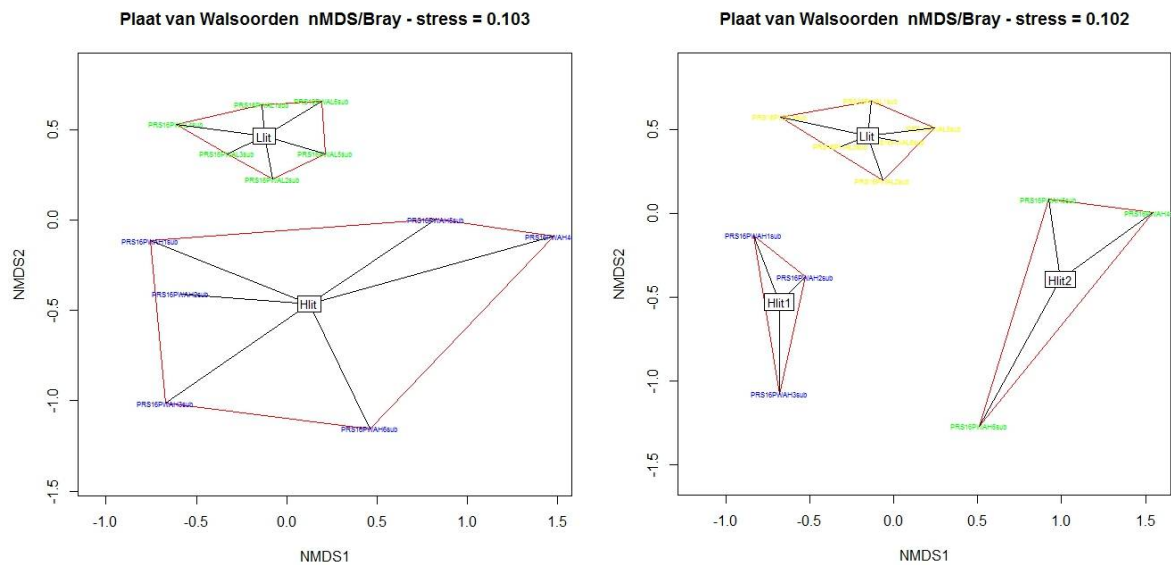
**::Verplaatst vanwege twijfel over HD (oorspronkelijke positie waarschijnlijk LD). PB: verplaatst richting waterlijn, PS: verplaatst naar oosten.

***:raai gecondenseerd in lengte; punten dichterbij elkaar genomen vanwege opkomend tij.

7.4 Bijlage D: Sublitoraal Plaat van Walsoorden

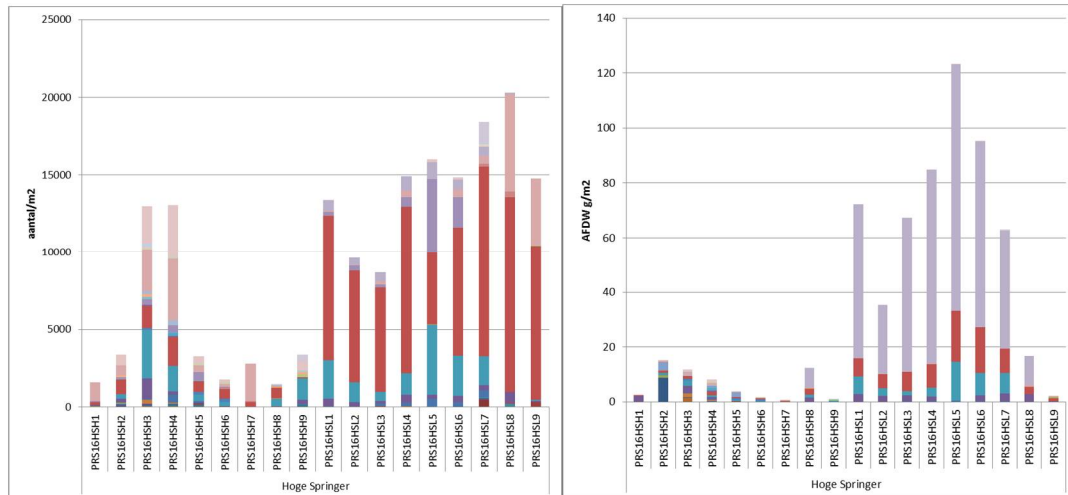


Figuur 56: aantallen/m² (links) en biomassa AFDW/m² per monsterpunt aan de Plaat van Walsoorden. Grote biomassa/m² op L5 wordt veroorzaakt door *Mya arenaria* (rode staaf rechts) en *Carcinus maenas* (al verwijderd in de plot). *Macoma balthica* is ook sterk aanwezig (oranje staven links en rechts)

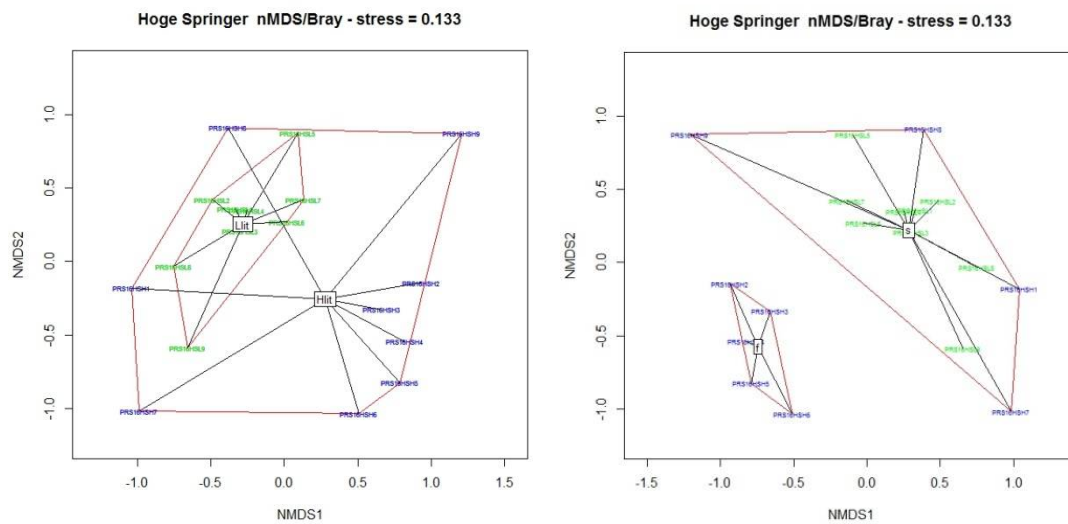


Figuur 57: nMDS-plot van sublitorale monsterpunten aan de Plaat van Walsoorden gegroepeerd per ecotoop (links) en per ecotoop en ligging (oost-west HD).

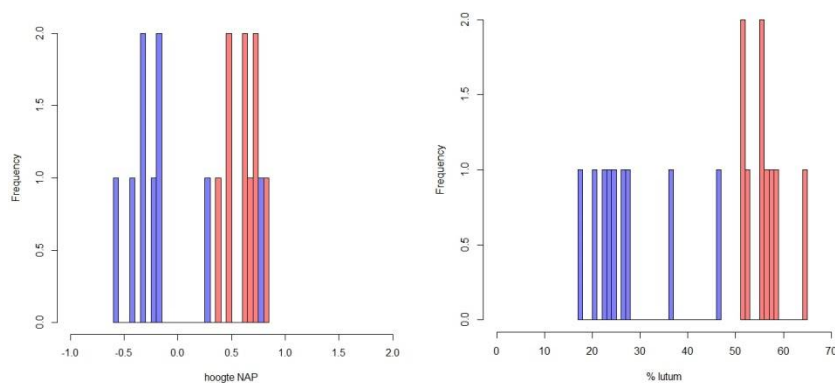
7.5 Bijlage E: Litoraal



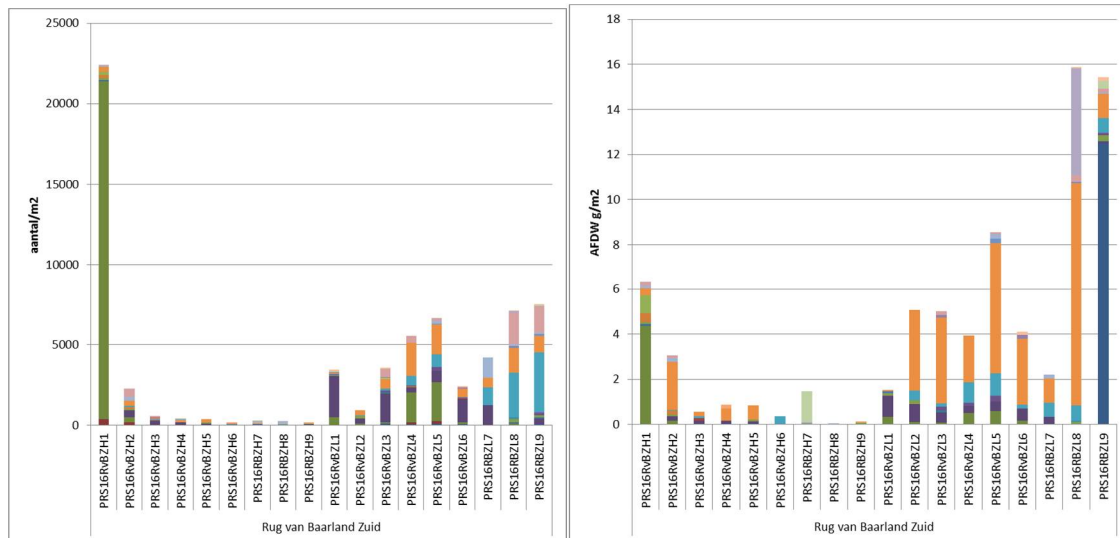
Figuur 58: aantallen/m² (links) en biomassa AFDW/m² per monsterpunt op de Hoge Springer.



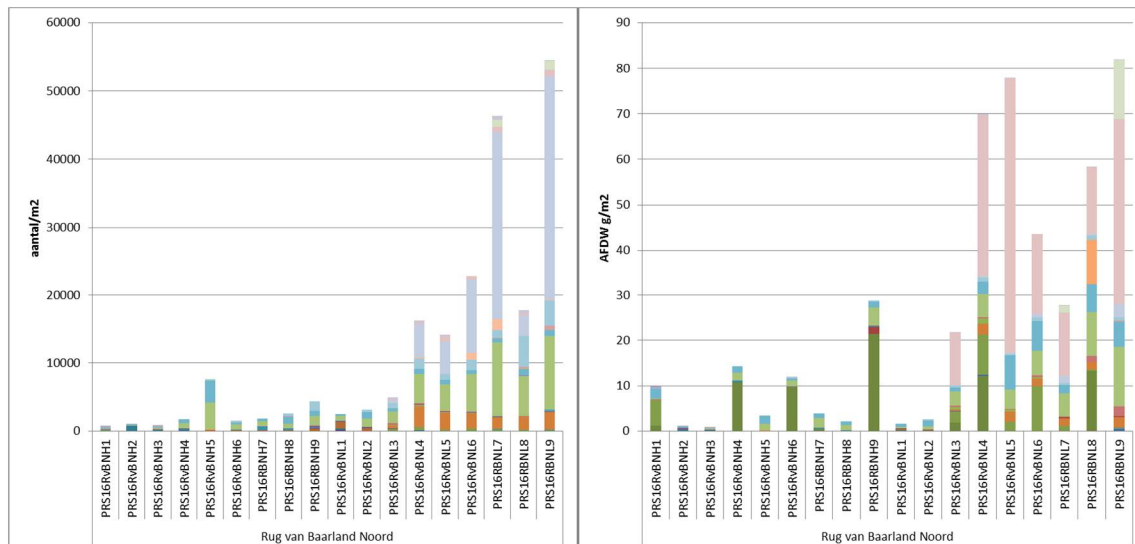
Figuur 59: nMDS-plot van monsterpunten op de Hoge Springer gegroepeerd in ecotoop (links, blauw is HD en groen is LD) en %silt <25% en >25% (rechts, blauw is HD en groen is LD)



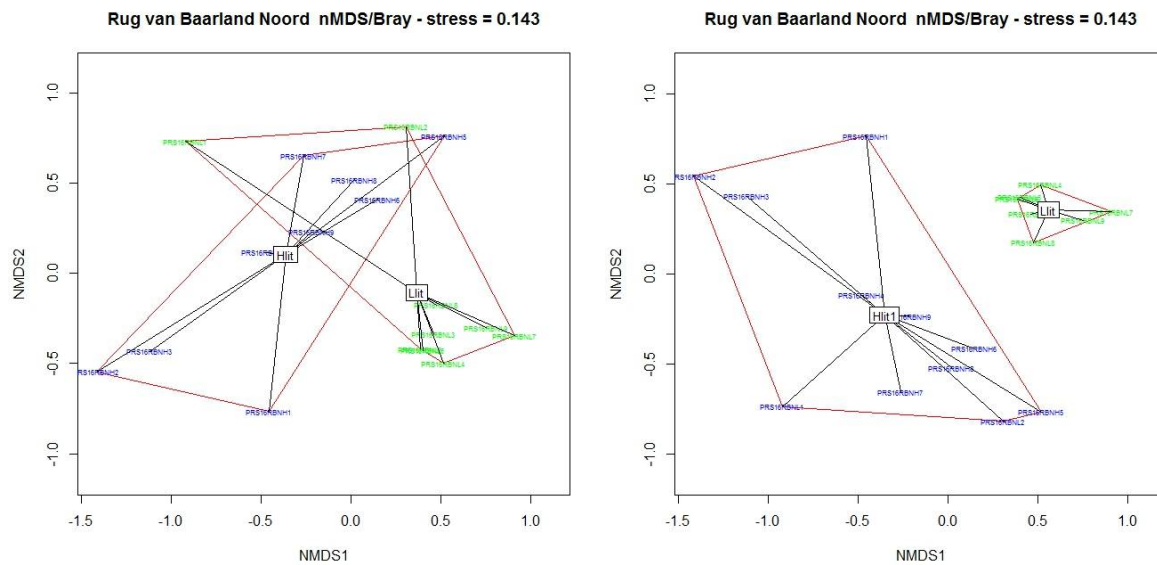
Figuur 60: Frequentie verdeling van monsterpunten op de Hoge Springer in hoogteligging (links) en %silt gegroepeerd in ecotoop (rood is LD en blauw is HD)



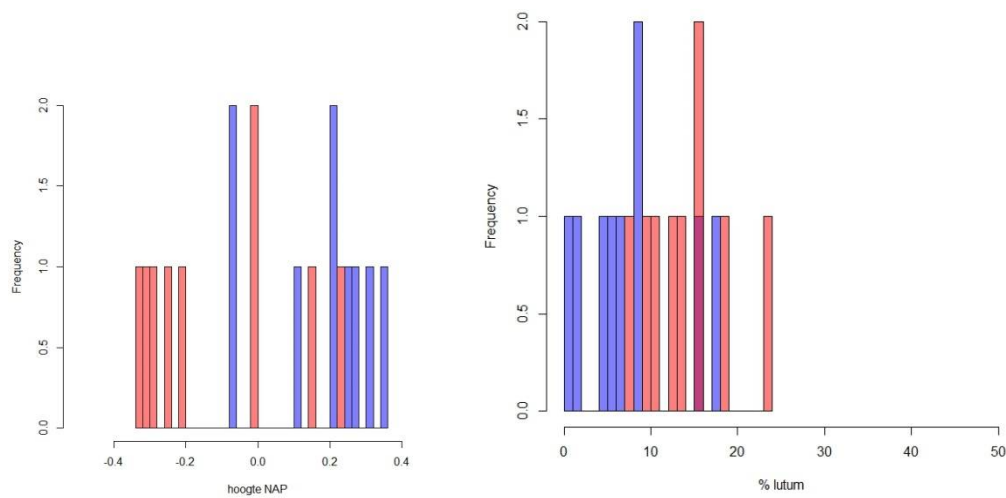
Figuur 61: aantallen/m² (links) en biomassa AFDW/m² per monsterpunt op de Rug van Baarland Zuid. Grote aantallen/m² van *Bathyporeia pilosa* in H1 (donker groene staaf links).



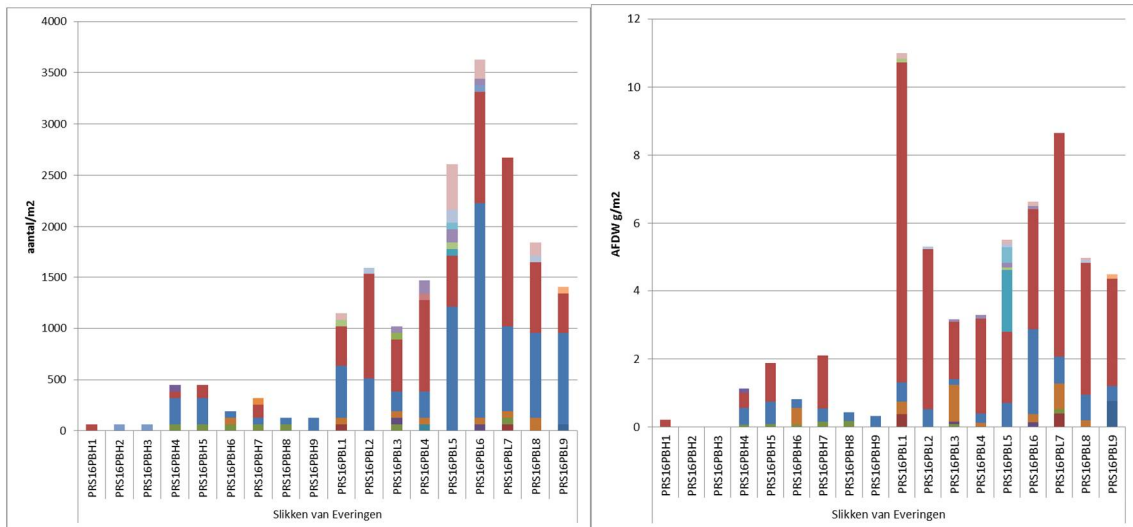
Figuur 62: aantallen/m² (links) en biomassa AFDW/m² per monsterpunt op de Rug van Baarland Noord. Grote aantallen/m² van *Bathyporeia pilosa* in H1 (donker groene staaf links).



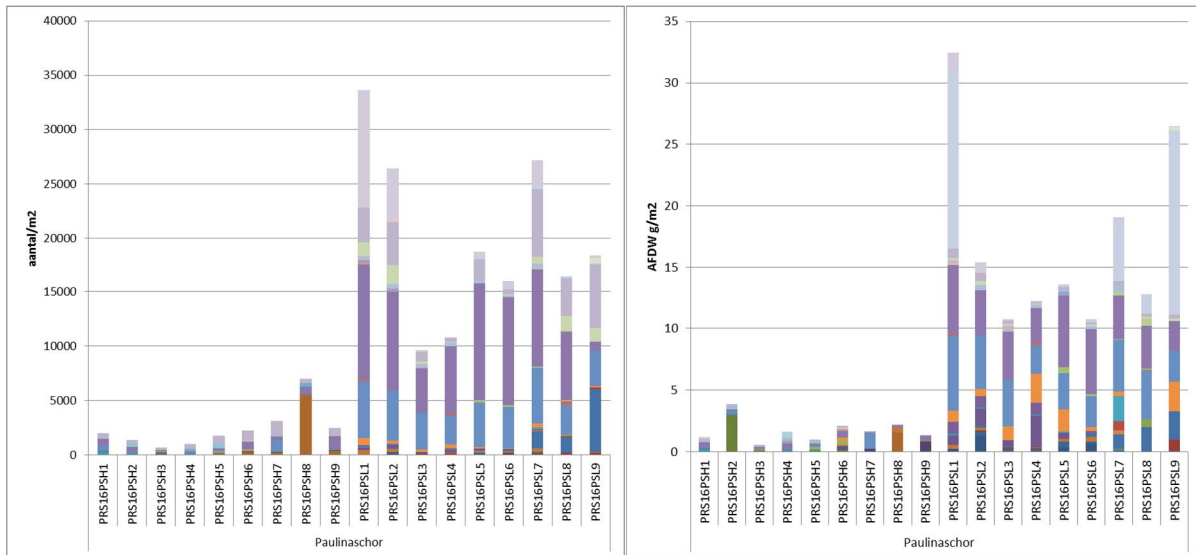
Figuur 63: nMDS-plot van monsterpunten op de Rug van Baarland Noord gegroepeerd in ecotoop (links, blauw is HD en groen is LD) en op basis van inschatting (L1 en L2 verhuist naar HD).



Figuur 64: Frequentie verdeling van monsterpunten op de Rug van Baarland Noord in hoogteligging (links) en %silt gegroepeerd in ecotoop (rood is LD en blauw is HD)



Figuur 65: aantallen/m² (links) en biomassa AFDW/m² per monsterpunt op de Slikken van Everingen.



Figuur 66: aantallen/m² (links) en biomassa AFDW/m² per monsterpunt op de Paulinaschor.