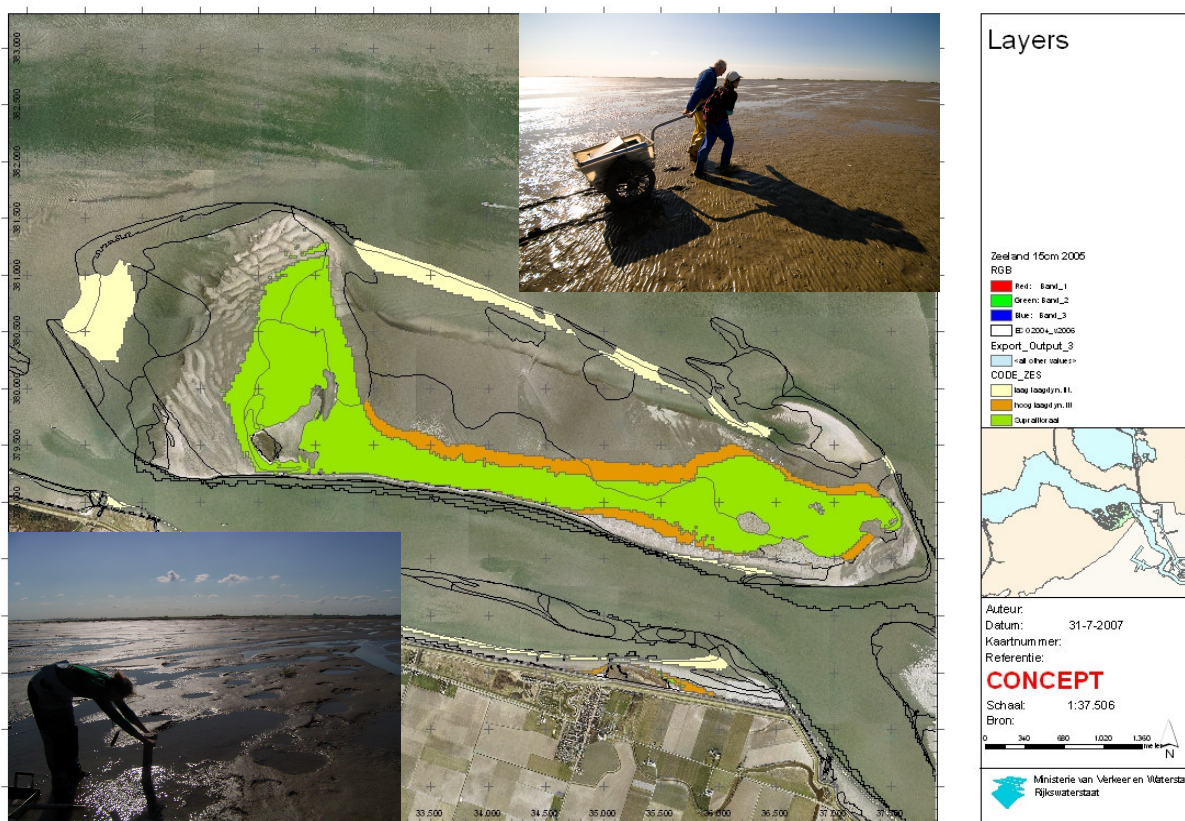


EEN EVALUATIE VAN DE ECOTOPEN BEMONSTERING OP WESTERSCHELDE LOCATIES IN HET NAJAAR 2007

Rapportage in het kader van het
biologisch monitoring programma (MWTL)



Vincent Escaravage, Maartje Bergmeijer, Lianne Dek, Christine Hozee,

Eva Hartog, Rinus Markusse & Wil Sistermans

Juni 2008



Koninklijke Nederlandse Akademie van
Wetenschappen
NEDERLANDS INSTITUUT VOOR ECOLOGIE

Monitor Taakgroep
Centrum voor Estuariene en Mariene Ecologie
(KNAW/NIOO-CEME)
Korringaweg 7, Postbus 140
4400 AC Yerseke-NL



Voorwoord

Deze rapportage is opgesteld in opdracht van RWS in het kader van het biologisch monitoring programma MWTL. De RWS projectleiders waren: Fred Twisk (Deltares) bij het starten en uitvoering van het project en Peter Bot (Deltares) bij de afronding. De medewerkers van de Monitor Taakgroep onder leiding van Prof. Herman Hummel waren verantwoordelijk voor het bemonsteren, uitzoeken en analyseren van de resultaten. De kwaliteitssysteem gehanteerd bij de Monitor taakgroep is gecertificeerd door Kiwa NV onder de norm NEN-EN-ISO 9001:2000. Ben de Winder (RWS Zeeland) zorgde voor de verlening van de logistieke assistentie bij de bemonstering. Cees Joosse, Robert Jentink, Edwin Parée en Annemiek Persijn (RWS Zeeland) hebben actief deelgenomen aan de voorbereiding en de uitvoering van het veldwerk.

Voorkant: Overlay ZES-ecotopenkaart op luchtfoto van de Hooge Platen en bemonstering op de Platen (Edwin Parée)

© Copyright, 2008. Nederlands Instituut voor Ecologie. Yerseke, Nederland.

Alle rechten beschermd. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm, geluidsband, elektronisch of op welke andere wijze ook en evenmin in een opslag systeem worden opgeslagen zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de auteurs/directeur van het Nederlands Instituut voor Ecologie (NIOO-CEME).

*EEN EVALUATIE VAN DE ECOTOPEN BEMONSTERING OP WESTERSCHELDE LOCATIES IN HET NAJAAR 2007. (2008)
Vincent Escaravage, Maartje Bergmeijer, Lianne Dek, Christine Hozee, Eva Hartog, Rinus Markusse & Wil Sijtermans, Monitor Taskforce Publication Series 2008-3, 45 pp met illustraties in tekst en bijlagen.*

Monitor Taskforce Publication Series 2008-3
KNAW-NIOO, Centrum voor Estuariene en Mariene Ecologie, Yerseke.
ISSN Nummer 1381-6519

Inhoudsopgave

Samenvatting	2
1 DE ECOTOOP BENADERING VAN CONCEPT TOT TOEPASSING.....	3
1.1 De achtergrondkennis (Ysebaert & Herman, 2002).....	3
1.2 Uitwerking van de ecotoop benadering, de Zoute EcotopenStelsel (ZES.1) (Bouma, 2005).....	5
1.2.1 Doel van de Zoute EcotopenStelsel.....	5
1.2.2 Werkwijze bij het bepalen van de ecotopen.....	5
1.2.3 Abiotische indelingskenmerken in het ZES.1	5
1.3 Huidige gebruik van de ecotopebenadering voor het MOVE project (Wetsteyn et al, 2007).....	6
1.3.1 De specifieke probleemstelling in MOVE	6
1.3.2 De ecotopekaarten	6
1.3.3 Doorwerking ecotopen/bodemdieren.....	7
1.3.4 Validatie van de ecotoop benadering.....	7
1.4 Naar een ecotoopgerichte bemonstering, van BIOMON en MOVE naar MONEOS	8
2 ECOTOOPGERICHTE BEMONSTERING VOOR BODEMDIEREN, PRAKTISCHE UITVOERING EN RESULTATEN.....	10
2.1 Van ecotopenkaart tot monsterpunt.....	10
2.1.1 Het vaststellen van de monsterlocaties	10
2.1.2 Perikelen bij het converteren tussen coördinatenstelsels.....	10
2.2 Onderzoeksvragen.....	11
2.3 Praktische uitvoering van de ecotoop gerichte bemonstering.....	11
2.3.1 Litorale gebieden.....	11
2.3.2 Sublitorale gebieden	12
2.4 Analytische procedures ingezet op de monsters van de ecotopegerichte bemonstering.....	12
2.4.1 Analytische behandeling van de bodemdieren monsters.....	12
2.4.2 Aanvullende (buiten contractuele verplichtingen) analyse van de sedimentaire eigenschappen..	13
2.4.3 Statistische analyses van de resultaten.....	13
2.5 Resultaten van de ecotoopgerichte bemonstering	14
2.5.1 Algemene beschrijving van de bodemdieren gegevens	14
2.5.2 Effect van zoutgehaltegebied op de Bodemdieren dichtheid, biomassa en diversiteit.....	15
2.5.3 Relatie tussen de ecotopen geomorfologie op de Bodemdieren dichtheid, biomassa en diversiteit.....	16
2.5.4 Relatie tussen de ecotopen indeling en de soortensamenstelling van de bodemdieren gemeenschap	16
2.6 Evaluatie van DE ECOTOOPGERICHTE BEMONSTERING	18
2.6.1 Praktische uitvoering van de ecotoopgerichte bemonstering	18
2.6.2 Bevindingen mbt de bodemdierenmonsters uit de ecotoopgerichte bemonstering	19
2.7 Aanbevelingen voor de toekomstige campagnes	20
Literatuur	22
Bijlagen	24

Samenvatting

In 2007 zijn door Rijkswaterstaat geen bodemfaunamonsters verzameld op de vaste locaties (MOVE-raaien) waar dat tot en met 2006 wel gebeurde. De vrijkomende capaciteit bij de MT groep als gevolg daarvan is gebruikt voor het uitvoeren van een ecotoopgerichte bemonstering waarvoor monsters op random gekozen locaties binnen bepaalde, tot nu toe niet of nauwelijks bemonsterde ecotopen, verzameld zijn:

- Laag dynamisch laaggelegen litoraal, fijnzandig in zout en brak gebied (LDYN_LLIT_FZAND)
- Laag dynamisch hooggelegen litoraal, fijnzandig/slibrijk in zout en brak gebied (LDYN_HLIT_SLIB)
- Onbegroeid supra litoraal in zout en brak gebied (SUPLIT)
- Laag dynamisch diep sublitoraal in brak gebied (LDYN_DSUB)

Vijf en twintig monsters werden op drie niveaus van de litorale ecotopen in zowel het zoute gebied, Hoge Platen, en in het brakke gebied, Platen van Valkenisse, verzameld, en tien monsters in het sublitoraal ecotoop van het brakke gebied bij Hansweert (totaal: 160 monsters).

De huidige bemonstering (najaar 2007) wordt gebruikt voor het toetsen van de volgende vragen:

- Zijn er verschillen in totale dichtheden en biomassa aan bodemdieren tussen de onderscheiden ecotopen waarin de bovengenoemde monsters zijn genomen?
- Zijn er verschillen in diversiteit uitgedrukt in aantallen soorten, Evenness en Shannon-Wiener indices en average taxonomic distinctness, tussen de onderscheiden ecotopen waarin de bovengenoemde monsters zijn genomen?
- Is er sprake van verschillen in de soortensamenstelling tussen de onderscheiden ecotopen?

De vergelijkingen tussen ecotopen zijn beperkt tot de drie ecotopen supra-, hoog- en laag-litoraal ecotopen.

Deze rapportage geeft een overzicht van de bevindingen gedaan in het kader van de eerste poging voor het uitvoeren van een ecotoopgerichte bemonstering op de Westerschelde platen. Een evaluatie is gemaakt van de praktische uitvoering en een overzicht van de resultaten mbt de bodemdierenmonsters uit de huidige campagne is gegeven.

De bodemdieren dichtheden (en de soort *Heteromastus filiformis*) tonen systematische hogere waarden i.- (onafhankelijk van de geomorfologie) in de brakke dan in de zoute gebieden en ii.- in het Supra/Hoog litoraal dan in het lage litoraal. Het onderscheiden van het supra litoraal ten opzichte van het hoge litoraal is enkel mogelijk in het zoute gebied, op basis van (hogere) biomassa en aantal soorten.

Aanbevelingen zijn gemaakt ten behoeve van toekomstige campagnes in het kader van de ecotoopgerichte monitoring.

1 DE ECOTOOP BENADERING VAN CONCEPT TOT TOEPASSING

Een Ecotoop is een ruimtelijk te begrenzen ecologische eenheid, waarvan de samenstelling en ontwikkeling worden bepaald door abiotische, biotische en antropogene condities ter plaatse. Een ecotoop is een herkenbare, min of meer homogene landschappelijke eenheid.

Een ecotopenstelsel is een classificatiesysteem van ecotopen waarin de van belang zijnde ecotopen in een gebied (watersysteem) op overzichtelijke wijze gerangschikt zijn. Kenmerkend voor een ecotopenstelsel is dat de indelingskenmerken van het stelsel zijn gekoppeld aan beleids- en beheersmaatregelen.

Een habitat kan meerdere ecotopen omvatten, en wordt hier gedefinieerd als (De Jong, 1999): *Een habitat is de leefomgeving waarin een bepaalde soort leeft. Een soort kan verschillende habitats nodig hebben in de loop van een jaar of zijn levenscyclus. Deze habitats kunnen bij elkaar liggen (bijvoorbeeld lage zandplaat – hoge zandplaat; lage zandplaat – sublitoraal) of in verschillende gebieden liggen.*

1.1 DE ACHTERGRONDKENNIS (YSEBAERT & HERMAN, 2002)

De rapportage van Ysebaert & Herman (2002) opgesteld in opdracht van Rijkswaterstaat voor het project ZEEKENNIS geeft o.a. een beknopt overzicht van de achtergrondkennis voor de ecotoop benadering. De basis daarvan werd gelegd tijdens de workshop '*Predictions on benthic macrofauna in estuaries: possibilities and limitations of using core-sample information at scales relevant to resource management problems*' (Middelburg, februari 2000).

Het doel beoogd door de opdrachtgever met dit project was voornamelijk een verbetering van de opzet van het biologische monitoringprogramma daar het huidige programma niet optimaal geconfigureerd was voor een robuuste beoordeling van de ecologische toestand van het estuarium. Binnen dit kader was de studie van Ysebaert & Herman (2002) gericht op:

- het kwantificeren en (statistisch) modelleren van de variabiliteit in het voorkomen van bodemdieren op verschillende ruimtelijke en temporele schalen
- het identificeren van de rol van abiotische factoren in het verklaren van deze ruimtelijke en temporele variabiliteit.
- het ontwikkelen van instrumenten voor de statistische voorspelling van bodemdier-gemeenschappen, op basis van relevante omgevingsvariabelen op verschillende schalen
- het incorporeren van de resultaten in habitatmodellen
- het verbeteren van de design van monitoringprogramma's zoals MWTL en MOVE.

Ysebaert & Herman (2002) duiden drie kernprincipes aan, die samen de hoeksteen vormen voor de ecotoop benadering:

A. - Een extreem abiotisch voorspellingsmodel (volgens het 'habitat limitation' concept) zou stellen dat de bodemdieren eigenschappen (soortensamenstelling, dichtheid, en biomassa) perfect voorspelbaar zijn uit de waarde van de bepalende abiotische factoren zoals bv maximum stroomsnelheid, zoutgehalte, samenstelling van het sediment en droogvalduur.

B. - Inherent aan dit model is de schaal van variatie van die eigenschappen volledig gekoppeld aan de schaal van variatie van de abiotiek. Die ruimtelijke schalen zijn verschillend voor de verschillende abiotische variabelen:

- ➔ Zoutgradiënten strekken zich over tientallen kilometers uit en de variabiliteit in het zoutgehalte (in tijd op vaste locaties, direct afhankelijk van de morfologie van het estuarium, getijvolume, diepteprofiel) varieert over $x1$ tot $x10$ km.
- ➔ Verschillen in maximum stroomsnelheid zijn reeds waarneembaar over schalen van 0.1 tot 1 km.
- ➔ De ruimtelijke schaal van veranderingen in sediment samenstelling is zoals die voor de stroomsnelheid.
- ➔ De gradiënten in droogvalduur zijn directe vertalingen van de diepteprofielen en strekken zich uit over schalen van $x10$ tot $x100$ m.

C. - De toepasbaarheid van het abiotische model bij het voorspellen van het voorkomen van bodemdieren, zonder rekening te houden met de biotische interacties tussen populaties, valt gedeeltelijk te verantwoorden door de schaal waarop het model (en dus de ecotoopbenadering) wordt gebruikt. Terwijl controle door de omgevingsvariabelen op de bodemdieren verwacht wordt op ruimtelijke schalen tussen $x10$ m en $x10$ km, blijken effecten van biotische interacties tussen de populaties dominant te zijn op kleinere schaal (Bijlage 1).

De temporele veranderingen (waargenomen op vaste locaties) voor de bovengenoemde variabelen zijn gevolg van i.- autonome klimaat en/of geomorfologische ontwikkelingen (afvoer regenwater, geulen/platen dynamiek) en ii.- menselijke activiteiten (baggerwerkzaamheden). Beide processen spelen zich af op vergelijkbare tijdschalen tussen $x1$ en $x10$ jaren maar op verschillende ruimtelijke schalen (bv. waar de baggerwerken uitgevoerd zijn en waar niet).

De analyse van monitoring gegevens uit o.a. de MWTL en MOVE projecten in Ysebaert & Herman (2002) lieten zien dat het abiotische model bruikbaar was voor het beschrijven/voorspellen van het voorkomen van de dominante soorten als functie van de fysisch-chemische omstandigheden in het estuarium. Dit was de eerste goed onderbouwde argumentatie voor de toepassing van de ecotoopbenadering op de monitoring van het estuarium.

Een belangrijke aanbeveling in Ysebaert & Herman (2002) mbt de MWTL en de MOVE projecten was dat, vanwege de grote invloed van de habitatvariatie op het bodemfaunavoorkomen, het opwerken van de gegevens rekening zou moeten houden met het habitat waaruit elk monster afkomstig is (Ysebaert & Herman, 2002).

1.2 UITWERKING VAN DE ECOTOOP BENADERING, DE ZOUTE ECOTOPENSTELSEL (ZES.1) (BOUMA, 2005)

1.2.1 Doel van de Zoute EcotopenStelsel

In het kader van het project Rijkswateren Ecotopen Stelsels (RWES) is het Zoute wateren EcotopenStelsel (ZES.1) tot stand gekomen (Bouma et al., 2005), een instrument waarmee:

- ➔ het potentiële voorkomen van levensgemeenschappen in, en vlak boven de bodem van brakke en zoute Rijkswateren in kaart kan worden gebracht (actuele situatie).
- ➔ voorspeld kan worden wat de veranderingen in het ecosysteem zouden kunnen zijn als de omgevingsfactoren veranderen als gevolg van inrichtings -en beheersmaatregelen.
- ➔ vergeleken kan worden met een situatie in het verleden, bijvoorbeeld bij evaluaties van de effecten van inrichtings – en beheersmaatregelen.

De indeling van het stelsel is gebaseerd op levensgemeenschappen in, en vlak boven de bodem, zoals bodemdieren, wieren en hogere planten.

1.2.2 Werkwijze bij het bepalen van de ecotopen

- 1.- De plaatselijk aanwezige fysische omgevingsfactoren bepalen via verschillende processen primair het **voorkomen van levensgemeenschappen**.
- 2.- Op basis van de meest belangrijke fysische omgevingsfactoren en processen zijn een aantal **abiotische indelingskenmerken** gekozen.
- 3.- Voor alle abiotische indelingskenmerken zijn exacte **abiotische variabelen** gekozen die de omgevingskenmerken op een kaart kunnen representeren.
- 4.- Vervolgens zijn voor de geselecteerde variabelen **klassengrenzen** gekozen die relevant zijn voor het voorkomen van levensgemeenschappen. Daar wordt ook rekening gehouden met andere nationale en internationale stelsels.
- 5.- Op basis van de variabelen en de klassengrenzen worden de **ecotopen** beschreven (Bijlage 2).

1.2.3 Abiotische indelingskenmerken in het ZES.1

1. zoutgehalte en -variatie
2. substraat 1 (hard, zacht)
3. diepte 1 (sublitoraal, litoraal of supralitoraal)
4. hydrodynamiek
5. diepte 2 (diepte, overspoeling)
6. substraat 2 (sedimentsamenstelling)

Het Zoute Wateren EcotopenStelsel werd op een hiërarchische manier opgebouwd met de volgende rangschikking Zoutgehalte>Diepte>Stroomsnelheid>substraat (Bijlage 3).

1.3 HUIDIG GEBRUIK VAN DE ECOTOOPBENADERING VOOR HET MOVE PROJECT (WETSTEYN ET AL, 2007)

1.3.1 De specifieke probleemstelling in MOVE

In het kader van het MOVE-project waren de verwachtingen dat de verruiming van de geulen, via de reacties van het fysische systeem, een doorwerking zou hebben op het voorkomen van organismen. Vervolgens zouden de effecten van de menselijke activiteiten op de bodemdieren afhankelijk zijn van het verband tussen het voorkomen van die organismen en de fysische omstandigheden

Daardoor werd snel duidelijk dat onderscheid gemaakt moest worden tussen ruimtelijke eenheden (ecotopen) en hun specifieke verzamelingen van planten en dieren waarvan verwacht kon worden dat ze verschillende responses op de menselijke activiteiten zouden tonen.

De eerste aanzet tot die ecologische indeling werd beschreven door Vroon et al. (1996): *“Behalve verandering in gebiedsoppervlak bepalen ook andere veranderingen of een gebied minder geschikt wordt als leefgebied voor planten en dieren. Zoals bijvoorbeeld veranderingen in bodemsamenstelling, stroomsnelheid en overspoelingsduur.”*

In het plan van aanpak van het MOVE-project (Anonymous, 1997) werd het volgende opgemerkt: *“Uitgaande van de veronderstelling dat er een eenduidige relatie bestaat tussen het ecotooptype en de daarin voorkomende soorten en aantal c.q. biomassa van de organismen, kunnen op basis van veranderingen in ecotooparealen uitspraken gedaan worden over veranderingen in soorten en aantal c.q. biomassa van organismen.”*

1.3.2 De ecotoopkaarten

Centraal in MOVE staat het produceren en analyseren van ecotopenkaarten. Daarmee kunnen de veranderingen in de omvang van de verschillende habitats gevolgd worden en vergeleken met de hypothesen die geformuleerd waren bij aanvang van dit project.

Voor het vervaardigen van de ecotopenkaarten is gebruik gemaakt van GIS-kaarten met informatie over de zoutgehalteverdeling, de bodemligging (diepte/hoogte), de maximale stroomsnelheid bij springtij, de droogvalduur en de geomorfologie. Voor de kaarten van de stroomsnelheid en het zoutgehalte (jaargemiddelde zoutgehalteverdeling bij hoogwater) is gebruikt gemaakt een stroomsnelheidsmodel uit 1996 in combinatie met gegevens over de bodemligging in 1996, 2001 en 2004. De ecotopenkaarten gebruikt in het kader van het MOVE project werden vervaardigd mbv van het ZES.1 ecotopenstelsel (Bijlage 4) op basis van waarnemingen uit 1996, 2001 en 2004 (kort voor de verruiming, vijf en acht jaar later). Voor het bepalen van de droogvalduur en geomorfologie (beide in het intergetijde gebied) zijn luchtfoto-interpretaties (uit het betreffende jaar) ingezet, waarbij onderscheid is gemaakt tussen minder en meer verstoorde bodems (hoge c.q. lage dynamiek). Daarnaast laten de foto's toe onderscheid te maken tussen slibarme, slibrijke en begroeide bodems.

De Meetadviesdienst van Rijkswaterstaat Zeeland was verantwoordelijk voor het samenstellen van de kaarten in samenwerking van medewerkers van het Rijksinstituut voor Kust en Zee (Bijlage 5). Een beschrijving van de

gebruikte informatie (GIS-bestanden) en gevolgde procedure is gegeven in Schep (2006). Qua areaal zijn de belangrijkste ecotopen:

- Het hoogdynamisch sublitoraal (2.11x)
- Het laagdynamisch diep water (2.122x)
- Het laagdynamisch ondiep water (2.123x)
- Het hoogdynamisch litoraal (2.21f)
- Het fijnzandig laagdynamisch laaglitoraal (2.221f)
- Het slibrijk laagdynamisch laaglitoraal (2.221s)
- Het fijnzandig laagdynamisch middenlitoraal (2.222f)
- Het slibrijk laagdynamisch middenlitoraal (2.222s)
- Het fijnzandig laagdynamisch hooglitoraal (2.223f)
- Het slibrijk laagdynamisch hooglitoraal (2.223s)
- Het hoogdynamisch supralitoraal (2.3x)
- Het laagdynamisch supralitoraal (2.31x)
- Pioniervegetatie (2.231)
- Schor (2.3x)

1.3.3 Doorwerking ecotopen/bodemdieren

In de huidige praktijk voor het uitwerken van de MOVE resultaten mbt macrofauna wordt impliciet aangenomen dat de bodemdieren biomassa direct een afgeleide kan zijn van de ecotopen. De toestand van de bodemdieren biomassa is benaderd door het gebruik van 'normgetallen' voor de biomassa aan macrofauna in de verschillende ecotopen (Bijlage 6). Die normgetallen zijn gebaseerd op jaargemiddelde biomassa's waarbij opmerkelijk, de oorsprong van de onderliggende gegevens vaak niet vermeld is in de rapportages (Wetsteyn et al., 2007).

De reden voor het gebruik van een dergelijke indirecte benadering voor de effect meting op de bodemdieren ligt in het feit dat de biologische monitoring onafhankelijk van de ecotopenverspreiding uitgevoerd wordt. In het huidige bemonsteringsprogramma worden telkens nieuwe at random verspreide locaties binnen gestratificeerde gebieden (op basis van 4 plots en 3 dieptestrata) bemonsterd.

Vervolgens levert de huidige monitoring van het 'litoraal' en 'ondiep water' waarnemingen op mbt 'platen en slikken' en 'ondiep water' zonder dat gecorrigeerd kan worden voor de verspreiding van de monsters over de ecotopen die daarbinnen voorkomen (bv laag- of hoogdynamisch, of fijnzandig of slibrijk sediment).

1.3.4 Validatie van de ecotoop benadering

Recentelijk gaf de toenmalige RIKZ opdracht aan Icastat & Amo (Baggelaar et al., 2006) en het NIOO (Wijnhoven, 2006) om na te gaan of de, op de kaart aangegeven, ecotopen onderling verschillen mbt de bodemdierkenmerken zoals totale biomassa, dichtheid, en diversiteit (aantal soorten en indices).

Baggelaar et al. (2006) concludeerden dat de biomassa's, dichtheden en het aantal soorten per monster in het zoute hoogdynamische gebied (sublitoraal) aantoonbaar veel lager was dan in het zoute laagdynamisch middenlitoraal. Tussen de zandige en slibrijke versies van het laagdynamisch middenlitoraal werd vrijwel geen verschil aangetoond. Uit die studie kwam duidelijk naar voren dat de kracht van de analyse sterk beperkt werd door het beschikbare aantal waarnemingen.

In hun validatie van de ZES ecotopenstelsel op Westerschelde platen, lieten Wijnhoven et al. (2006) zien dat, met name de ecotopen 'hoogdynamisch fijnzandig litoraal van het brakke water' en 'laagdynamisch slibrijk

middelhoog litoraal van het zoute water' zich goed onderscheiden van de overige onderzochte ecotopen. De laagdynamische fijnzandige middelhoge litorale gebieden in zout en brak water zijn echter op grond van de bodemdier parameters niet te onderscheiden. Het feit dat meerdere ecotopen in de Westerschelde lage dichtheden en soorten aantal tonen wat gepaard gaat met een relatief grote variatie tussen de monsters, maakt het onderscheid tussen die ecotopen moeilijk. Een vergroting van het totaal aantal monsters genomen binnen deze ecotopen zou enigszins kunnen compenseren voor deze variatie en leiden tot een betere beschrijving van de bodemdierengemeenschap.

De resultaten van de validatie studies ondersteunen de volgende standpunten:

- ➔ Het onderscheiden van ecotopen is een vereiste voor een ecologisch relevante waarneming van de bodemdieren in het estuarium.
- ➔ Het gebruik van normgetallen maakt (te) veel aanames mbt bodemdierengemeenschappen in de verschillende ecotopen. De voorkeur moet gaan naar directe waarnemingen van de bodemdieren binnen de verschillende ecotopen.
- ➔ Het gevolg voor de monitoring is dat de locaties van de bodemdieren bemonstering ondergeschikt aan de ecotopen moeten zijn (ecotoopgerichte bemonstering).

1.4 NAAR EEN ECOTOOPGERICHTE BEMONSTERING, VAN BIOMON EN MOVE NAAR MONEOS

Het huidige (t/m voorjaar 2007) MOVE project maakt geen gebruik van een ecotoopgerichte bemonstering van de bodemdieren gemeenschap daar de bemonstering wordt uitgevoerd op 40 locaties in 14 vaste raaien (erosie/accretie metingen) en 20 locaties gerandomiseerd (gebiedsgerichte monitoring zoals in MWTL) binnen 5 dieptestrata (4 per stratum).

Zowel voor de effectmonitoring i.v.m. de derde verruiming (MOVE), als voor de landelijke monitoring (MWTL) waarvoor nieuwe informatiebehoefte ontstaat i.v.m. de Kaderrichtlijn Water, gaat de voorkeur nu uit naar een ecotoopgerichte monitoring boven de monitoring op vaste locaties of met deelgebied/stratum randomisatie. Deze herorientatie van de monitoring strategie voor de Westerschelde vindt tegelijkertijd plaats met de ontwikkeling van een grensoverschrijdend monitoring- en onderzoeksprogramma gericht op de voortgang bij de planontwikkeling van de projecten uit de Ontwikkelingsschets 2010 (Scheldestroom, 2007). Dit programma is gericht op het waarnemen van de feitelijke gevolgen en effecten van deze projecten na realisatie. Het programma is onderverdeeld in drie deelprojecten, resp. MONEOS-T (toegankelijkheid), MONEOS-V (veiligheid) en MONEOS-N (natuurlijkheid).

Naar aanleiding van het samenspel tussen die verschillende programma's (Zeekennis, KRW. LTV) is het duidelijk geworden dat aanpassingen mbt de bemonstering van de bodemdieren gemeenschappen in het estuarium toegevoegd dan wel onderzocht moeten worden (F. Twisk, pers comm. 21/02/2007):

- ➔ De gebiedsmonitoring zou meer ecotoopgericht moeten worden ingevuld, met een herschikking van de bemonsteringsinspanning (minder in de bodemfauna-arme ecotopen, zoals de diepere geul, en meer in het laagdynamisch litoraal en ondiep water). De vraag is hoe die herverdeling er uit zou moeten zien (bij welk aantal waarnemingen in de verschillende ecotopen zijn veranderingen het best

aantoonbaar), en welke consequenties heeft zo een herverdeling voor de analyses (monsters uit rijkere en armere bodemfauna-gemeenschappen verschillen van elkaar qua verwerkingstijd).

- ➔ De huidige gebiedsmonitoring heeft te weinig waarnemingen opgeleverd om een beeld te kunnen schetsen van het bodemfauna-voorkomen in alle onderscheiden ecotopen. Voor een aantal (mogelijk) relevante ecotopen overweegt Rijkswaterstaat een eenmalige bemonstering, die erop gericht zou moeten zijn aan te tonen of die ecotopen in het vervolg gericht bemonsterd moeten worden. Het gaat in elk geval om: het onbegroeide supralitoraal (boven GHW, een zone die door de morfologische veranderingen in de Westerschelde in omvang toeneemt) en het laagdynamisch (ondiep en diep) sublitoraal (over de betrouwbaarheid, en dus het ecologisch onderscheid, tussen als laag- en hoogdynamisch gekarteerde gebieden bestaan twijfels).
- ➔ Met betrekking tot de sedimentsamenstelling (kartering m.b.v. luchtfoto's) en het zoutgehalte (ruimtelijke en temporele variatie) is Rijkswaterstaat op zoek naar verbetering van de ecotopenbenadering. Voor beide factoren behoeven de ecotopenkaarten verbetering. Voor beide aspecten moet de komende tijd nog bepaald worden welke wijze van 'karteren' de voorkeur heeft. Het uitgangspunt is dat het meten van bijv. de sedimentsamenstelling op uitsluitend de benthos-bemonsteringspunten 'geen zin heeft' wanneer er voor dat habitatkenmerk geen kaarten gemaakt kunnen worden.

2 ECOTOOPGERICHTE BEMONSTERING VOOR BODEMDIEREN, PRAKTISCHE UITVOERING EN RESULTATEN

In 2007 zijn door Rijkswaterstaat geen bodemfaunamonsters verzameld op de vaste locaties (MOVE-raaien) waar dat tot en met 2006 wel gebeurde. De vrijkomende capaciteit bij de MT groep als gevolg daarvan is gebruikt voor het uitvoeren van een ecotoopgerichte bemonstering waarvoor monsters op random gekozen locaties binnen bepaalde, tot nu toe niet of nauwelijks bemonsterde, ecotopen verzameld zijn. Naast de bemonstering uitgevoerd in samenwerking met de medewerkers van RWS Zeeland zorgde de MT groep voor de verwerking van de verzamelde monsters en rapportage over de aanpak en resultaten (het huidige document).

2.1 VAN ECOTOPENKAART TOT MONSTERPUNT

2.1.1 Het vaststellen van de monsterlocaties

Op basis van de bemonsteringsresultaten van de voorgaande jaren is een lijst opgesteld van vijf, tot nu toe niet of nauwelijks bemonsterde, ecotopen (tussen haakjes de afkorting gebruikt bij het statistisch verwerken van de gegevens in deze rapportage):

- Laag dynamisch laaggelegen litoraal, fijnzandig in zout en brak gebied (LDYN_LLIT_FZAND)
- Laag dynamisch hooggelegen litoraal, fijnzandig/slibrijk in zout en brak gebied (LDYN_HLIT_SLIB)
- Onbegroeid supra litoraal in zout en brak gebied (SUPLIT)
- Laag dynamisch diep sublitoraal in brak gebied (LDYN_DSUB)

Vijf en twintig monsters zijn verzameld op drie niveaus van de litorale ecotopen in het zoute gebied, Hoge Platen, en in het brakke gebied, Platen van Valkenisse, en tien monsters in het sublitoraal ecotoop in het brakke gebied bij Hansweert (totaal: 160 monsters). De monstergebieden (GIS polygonen) verkregen van RIKZ zijn gebruikt door het NIOO-MT voor het at random bepalen van de monsterlocaties. De kaarten van de monsterlocaties met de bijbehorende XY coördinaten (Amersfoort's Rijksdriehoeks-stelsel, RD) zijn weergegeven in Bijlage 7 tot Bijlage 9

Ten behoeve van draagbare (kleine) GPS ontvangers zijn de ondiepe en litorale punten omgerekend naar het geografische stelsel WGS84.

2.1.2 Perikelen bij het converteren tussen coördinatenstelsels

De conversie van de coördinatentransformatie tussen de RD en WGS84 stelsels gebeurde aanvankelijk mbv het GIS programma ArcGIS 9.2 (ESRI). Tijdens de eerste bemonsteringsdag (op Valkenisse) leken de 20 locaties aangewezen door de GPS ontvanger niet overeen te komen met de posities op de kaarten van het monsterboek. Na controle bleken de GPS locaties als gevolg van een fout in de ArcGIS routine 90 m noordelijker en 3 meter oostelijker te liggen dan de geplande locaties (XY coördinaten). Vervolgens werd de conversie tussen RD en WGS84 berekend mbv de *Coordinate Calculator* versie 4.0, het gratis computerprogramma van de Meetkundige Dienst van Rijkswaterstaat (afdeling Advies en Onderzoek

Plaatsbepaling, Delft). Na overleg met de opdrachtgever is besloten om de 20 'foutieve' punten opnieuw te bemonsteren. Alle 40 monsters (20 op goede locatie en 20 ernaast) werden vervolgens volledig uitgewerkt en opgeslagen in de afgeleverde dataset.

2.2 ONDERZOEKSVRAGEN

De huidige bemonstering (najaar 2007) wordt gebruikt voor het toetsen van de volgende vragen:

- Zijn er verschillen in totale dichtheden en biomassa aan bodemdieren tussen de onderscheiden ecotopen waarin de bovengenoemde monsters zijn genomen?
- Zijn er verschillen in diversiteit uitgedrukt in aantallen soorten, Evenness en Shannon-Wiener indices en average taxonomic distinctness, tussen de onderscheiden ecotopen waarin de bovengenoemde monsters zijn genomen?
- Is er sprake van verschillen in soortensamenstelling tussen de onderscheiden ecotopen?

Er zijn geen monsters genomen in het middenlitoraal (tussen Laag en Supralitoraal) omdat dit ecotoop, tijdens de gewone MWTL campagnes al redelijk goed bemonsterd werd (Fred Twisk, pers comm.). De MWTL gegevens over dit ecotoop zullen in de toekomst gebruikt kunnen worden voor het toetsen van verschillen tussen hooglitoraal en middenlitoraal, en tussen middenlitoraal en laaglitoraal.

De vergelijkingen tussen ecotopen zullen beperkt worden tot de drie ecotopen supra-, hoog- en laag-litoraal ecotopen. De vergelijking tussen deze ecotopen en het diepe sublitorale ecotoop is inderdaad geen kritisch punt bij het toepassen van de ecotopenstelsels. Wel interessant zou een vergelijking kunnen zijn tussen het Laag en Hoog dynamisch diep sublitoraal; maar daarvan hebben we geen gegevens verkregen in het kader van de huidige opdracht.

2.3 PRAKTISCHE UITVOERING VAN DE ECOTOOP GERICHTE BEMONSTERING

2.3.1 Litorale gebieden

Het veldwerk werd uitgevoerd door twee NIOO medewerkers en twee medewerkers van de RWS Meetadviesdienst Zeeland ingedeeld in twee gemengde ploegen. De medewerkers van de Meetadviesdienst waren verantwoordelijk voor het beoordelen van de sedimentaire samenstelling en dat de monsterlocaties tot het gewenste ecotoop behoorden. De medewerkers van het NIOO waren verantwoordelijk voor het uitvoeren van de bemonstering voor bodemdieren en sediment (buiten contractverplichtingen); tegelijkertijd kregen ze begeleiding van de RWS'ers bij het beoordelen van de sedimentaire eigenschappen en van de ecotopenindeling (b.v. herkenning van laag- en hoogdynamische delen van plaatranden in het veld).

Het vervoer naar het monstergebied, onder de verantwoordelijkheid van een daarvoor ingehuurde aannemer (Aannemings en Verhuurbedrijf J. Hoondert en Zn. B.V., 's-Heerenhoek), gebeurde mbv twee motorboten, een vleet en een rubberboot (en twee schippers). De rubberboot werd gebruikt om de monsterploegen tot aan de rand van de platen te brengen waar de vleet niet bij kon. De monsterploegen liepen vervolgens vanuit de rand van de platen tot aan de monsterlocatie mbv de draagbare GPS ontvangers.

Op locatie werd de bodemstructuur waargenomen (ivm hydrodynamica) en de sedimentaire eigenschappen bepaald volgens de lijst in Bijlage 10. In gevallen van bijzonderheden mbt de bodem structuur en/of begroeiing tov de gewenste situatie werden systematisch notities gemaakt en foto's genomen (zie Bijlage 11 en Bijlage 12). In extreme gevallen waar de monsterlocatie duidelijk buiten het gewenste ecotoop lag (bv hoog tussen de begroeiing) werd de bemonstering overgeslagen. Alle opgemaakte notities en bijbehorende foto's zijn geplaatst in de BIS database met een link naar de bijbehorende monsterlocatie. Die foto's zijn ook gearhiveerd bij de Meetadviesdienst van Rijkswaterstaat Zeeland (contactpersoon Edwin Paree).

De bemonstering tbv de bodemdieren werd uitgevoerd volgens de werkwijze in gebruik voor de biologische monitoring van MWTL (ook BIOMON genoemd): op elke monsterlocatie worden telkens drie deelmonsters genomen met een steekbuis van 8 cm doorsnede binnen een vierkante meter. Deze worden samengevoegd en uitgespoeld (in een plas of bij de rand van de platen) op een 1mm-zeef. Vervolgens wordt de residuen in pH-geneutraliseerde formaldehyde bewaard tot de analyse op het lab.

2.3.2 Sublitorale gebieden

Het bemonsteren van de locatie in het sublitorale gebied gebeurde tijdens gecombineerde tochten met BIOMON en volgens dezelfde wijze, mbv een Reineck boxcorer met een ketel van 0.075 m^2 (+/- 0.3 m steekdiepte) vanuit een RWS-schip (Delta). In afwijking met de standaard BIOMON procedure waar 3 steekbuis-monsters uit de ketel van Boxcorer werden genomen, was het de bedoeling voor dit project om de ketel in zijn geheel te bemonsteren. Als gevolg van het, binnen de MTgroep, onvolledig communiceren daarover werd deze afwijking ten opzicht van de standaard procedure niet overgenomen in het monsterboekje. Ook door de opdrachtgever, die op 2 juli 2007 een digitale kopie van het monsterboekje toegestuurd kreeg, werd deze fout niet ontdekt. De vervolghandeling van het monster gebeurde zoals voor de litorale monsters.

2.4 ANALYTISCHE PROCEDURES INGEZET OP DE MONSTERS VAN DE ECOTOOPGERICHTE BEMONSTERING

2.4.1 Analytische behandeling van de bodemdieren monsters

In het lab worden de monsters nagespoeld, gekleurd met Bengaals Roze en vervolgens uitgezocht. De monsters worden, om het uitzoeken te vergemakkelijken, in twee fracties verdeeld met zeven van resp. 3 en 0.5 mm. De dieren worden uit de residuen gezocht, met het blote oog uit de grove fractie en met behulp van een binoculair (x 6-x12) voor de fijne fractie. De fracties worden verder niet afzonderlijk behandeld.

Met uitzondering van de Oligochaeta, Actiniaria en Nemertea worden alle dieren, zo mogelijk, tot op de soort gedetermineerd, en de aantallen bepaald. Wegens de soms sterke fragmentatie van de polychaeten, wordt voor het bepalen van de dichtheid het aantal koppen geteld. Als van een bepaalde soort enkel fragmenten gevonden zijn, wordt het aantal gevonden exemplaren als één beschouwd. Van alle schelpdieren, en soms van de wadpier *Arenicola marina* wordt de lengte of lengteklasse genoteerd.

De biomassa wordt (meestal indirect) bepaald op een van de volgende manieren:

- Door het direct bepalen van het asvrijdrooggewicht. Hiervoor worden dieren met verschillende lengte minimaal 2 dagen gedroogd bij 80°C, en nadien gedurende 2 uur bij 560-580°C verast. Het asvrijdrooggewicht (ADW) is dan het verschil tussen het gewicht voor en het gewicht na verassen.
- Door gebruik te maken van lengte-gewicht relaties ($W=aL^b$ met $W=ADW$ in mg en $L=lengte$ in mm). Voor de schaal- en schelpdieren werden lengte-gewicht regressies opgesteld. Voor het berekenen van de regressie worden per soort de directe bepalingen van het asvrijdrooggewicht gebruikt. Indien van een soort niet voldoende exemplaren gevonden worden, of de spreiding zo groot is dat er geen betrouwbare regressie berekend kan worden, zal een eerder berekende regressie gebruikt worden. Bij het toekennen van een regressie wordt zo veel mogelijk een regressie van hetzelfde project en seizoen gebruikt.
- Door het converteren van natgewicht in ADW. Natgewichten worden bepaald met een Sartorius balans tot op 0.1 mg nauwkeurig. De natte exemplaren worden even (1-10 sec) op een filtreerpapier gedroogd en dan gewogen. Grote exemplaren worden langere tijd gedroogd. Voor de omrekening van natgewicht naar asvrijdrooggewicht worden dezelfde conversiefactoren als voor de voorjaarscampagne 1991 gebruikt.
- Door het toekennen van een biomassa (in sporadische gevallen dat lengte noch natgewicht bepaald is). Voor de exemplaren die gebruikt worden bij de berekening van de lengte-gewichtregressies en de conversiefactoren, zal de direct bepaalde biomassa gebruikt worden bij de biomassa-berekeningen. Het toekennen van de asvrijdrooggewichten (rechtstreeks of via regressie/conversie) is geheel geautomatiseerd.

2.4.2 Aanvullende (buiten contractuele verplichtingen) analyse van de sedimentaire eigenschappen

Naast het bemonsteren van bodemdieren is door de opdrachtgever gevraagd om, buiten de contractuele voorwaarden, een sediment monster te nemen en te analyseren mbt de sedimentaire eigenschappen. Deze korrelgroottebepaling is gebaseerd op het principe van laserdiffractie met behulp van een Mastersizer 2000 (Malvern Instruments). De apparaten, ontwikkeld bij de firma Malvern Instruments, analyseren de lichtverstrooiingspatronen van sedimentdeeltjes in suspensie bij het passeren door een laserbundel. In tegenstelling tot de handmatige methode gaat het, bij de laser diffractie, om een indirecte schatting die afhankelijk is van de optische eigenschappen (brekingsindex voornamelijk) van de sedimentaire deeltjes. De software gestuurde output van de Mastersizer 2000 levert een korrelgrootteverdeling op in grootteklassen. De sediment monsters verzameld tijdens dit project zijn geanalyseerd in afwachting tot opdrachtverlening voor het afleveren van de analyseresultaten.

2.4.3 Statistische analyses van de resultaten

De aantallen en gewichten van soorten en monsters zijn omgerekend naar dichtheden (n/m^2) en biomassa (g/m^2) binnen BIS (v.1.25.0), het Bodemdieren Informatie Systeem van de Monitor Taakgroep. De diversiteit is naast de soortenrijkdom (S) verder beschreven mbv de drie indices Evenness (J), Shannon Index (H) en Average Taxonomic Distinctness (AvTD). De Evenness meet de numerieke gelijkheid tussen de soorten (afwezigheid van sterke dominantie) terwijl de Shannon index (H) beide waarden van soortenrijkdom en van evenness in de formule $H = \log(S) + \log(J)$ combineert. De 'Average Taxonomic Distinctness' meet de gemiddelde taxonomische 'afstand' tussen de soorten in elk monster (Clarke & Warwick, 2001).

Alle statistische berekeningen zijn uitgevoerd in SYSTAT (v. 11.0) en PRIMER (v. 5.2.9).

Verschillen in bodemdieren dichtheden en biomassa, aantal soorten, en diversiteit indices tussen de ecotopen zijn getoetst met ANOVA's ($p < 0.05$) na de nodige log-transformatie om aan de eisen van normaliteit te voldoen (Sokal & Rohlf, 1995).

Mogelijke verschillen tussen levensgemeenschappen zijn getoetst met een ANOSIM (Analysis of similarity) in Primer 5 for Windows (version 5.2.8). Dit is een paarsgewijze vergelijking van groepen (b.v. ecotopen) waarbij het significantie niveau van de verschillen in levensgemeenschappen wordt weergegeven door overschrijdingsrisico's van de nulhypothese gelijk aan $p \leq 0.05$ (*), $p \leq 0.01$ (**), $p \leq 0.001$ (***) en geen significante verschillen (ns). De grootte van de verschillen tussen de levensgemeenschappen wordt weergegeven met een R-waarde, waarbij grofweg onderscheid kan worden gemaakt in de mate van scheiding tussen de groepen als: grote verschillen ($R > 0.75$), overlappende groepen met duidelijke verschillen ($R > 0.5$), overlappende groepen met verschillen ($R > 0.25$), en nauwelijks te onderscheiden groepen ($R \leq 0.25$) (Clarke & Gorley, 2001). De R-waarde zegt dus iets over de scheiding van de groepen, terwijl significantie ook rekening houdt met het aantal punten en de variatie tussen de punten binnen een groep.

Ter voorbereiding op de ANOSIM is een 4^{de} wortel transformatie uitgevoerd op de data om het effect van dominante soorten te verminderen bij het berekenen van de op de Bray Curtis formula gebaseerde 'similarity matrices' (Bray & Curtis, 1957). 'Non-metric Multi-dimensional scaling' (MDS) plots zijn gebruikt voor de tweedimensionale grafische representatie van de Bray-Curtis Matrices (Clarke & Gorley, 2001). Hierbij geeft de stress-factor de kwaliteit voor de 2D-representatie van de afstanden tussen de monsterpunten met betrekking tot de soortensamenstelling. Een stressfactor kleiner dan 0.25 is hierbij acceptabel.

Een SIMPER analyse is uitgevoerd voor de groepenvergelijkingen met R-waarden groter dan 0.50; daarmee is voor elke soort de bijdrage berekend aan de scheiding tussen de groepen. De SIMPER analyse produceert een lijst van soorten met afnemende bijdrage totdat (gecumuleerd) 90% van de scheiding tussen de groepen verklaard wordt.

De huidige analyse is beperkt tot de drie ecotopen supra-, hoog- en laag-litoraal bemonsterd op de Hooge Platen en de Platen van Valkenisse in het zoute en brake gebied respectievelijk. Eerst zijn vergelijkingen gemaakt binnen elk van de drie ecotopen tussen zout (Hooge Platen) en brak gebied (Platen van Valkenisse). Vervolgens zijn binnen elk gebied (Hooge Platen of Platen van Valkenisse) vergelijkingen gemaakt tussen de drie ecotopen.

2.5 RESULTATEN VAN DE ECOTOOPGERICHTE BEMONSTERING

2.5.1 Algemene beschrijving van de bodemdieren gegevens

Twee locaties van de Hooge Platen (monster# 9064 en 9067) bedoeld als representatief voor het onbegroeide supra-litoraal gebied waren op het schor, waardoor geen monster genomen kon worden (foto's in Bijlage 12). De huidige dataset bestaat dus uit 178 soortenlijsten.

Op vier locaties van de Hooge Platen in het Laag dynamisch laaggelegen litoraal, fijnzandig ecotoop (monster# 9019 en 9023) en in het Onbegroeid supra litoraal ecotoop (monster# 9069 en 9074, die eerder op schorlocaties

leken) werden geen bodemdieren aangetroffen in de monsters. Voor drie van deze locaties zijn foto's geplaatst in Bijlage 12.

Er zijn in totaal 72 taxa onderscheiden, waarvan 53 geïdentificeerd tot op soortsniveau of als enige vertegenwoordiger van een hoger taxonomische niveau en 19 waarvoor dit niet het geval was. De analyses mbt diversiteit en soortensamenstelling zijn uitgevoerd op basis van die 53 taxa. Een overzicht van die 72 taxa is weergegeven in Bijlage 13.

2.5.2 Effect van zoutgehaltegebied op de Bodemdieren dichtheid, biomassa en diversiteit

Het effect van het zoutgehaltegebied (Brak vs Zout) op de bodemdieren eigenschappen is afzonderlijk bestudeerd (ANOVA's) binnen elk van de drie litorale ecotoop structuren (LDYN_LLIT_FZAND, LDYN_HLIT_SLIB, SUPLIT). De bijbehorende boxplots zijn te vinden in Bijlage 14 tot Bijlage 16. De resultaten van de analyse (gemiddeldes $\pm$ SD in Brak en Zout, en F_{ratio} en p waarden) zijn weggegeven in Tabel 1.

Tabel 1

Analyse naar de effecten van het zoutgehaltegebied op bodemdieren eigenschappen, gemiddeldes $\pm$ SD in Brak en Zout, F_{ratio} en p waarden van de ANOVA's voor het zout effect binnen elk van de drie ecotopenstructuur. In de kolom 'uitslag toets' staan de letters B en Z voor de waarden waargenomen in het zoute brakke en zoute gebied respectievelijk (<, >, $\approx$: kleiner dan, groter dan, niet significant verschillend van, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$).

Ecotoop klasse	Descriptor	Brak (Valkenisse)	Zout (Hooge Platen)	Uitslag toets
LDYN_LLIT_FZAND	Dichtheid	1095.19(1.37)	413.44(8.08)	B>Z (F=4.217, $p < 0.045$)*
	<i>Biomassa</i>	2.14(1.14)	2.15(1.65)	$B \approx Z$ (F=0.000, $p < 0.990$)
	<i>Aantal soorten (S)</i>	5.48(1.76)	4.44(2.59)	$B \approx Z$ (F=2.769, $p < 0.103$)
	<i>Evenness (J)</i>	0.83(0.14)	0.77(0.3)	$B \approx Z$ (F=0.739, $p < 0.394$)
	<i>Shannon Index (H)</i>	1.34(0.4)	1.1(0.51)	$B \approx Z$ (F=3.499, $p < 0.068$)
	Taxon.	91.76(10.27)	75.59(29.1)	B>Z (F=6.866, $p < 0.012$)*
	Distinctness			
LDYN_HLIT_SLIB	Dichtheid	36651.98(1.04)	7037.07(1.69)	B>Z (F=46.006, $p < 0.001$***)
	Biomassa	14.21(0.52)	8.49(1.32)	B>Z (F=6.370, $p < 0.015$)*
	<i>Aantal soorten (S)</i>	9.36(1.78)	10.08(3.67)	$B \approx Z$ (F=0.782, $p < 0.381$)
	Evenness (J)	0.6(0.15)	0.73(0.13)	B<Z (F=11.410, $p < 0.001$***)
	Shannon Index (H)	1.31(0.27)	1.58(0.36)	B<Z (F=9.645, $p < 0.003$**)
	Taxon. distinctness	81.95(5.33)	90.17(5.22)	B<Z (F=30.365, $p < 0.001$***)
SUPLIT	Dichtheid	42943.87(0.93)	2833.07(16.22)	B>Z (F=21.604, $p < 0.001$***)
	Biomassa	10.26(0.71)	2.5(1.47)	B>Z (F=30.374, $p < 0.001$***)
	Aantal soorten (S)	8.28(2.38)	5.74(3.05)	B>Z (F=10.480, $p < 0.002$**)
	<i>Evenness (J)</i>	0.52(0.18)	0.61(0.27)	$B \approx Z$ (F=1.979, $p < 0.166$)
	<i>Shannon Index (H)</i>	1.07(0.38)	1.02(0.52)	$B \approx Z$ (F=0.163, $p < 0.688$)
	<i>Taxon. distinctness</i>	87.88(6.41)	81.24(32.56)	$B \approx Z$ (F=0.999, $p < 0.323$)

De bodemdieren dichtheid en biomassa zijn significant groter in het brakke dan in het zoute gebied in het slibbige hoog litoraal en in het supralitoraal. De verhoogde dichtheden en biomassa's gaan gepaarde met verlaagde waarden van alle diversiteit indices (S, H, J TD) in het hooglitoraal en met een toename van het aantal soorten in het supralitoraal.

In het fijnzandige laag litoraal, zijn beide waarden van dichtheid én taxonomic distinctness significant hoger in de brakke dan in de zoute ecotopen.

2.5.3 Relatie tussen de ecotopen geomorfologie op de Bodemdieren dichtheid, biomassa en diversiteit

De relatie tussen de geomorfologie van de ecotopen (Hydrodynamica±Elevatie±Sediment) en de bodemdieren eigenschappen is afzonderlijk bestudeerd (ANOVA's) binnen de twee zoutgehaltegebieden (Brak en Zout). De bijbehorende boxplots zijn te vinden in Bijlage 17 en Bijlage 18. De resultaten van de analyse (gemiddeldes ± SD in elke ecotoop klasse, en F_{ratio} en p waarden) zijn weergegeven in Tabel 2.

Tabel 2

Analyse naar de effecten van de ecotopengeomorfologie op bodemdieren eigenschappen, gemiddeldes ± SD in de drie ecotopen klassen, F_{ratio} en p waarden van de ANOVA's voor het effect van de geomorfologie binnen elk zoutgehaltegebied (Brak en Zout). In de kolom 'uitslag toets' staan de letters L, H en S voor de waarden waargenomen in het Lage-, Hoge- en Supra-litoraal respectievelijk (<, >, ≈: kleiner dan, groter dan, niet significant verschillend van; * p<0.05, ** p<0.01, ***p<0.001)

Gebied	Descriptor	LDYN_LLIT FZAND	LDYN_HLIT SLIB	SUPLIT	Uitslag toets
BRAK (Wals- oorden)	Dichtheid	1095.19(1.37)	36651.98(1.04)	42943.87(0.93)	[H≈S]>***L (F_{ratio} =192.424, p<0.001)
	Biomassa	2.14(1.14)	14.21(0.52)	10.26(0.71)	[H≈S]>***L (F_{ratio} =51.055, p<0.001)
	Aantal soorten (S)	5.48(1.76)	9.36(1.78)	8.28(2.38)	[H≈S]>***L (F_{ratio} =25.324, p<0.001)
	Evenness (J)	0.83(0.14)	0.6(0.15)	0.52(0.18)	L>***[H≈S] (F_{ratio} =27.690, p<0.001)
	Shannon Index (H)	1.34(0.4)	1.31(0.27)	1.07(0.38)	[H≈L]>*[S] (F_{ratio} =4.587, p<0.013)
	Taxon. distinctness	91.76(10.27)	81.95(5.33)	87.88(6.41)	[L≈S]>*[H] (F_{ratio} =10.460, p<0.001)
ZOUT (Hooge Platen)	Dichtheid	413.44(8.08)	7037.07(1.69)	2833.07(16.22)	[H≈S]>***L (F_{ratio} =11.467, p<0.001)
	Biomassa	2.15(1.65)	8.49(1.32)	2.5(1.47)	[H]>***[L≈S] (F_{ratio} =11.179, p<0.001)
	Aantal soorten (S)	4.44(2.59)	10.08(3.67)	5.74(3.05)	[H]>***[L≈S] (F_{ratio} =22.132, p<0.001)
	Evenness (J)	0.77(0.3)	0.73(0.13)	0.61(0.27)	[L]≈[H]≈[S] (F_{ratio} =2.680, p<0.076)
	Shannon Index (H)	1.1(0.51)	1.58(0.36)	1.02(0.52)	[H]>***[L≈S] (F_{ratio} =10.623, p<0.001)
	Taxon. distinctness	75.59(29.1)	90.17(5.22)	81.24(32.56)	[L]≈[H]≈[S] (F_{ratio} =2.134, p<0.126)

Het (fijnzandige) laaglitoraal wordt gekenmerkt door significant lagere niveaus van dichtheid, biomassa en soortenrijkdom dan het (slibbige) Hooglitoraal (in Brak en Zout) en het Supralitoraal (voornamelijk in het brak). Omgekeerd, zijn, in het brakke gebied, hogere waarden van Evenness en Taxonomic distinctness getroffen in het (fijnzandige) laaglitoraal dan in de Hooglitoraal en/of Supralitoraal. In het zoute gebied zijn de waarden van Evenness en Taxonomic Distinctness in de drie ecotopen klassen niet significant verschillend.

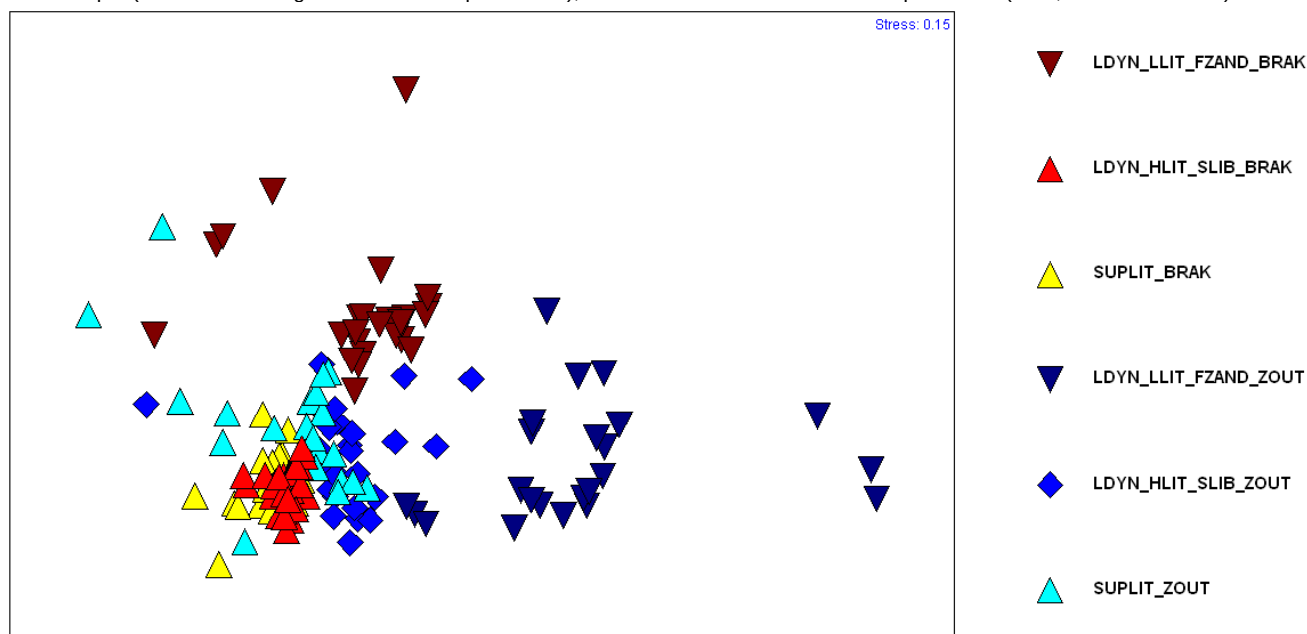
2.5.4 Relatie tussen de ecotopen indeling en de soortensamenstelling van de bodemdieren gemeenschap

De MDS plot van de Bray-Curtis matrix berekend tussen de monsterpunten op basis van de soortensamenstelling (soorten dichtheden na vierde wortel transformatie) geeft een redelijke weergave van die matrix met een lage stresswaarde gelijk aan 0.15 (Figuur 1). De MDS plot laat duidelijke scheidingen zien tussen de verschillende ecotopen. De sterkte van deze scheidingen is geëvalueerd met een ANOSIM uitgevoerd op de Bray-Curtis matrix (soorten dichtheden na vierde wortel transformatie). De berekende R-waarden (Tabel 3) groter dan 0.5 wijzen op duidelijke verschillen tussen de ecotopen mbt hun soortensamenstelling). In de vervolganalyse is de aandacht gevestigd op het onderscheid tussen mogelijke aaneengrenzende ecotopen zoals:

verschillende ecotopenklassen (Laag↔Hoog↔Supra) binnen eenzelfde zoutgebied en bij de overgang tussen zoute en brakke gebieden binnen de zelfde ecotopenklasse. Deze vergelijkingen, aangeduid met kleuren in Tabel 3, worden in de meeste (4 van de 7) gevallen gekenmerkt door R-waarden groter dan 0.5. De 3 vergelijkingen met lage R-waarden zijn gevonden voor het Hoog litoraal en het Supra litoraal in het zoute (R=0.195) en het brakke (R=0.105) gebied en tussen de brakke en zoute Supra litoraal (R=0.414).

Figuur 1

MDS plot van de Bray-Curtis matrix berekend tussen de monsterpunten op basis van de soortensamenstelling (soorten dichtheden na vierde wortel transformatie). De kleur van de symbolen is in functie van het gebied (blauw voor zout, bruin-rood-geel voor brak), de tint is in functie van de diepte (donker voor Laag- en licht voor Supra-litoraal), de vorm is in functie van de ecotopenklasse (LLIT, HLIT en SUPLIT).



Tabel 3

R waarden van de scheiding tussen de ecotopen verkregen mbv de ANOSIM uitgevoerd op de Bray-Curtis matrix (soorten dichtheden na vierde wortel transformatie). De gekleurde vakken wijzen op vergelijkingen tussen: blauw, aaneengrenzende ecotopenklassen binnen eenzelfde zoutgebied; paars, zelfde ecotopenklassen tussen zoute en brakke gebieden. De R-waarde groter dan 0.5 (overlappende groepen met duidelijke verschillen) zijn vet afgedrukt.

	LDYN_LLIT_FZAND_ZOUT	LDYN_HLIT_SLIB_ZOUT	SUPLIT_ZOUT	LDYN_LLIT_FZAND_BRAK	LDYN_HLIT_SLIB_BRAK
LDYN_HLIT_SLIB_ZOUT	0.719				
SUPLIT_ZOUT	0.675	0.195			
LDYN_LLIT_FZAND_BRAK	0.711	0.551	0.505		
LDYN_HLIT_SLIB_BRAK	0.847	0.626	0.558	0.785	
SUPLIT_BRAK	0.860	0.590	0.414	0.799	0.105

Bij elke vergelijking (ANOSIM) tussen aangrenzende ecotopen met R-waarden groter dan 0.5 zijn SIMPER analyses uitgevoerd voor het aanwijzen van de soorten die verantwoordelijk zijn voor de scheiding tussen de

ecotopen. De output van de analyses, weergegeven in Bijlage 19 tot Bijlage 22, laten de volgende verschillen zien tussen de ecotopen:

- In het zoute gebied, nemen de dichtheden van de soorten *Pygospio elegans*, *Corophium arenarium*, *Hydrobia ulvae* en *Nereis diversicolor* toe van Hoog- naar Supra-litoraal, en lage *Macoma balthica* dichtheden zijn gevonden in het Laag litoraal. De Oligochaeten en *Scrobicularia plana* bereiken hun hoogste dichtheden in het Hoog litoraal. *Aphelocheata marioni* behoort tot de weinige soorten met hogere dichtheden in het lage litoraal vergeleken met de hoger gelegen ecotopen.
- In het brakke gebied wordt het Lage litoraal gekenmerkt door lagere dichtheden voor alle discriminante soorten geselecteerd met de SIMPER routine. *Polydora cornuta*, *Manayunkia aesturina* en *Heteromastus filliformis* bereiken hun hoogste dichtheden in het Hoge litoraal terwijl dit gebeurt voor de Oligochaeten, *Cyathura carinata*, *Corophium volutator* en *C. arenarium* in het Supralitoraal.
- In het zandige laag litoraal onderscheidt het zoute gebied zich van het brakke gebied voornamelijk door hogere dichtheden aan *Aphelocheata marioni*, *Nephtys hombergii*, *Scoloplos armiger* en *Arenicola marina*. De overige soorten zoals *Heteromastus filliformis*, *Bathyporeia pilosa*, *Hydrobia ulvae* en *Corophium arenarium* bereiken meestal hogere dichtheden in het brakke gebied.
- In het slibbig hoog litoraal onderscheidt het brakke gebied zich van het zoute gebied voornamelijk door hogere dichtheden aan *Pygospio elegans*, *Nereis diversicolor*, *Cyathura carinata*, *Heteromastus filliformis*, *Hydrobia ulvae* en *Manayunkia aestuarina*.

2.6 EVALUATIE VAN DE ECOTOOPGERICHTE BEMONSTERING

Hieronder een overzicht van de bevindingen gedaan in het kader van de eerste poging voor het uitvoeren van een ecotoopgerichte bemonstering op Westerschelde Platen. Een evaluatie is gemaakt van de praktische uitvoering gevolgd door een overzicht van de resultaten mbt de bodemdierenmonsters uit de huidige campagne.

2.6.1 Praktische uitvoering van de ecotoopgerichte bemonstering

Problemen bij conversie tussen geografische coördinatenstelsels. De problemen ondervonden bij de GPS positionering van de monsterlocaties op de Hooge Platen waren het gevolg van de inadequate conversie (ESRI routine) van de coördinaten tussen de Rijksdriehoek projectie en het WGS84 stelsel. Het gebruik van de Coordinate Calculator van RWS leidde tot een accurate conversie tussen de twee stelsels. De ESRI firma raadt aan om zoveel mogelijk gebruik te maken van hetzelfde coördinaatstelsel. Omrekeningen zijn wel mogelijk, maar worden afgeraden. Vooral omrekeningen tussen geografische en geprojecteerde coördinaatsystemen kunnen afwijkingen vertonen (nauwkeurigheden tot 100m). Omrekeningen van het ene naar het andere geografische stelsel is tot circa 45 m nauwkeurig, omrekeningen van het ene naar het andere geprojecteerde coördinaatsysteem is tot circa 75 m nauwkeurig.

De Coordinate Calculator maakt gebruik van een zeven-parameterige routine met conversieresultaten die max 2 meter afwijken. Versie 4.1 heeft zelfs nog een extra routine om afwijkingen die ver van het nulpunt liggen te corrigeren. De nauwkeurigheid is dan circa 20 cm. Ter informatie, in BIS worden de omrekeningen van coördinaatstelsels gedaan met behulp van de routines van GeoDLL (Killetsoft) die eveneens gebruik maken van

de zeven-parameterige routine. De verschillen met Coordinate Calculator 4.0 zijn maximaal 3 meter, met CC 4.1 maximaal 2 meter.

Onzekerheden mbt van de exacte locatie van de ecotopen. Afhankelijk van het ecotooptype, veroudert een ecotopenkaart meer of minder snel. Met name langs bijvoorbeeld plaatranden kan de hoogteligging en mogelijk ook de bodemdynamiek snel veranderen, terwijl in de hoog gelegen delen de uitbreiding van vegetatie snel kan gaan (meded. Cees Joosse en Edwin Paree, Meetadviesdienst Rijkswaterstaat). Voor de ecotoopgerichte bemonstering in het najaar van 2007 is noodgedwongen gebruik gemaakt van een relatief oude ecotopenkaart (2004). Daardoor was de verwachting dat de bemonsterde locaties inmiddels niet allemaal meer in het zelfde ecotooptype zouden liggen als in 2004. Die verwachting werd bevestigd, tijdens de bemonstering waar meerdere locaties duidelijk buiten de voorgenomen ecotoop lagen. Wanneer over enige tijd de ecotopenkaart 2008 gereed zal zijn, kan ook die gebruikt worden om te bepalen bij welk ecotooptype elk monsterpunt het beste kan worden ingedeeld.

Onduidelijkheid mbt de handelwijze bij het aantreffen van de 'verkeerde' ecotoop. Bij aanvang van de huidige campagne was het niet duidelijk hoe er gehandeld moest worden bij het aantreffen van de 'verkeerde ecotoop'. Een strategie was het zoeken naar een dichterbij liggende locatie met de 'juiste' karakteristieken voor een herplaatsing van het monsterpunt. Het alternatief was het bemonsteren op de geplande locatie met waarneming van de huidige geomorfologische eigenschappen in een logboek aangevuld met een foto. Er werd voor de bemonstering geen afspraak gemaakt over welke strategie en/of welke criterium voor de keuze daarvan gebruikt zou moeten worden. In alle gevallen is gebruik gemaakt van de tweede benadering waardoor, in twee gevallen waar de locaties hoog op de schor lagen, geen monster genomen kon worden.

2.6.2 Bevindingen mbt de bodemdierenmonsters uit de ecotoopgerichte bemonstering

Zoutgehalte gebonden trends. De bodemdieren dichtheid levert een eenduidige respons op de ligging van de locaties tov van de zoutgradiënt met systematisch hogere dichtheden in het brakke dan in het zoute gebied. De veranderingen in biomassa en diversiteit indices blijken ook sterk gecontroleerd te zijn door de geomorfologische karakteristieken van de monsterlocaties:

- de biomassa neemt toe van zout naar brak in het hoog- en supra- litoraal maar blijft onveranderd in het laaglitoraal.
- de diversiteit indices nemen af van zout naar brak in het hoog litoraal maar (de meeste) veranderen niet in het laag- en supra- litoraal.

De verschillen tussen de zoute en brakke locaties blijken ook voor de meeste soorten sterk afhankelijk te zijn van de geomorfologie met nauwelijks verschil ($R=0.414$) in het supra litoraal en verschillende trends in het hoog- en laag litoraal. *Heteromastus filliformis* blijkt de enige soort met een duidelijke eenduidige respons op de zoutgradiënt met hogere dichtheden in het brakke dan in het zoute gebied in alle ecotopen klassen.

Veranderingen in bodemdieren als functie van de geomorfologie- In beide, de zoute en brakke, gebieden zijn de bodemdieren dichtheden hoger in het Supra- en Hoog- litoraal dan in het Laag litoraal. Dezelfde verhouding is waargenomen voor de bodemdieren biomassa en aantal soorten in het brakke gebied terwijl hoge

waarde van deze variabelen het Hoog litoraal onderscheiden van de overige ecotopen klassen in het zoute gebied.

In beide, zoute en brakke, ecotopen toont de soortensamenstelling significante verschillen tussen de Laag – en Hoog litoraal ecotopen maar niet tussen de Hoog- en de Supra litoraal ecotoop.

Onderscheid tussen de ecotopen op basis van bodemdieren kenmerken

De bodemdieren dichtheden (en de soort *Heteromastus filliformis*) tonen systematische hogere waarden i.- (onafhankelijk van de geomorfologie) in de brakke dan in de zoute gebieden en ii.-in het Supra/Hoog litoraal dan in het lage litoraal. Het onderscheid van het supra litoraal ten opzicht van het hoge litoraal is enkel mogelijk in het zoute gebied, op basis van (hogere) biomassa en aantal soorten. De huidige bemonstering laat het niet toe om vergelijkingen te maken tussen hooglitoraal en middenlitoraal, en tussen middenlitoraal en laaglitoraal. Daarvoor zullen gegevens uit de MWTL campagnes in de analyse meegenomen moeten worden,

2.7 AANBEVELINGEN

- ➡.- In de huidige uitwerking van de gegevens is gebruik gemaakt van de ecotopenkaart van 2004 voor het groeperen van de punten bij ecotopen. Er werd bij het schrijven van deze rapportage een nieuwe ecotopenkaart gemaakt (Fred Twisk, pers. comm). Op basis daarvan zou de analyse herhaald moeten worden; het liefst met daarbij de monsters van 2008 als aanvulling. Die nieuwe kaart, met de ecotopenindeling van het jaar 2007 is waarschijnlijk beter dan de kaart uit 2004 (kleiner tijdsverschil tussen de bemonstering en het verzamelen gegevens waarmee de kaart gemaakt wordt).
- ➡.- In een volgende analyse zullen gegevens uit de routinematige MWTL (bv mbt ecotopen in het middenlitoraal en sublitoraal) ook meegenomen moeten worden.
- ➡.- Omdat de kenmerken (ecotooptype) van de monsterlocaties uit kaarten worden afgeleid is het essentieel dat de correcte coördinaten aangehouden worden. Daardoor moeten de nodige transformaties van de geografische gegevens nauwlettend (stapsgewijs gecheckt) uitgevoerd worden.
- ➡.- En herdefinitie van de ecotoop op de monsterlocatie op basis van de veldobservaties (o.a. sediment omschrijving) zou leiden tot een verbetering van de ecologische relevantie bij de hergroepering van de observaties volgens de nieuwe ecotoopdefinitie.
- ➡.- Naast de bodemdierenmonsters zijn sediment monsters door de MT groep genomen en geanalyseerd op korrelgrootte (Malvern). De resultaten van deze analyse zouden goed gebruikt kunnen worden voor een uitbreiding van de informatie mbt de sedimentsamenstelling op de monsterlocatie naast de classificatiemethode uitgevoerd door de Meetadviesdienst. Daarbij zou de classificatie methode ook gekalibreerd kunnen worden.
- ➡.-Tijdens de huidige campagne werden de afwijkingen waargenomen op locatie tov de ecotopenkaart vastgelegd in een logboek aangevuld met foto's. Vervolgens werd de bemonstering uitgevoerd op de geplande locatie (en dus vermoedelijk in het verkeerde ecotoop). Daardoor dreigen de ecotopen van gering omvang onderbemonsterd te raken. Het zoeken van het voorgenomen ecotoop bij de herplaatsing van een monsterpunt zou vereenvoudigd kunnen worden door het gebruik van de veldcomputers in bezit van de Meetadviesdienst van RWS Zeeland. Het gebruik van de

veldcomputers zou ook het mogelijk maken om, met recente hoogtebestand (laseropname 2007) en waterstandsgegevens de grenzen van hoogteligging en droogvalduur te bepalen (pers. comm. Edwin Parée).

- ➡.-Daar het vaststellen van de elevatie, mits recente meetgegevens beschikbaar zijn, enigszins uitvoerbaar is, blijkt het moeilijker om tot een beoordeling te komen mbt de huidige hydrodynamica, zeker waar het laagdynamische deel geleidelijk over gaat in een hoogdynamisch ecotoop. Zoals voor de classificatie methode voor de sedimentaire eigenschappen zou een determinatiesleutel (met foto materiaal) ontwikkeld moeten worden voor een snelle beoordeling van deze eigenschap.
- ➡.-Omdat deze bemonstering nieuw is, die een goede samenwerking tussen de medewerkers van de Meetadviesdienst en van de MT groep vergt, zal in de toekomst intensief overleg gepleegd moeten worden ivm de voorbereiding voor de bemonstering. Er moeten bijvoorbeeld duidelijke afspraken gemaakt worden mbt de handelswijze bij het treffen van een onverwacht ecotoop op een monsterlocatie.
- ➡.-Tijdens de ecotoopgerichte monitoring zijn gegevens verzameld mbt de huidige positie van de ecotopen tov een oudere (4-5 jaar?) ecotopenkaart. Narmate de ecotoopgerichte bemonstering verder toegepast zal worden zal die informatie een vast onderdeel vormen bij het vervaardigen van de ecotopenkaarten. Aandacht zal besteed moeten worden aan het optimale gebruik (+/- uitbreiding) van die gegevens voor de update/validatie van de ecotopenkaart.

Literatuur

- Anonymus (1997) Beoordeling van de effecten van de verdieping 48'-43'. Plan van aanpak – rapport 2. Project MOVE. RWS Directie Zeeland, Middelburg.
- Baggelaar, P.K., E.C.J. van der Meulen, G.T.M. van Eck & F. Twisk. (2006) Statistische validatie ecotopenkaarten Westerschelde. Rapport Icastat, Amstelveen en AMO, Hengelo.
- Bray, J.R. & Curtis, J.T. (1957). An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. *Ecological Monographs* 27, 325-349.
- Bouma, H.; de Jong, D.J.; Twisk, F.; Wolfstein, K. (2005). A Dutch Ecotope System for Coastal Waters (ZES.1); To map the potential occurrence of ecological communities in Dutch coastal and transitional waters. [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. LNO drukkerij/uitgeverij: Middelburg, the Netherlands. 156 pp.
- Clarke, K.R. & Gorley, R.N. (2001). PRIMER v5: User Manual/Tutorial, PRIMER-E: Plymouth, UK.
- Clarke KR, Warwick RM (2001) A further biodiversity index applicable to species lists: variation in taxonomic distinctness. *Mar Ecol-Prog Ser* 216:265-278
- Jong, D.J. de, 1999. Ecotopes in the Dutch Marine Tidal Waters. A proposal for a classification of ecotopes and a method to map them. Rijkswaterstaat-RIKZ report 99.017.
- Scheldestroom, 2007. KWARTAALBERICHT OVER DE UITVOERING ONTWIKKELINGSSCHETS 2010 SCHELDE-ESTUARIUM, augustus 2007 (<http://www.ontwikkelingsschets2010.nl/www/fileLib/userFiles/File/Nummer%209%20-%202007.pdf>).
- Schep, I. (2006) Ecotopenkaarten Westerschelde. Werkdocument bij de edities 1996, 2001 & 2004. Notitienummer ZLMD-06N.016. Rijkswaterstaat Zeeland, Meetadviesdienst, Middelburg.
- Sokal, R.R. & Rohlf, F.J. (1995). Biometry: the principles and practice of statistics in biological research. 3rd ed., W.H. Freeman and Company, USA.
- F. Twisk (2002) Toelichting op de ecotopenkaarten Westerschelde 1996 en 2001. Werkdocument RIKZ/OS/2002.843x Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ, Middelburg, 70pp.

Vroon, Storm, Uit den Boogaard & Coosen (1996) Habitat arealen in de Westerschelde: veranderingen tussen 1960 en 1990 en een prognose voor de toestand na de komende verdieping. Werkdocument RIKZ/AB-96.815x. Rijksinstituut voor Kust en Zee, Middelburg

Bert Wetsteijn, Fred Twisk, Peter Meininger, Erik van Zanten, Dirk van Maldegem (2007). Monitoring van de effecten van de verruiming 48'/43' MOVE-rapport 9, deel II: Biologische en chemische hypothesen 2006, Werkdocument RIKZ/ZDA/2007.809w

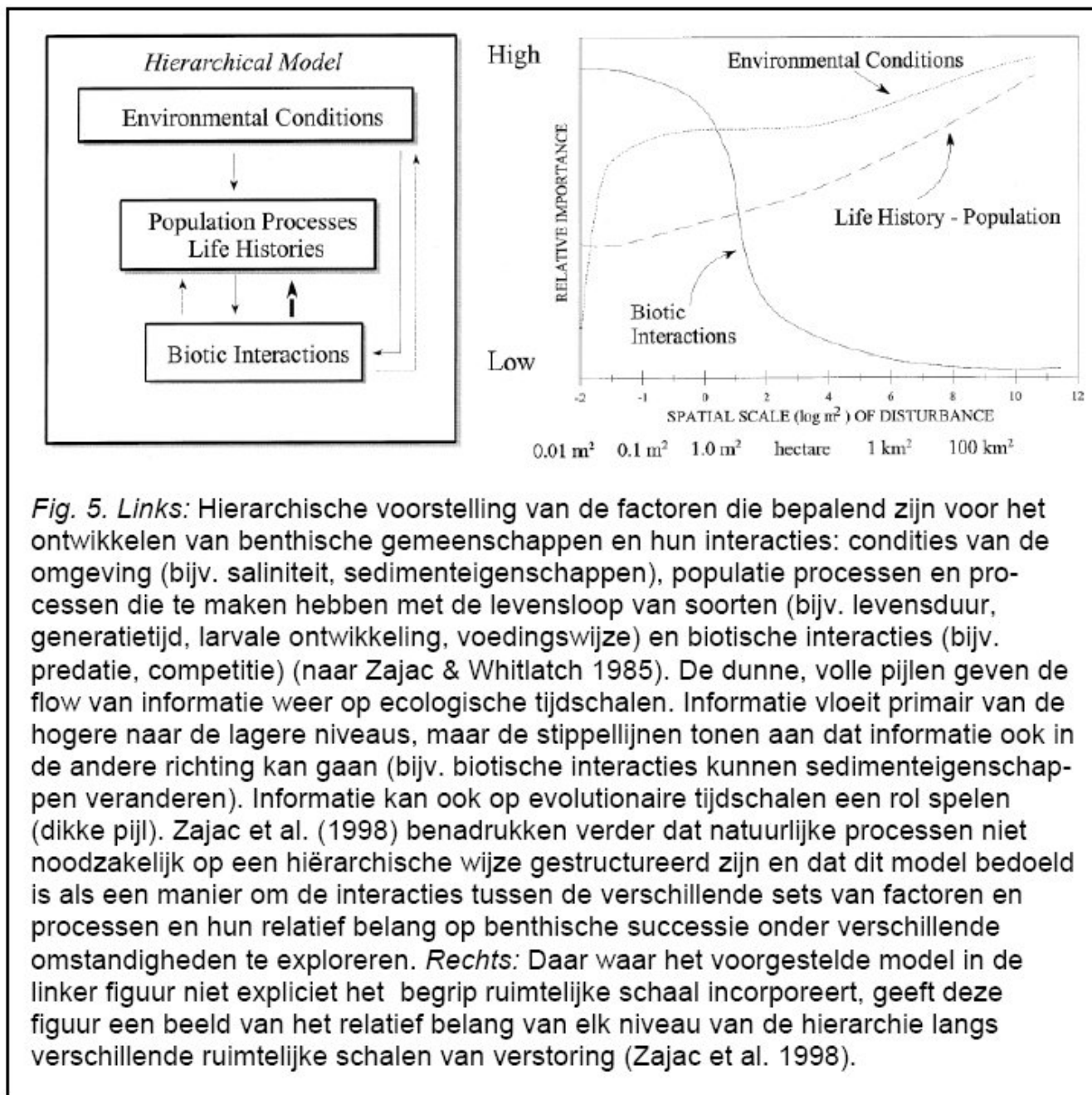
Wijnhoven, S.; Van Hoey, G.; Sistermans, W.; Escaravage, V. (2006). Validation ecotope systems Westerschelde. [Validatie ecotopenstelsels Westerschelde]. Monitor Taskforce Publication Series, 2006-08. Nederlands Instituut voor Ecologie: Yerseke, The Netherlands. 34 pp.

Ysebaert T. & P.M.J. Herman. 2002. Beschrijven, modelleren en voorspellen van bodemdieren in een estuariene omgeving. NIOO-CEME Rapport 2002-6. KNAW-NIOO, Centrum voor Estuariene en Mariene Ecologie, Yerseke.

Bijlagen

Bijlage 1

Figuur 5 uit Ysebaert en Herman (2002) waar aangegeven wordt de ruimtelijke schalen waarop biotische interacties beperkt zijn tov de controle door omgevingsvariabelen, de basis voor de ecotopebenadering.



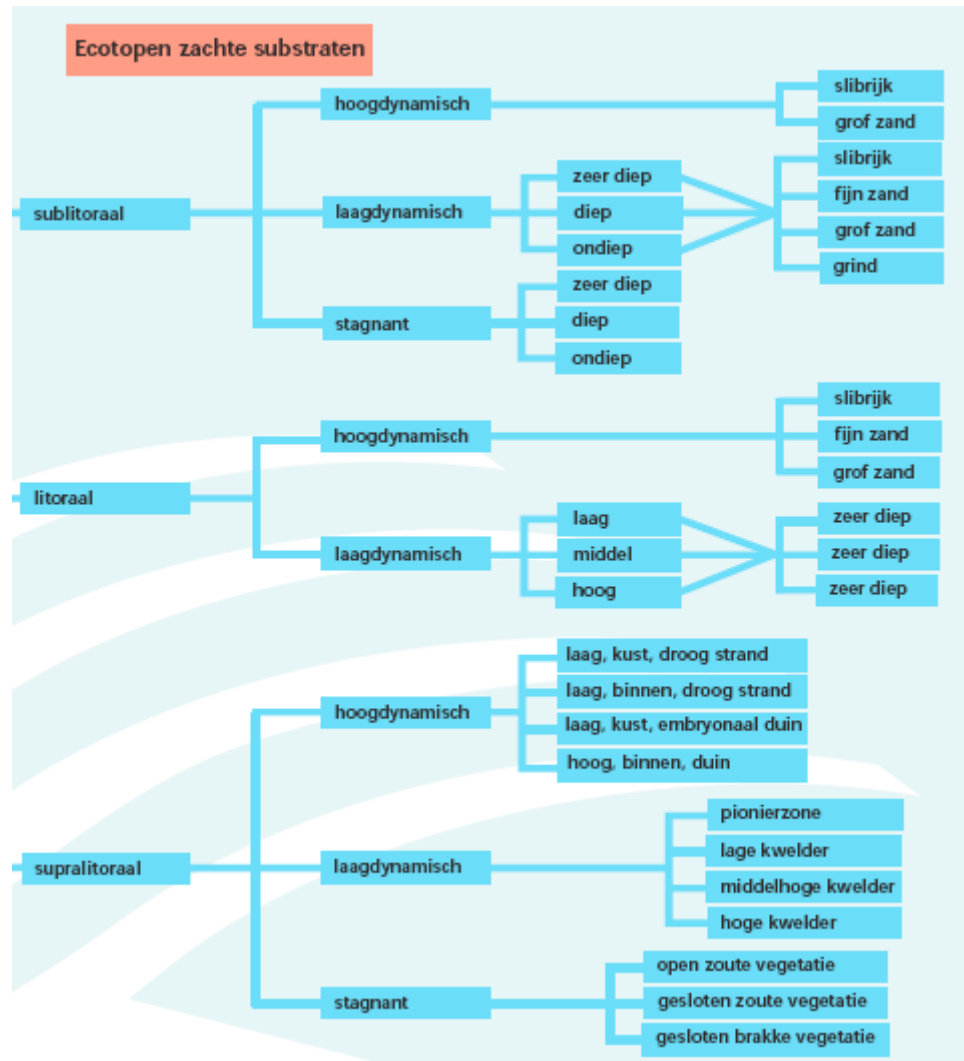
Bijlage 2

Overzicht van de variabelen, klassen en klassegrenzen die gebruikt worden in het ZES.1 (Bouma, 2005)

variabelen	klassen	klassegrenzen
1 gemiddelde zoutgehalte en zoutvariatie	weinig variabel brak weinig variabel zout variabel brak/zout	5,4 - 18 en variatie ≤ 100% 18 en variatie ≤ 100% > 5,4 en variatie > 100%
2 substraat 1	hard substraat zacht substraat	steen, hout, veen etc. sediment
3 diepte 1	sublitoraal litoraal supralitoraal	< GLWS (permanent onder water) GLWS – GHWD (elk tij overspoeld) > GHWD (niet elk tij overspoeld)
4 hydrodynamiek* strijklengte (kusten)	hoogdynamisch (golven)	Noordzeekust
lineaire stroomsnelheid (sublitoraal en litoraal)	hoogdynamisch (stroming) laagdynamisch (stroming) stagnant (geen stroming)	Klassengrenzen zijn afhankelijk van gebruikt model. Theoretisch ligt de grens bij 0,8 m/s zijnde de grens waarop megaribbels ontstaan 0 m/s
orbitaalsnelheid (litoraal + supralitoraal)	hoogdynamisch (golven) laagdynamisch (golven)	Klassengrenzen zijn afhankelijk van gebruikt model. Uit resultaten tot nu toe blijkt onderstaande grens goed werkbaar > 0,2 m/s < 0,2 m/s
geomorfologie** (litoraal)	hoogdynamisch laagdynamisch	megaribbels, hoogdynamisch vlak, veen/kleibank, ruggen laagdynamisch vlak, kwelder/schor
5 diepte 2 (diepte, overspoeling) sublitoraal (diepe)	zeer diep – kans op stratificatie diep - ongestratificeerd ondiep	Noordzee: > 30 m Grevelingenmeer: > 15 m Veerse Meer: > 10 m Noordzee: 20-30 m Grevelingenmeer: 5-15 m Veerse Meer: 5-10 m overige watersystemen: > 5 m - GLWS Noordzee: 20 m tot GLWS overige watersystemen: 5 m- GLWS tot GLWS
litoraal (overspoelingsduur)	laag litoraal (lang) middelhoog litoraal (midden) hoog litoraal (kort)	GLWS - 75 % 75 - 25 % 25 % - GHWD
supralitoraal (overspoelingsfrequentie of vegetatie zones*)	pionierzone en potentiële pionierzone lage kwelder/schor middelhoge kwelder/schor hoge kwelder/schor	GHWD tot > 300 keer per jaar 300 - 150 keer per jaar 150 - 50 keer per jaar 50 - 5 keer per jaar
6 substraat 2 (sedimentsamenstelling) mediane korrelgrootte	Slibrijk fijn zand grof zand grind	Mediaan - ≤250 µm 250 - 2000 µm >2000 µm slib(< 63 µm) ≥25%# < 25% < 25% < 25% (#: Noordzee 10% i.p.v. 25%)

Bijlage 3

Hiërarchische opbouw ecotopenstelsel (Bouma, 2005)



Bijlage 4

Lijst van de ecotopen van zacht substraat in zoute en brak gebieden naar Bouma (2005)

Sublitoraal**Zout**

Z2.11 hoog dynamische bodem
 Z2.11s hoog dynamische slibrijke bodem
 Z2.121s laagdynamische zeer diepe slibrijke bodem
 Z2.121f laagdynamische zeer diepe fijnzandige bodem
 Z2.121z laagdynamische zeer diepe grofzandige bodem
 Z2.121g laagdynamische zeer diepe grindbodem
 Z2.122s laagdynamische diepe slibrijke bodem
 Z2.122f laagdynamische diepe fijnzandige bodem
 Z2.122z laagdynamische diepe grofzandige bodem
 Z2.123s laagdynamische ondiepe slibrijke bodem
 Z2.123f laagdynamische ondiepe fijnzandige bodem
 Z2.123z laagdynamische ondiepe grofzandige bodem
 Z2.131 zeer diepe bodem in stagnant water
 Z2.132 diepe bodem in stagnant water
 Z2.133 ondiepe bodem in stagnant water

Brak

B2.11 hoogdynamische bodem
 B2.11s hoogdynamische slibrijke bodem
 B2.122s laagdynamische diepe slibrijke bodem
 B2.122f laagdynamische diepe fijnzandige bodem
 B2.123s laagdynamische ondiepe slibrijke bodem
 B2.123f laagdynamische ondiepe fijnzandige bodem
 B2.131 zeer diepe bodem in stagnant water
 B2.132 diepe bodem in stagnant water
 B2.133 ondiepe bodem in stagnant water

Intertidaal**Zout**

Z2.21z hoogdynamisch litoraal grof zand; 'nat strand'
 Z2.21f hoogdynamisch litoraal fijn zand; 'binnen de kust'
 Z2.21s hoogdynamisch slibrijk litoraal
 Z2.221s laagdynamische slibrijk laag litoraal
 Z2.221f laagdynamisch fijnzandig laag litoraal
 Z2.221z laagdynamisch grofzandig laag litoraal
 Z2.222s laagdynamisch slibrijk middelhoog litoraal
 Z2.222f laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal
 Z2.222z laagdynamisch grofzandig middelhoog litoraal
 Z2.223s laagdynamisch slibrijk hoog litoraal
 Z2.223f laagdynamisch fijnzandig hoog litoraal
 Z2.223z laagdynamisch grofzandig hoog litoraal

Brak

B2.21f hoogdynamisch litoraal
 B2.21s hoogdynamisch slibrijk litoraal
 B2.221s laagdynamische slibrijk laag litoraal
 B2.221f laagdynamisch fijnzandig laag litoraal
 B2.222s laagdynamisch slibrijk middelhoog litoraal
 B2.222f laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal
 B2.223s laagdynamisch slibrijk hoog litoraal
 B2.223f laagdynamisch fijnzandig hoog litoraal

Supralitoraal**Zout**

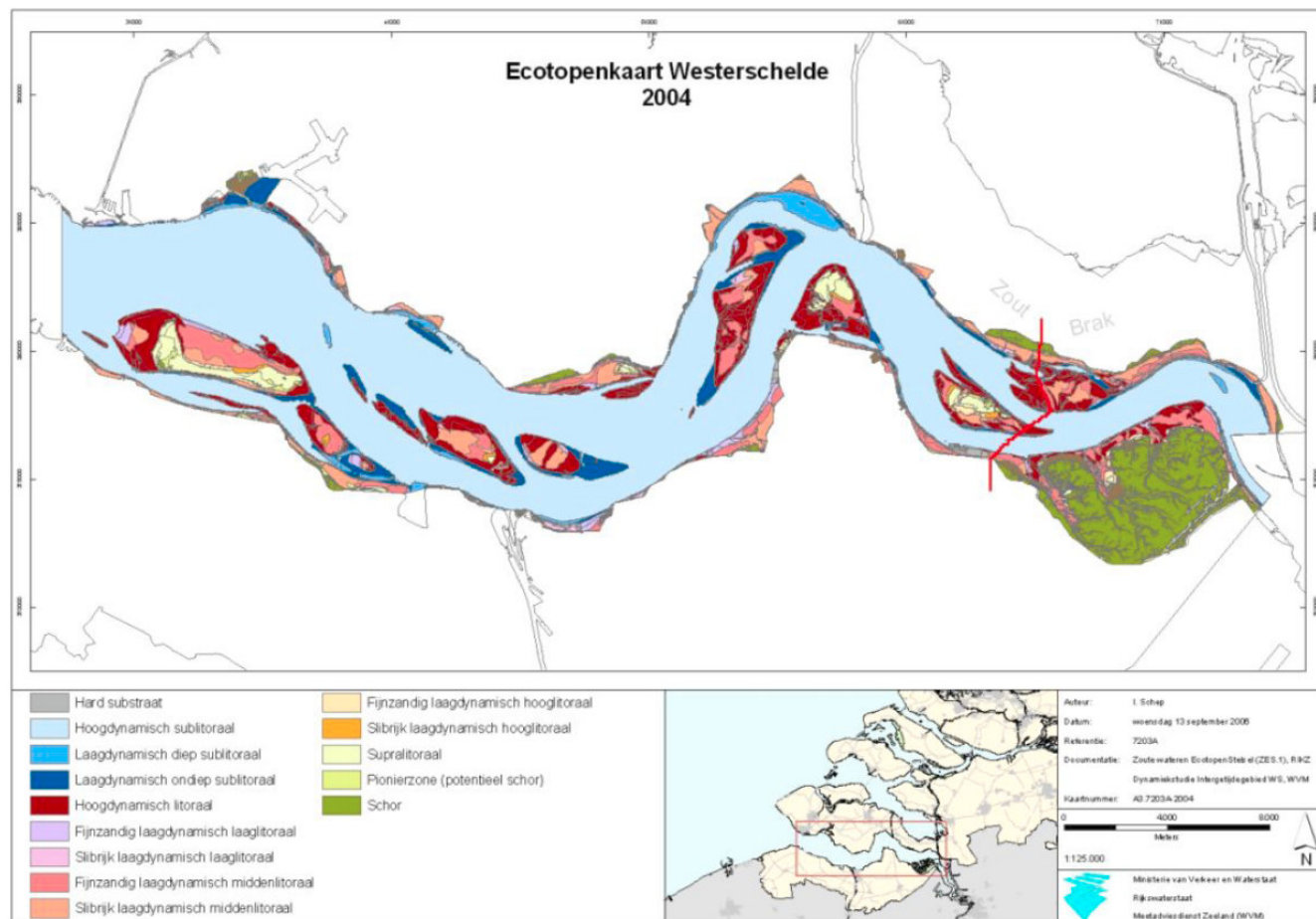
Z2.311 hoogdynamisch supralitoraal laag 'droog strand'
 Z2.312 hoog dynamisch supralitoraal hoog 'embryonaal duin'
 Z2.313 hoog dyn. supralit. fijn zand laag; 'strand binnen de kust'
 Z2.314 hoog dyn. supralit. fijn zand hoog; 'embr. duin binnen kust'
 Z2.321 pionierzone + potentieel pionierzone
 Z2.322 lage kwelder/schor
 Z2.323 middelhoge kwelder/schor
 Z2.324 hoge kwelder/schor
 Z2.331 open zoute vegetatie
 Z2.332 oever stagnant: gesloten zoute vegetatie
 Z2.333 oever stagnant: gesloten brakke vegetatie

Brak

B2.311 hoogdynamisch supralitoraal
 B2.321 pionierzone + potentieel pionierzone
 B2.322 lage kwelder/schor
 B2.323 middelhoge kwelder/schor
 B2.324 hoge kwelder/schor
 B2.331 oever stagnant: open brake vegetatie
 B2.332 oever stagnant: gesloten zoute vegetatie
 B2.333 oever stagnant: gesloten brakke vegetatie

Bijlage 5

Ecotopenkaart 2004. Indeling volgens ZES.1 (Bouma et al., 2005) uit Wetsteyn et al. (1997)



Bijlage 6

uit Wetsteyn et al. (2007)

Tabel 2.5-1: Door Huijs & Krijger (1998) verwachte ontwikkeling van de ecotooparealen, met bijbehorende relatieve normgetallen voor de bodemfauna (NG, in %)

Ecotoop	Oost				Midden				West				Totaal			
	Areal (ha)		Toe- of afname (ha)		Areal (ha)		Toe- of afname (ha)		Areal (ha)		Toe- of afname (ha)		1996		Toe- of afname (ha)	
	1996	2021		NG (%)	1996	2021		NG (%)	1996	2021		NG (%)	1996	2021		NG (%)
Hoogdynamisch litoraal	1076	816	-260	1	870	754	-116	1	1291	1293	2	1	3237	2863	-374	-12
Slibarm laagdynamisch litoraal onder NAP	159	136	-23	20	173	188	15	70	188	296	108	90	520	620	100	19
Slibrijk laagdynamisch litoraal onder NAP	215	190	-25	30	235	188	-47	60	488	406	-82	100	938	784	-154	-16
Slibarm laagdynamisch litoraal boven NAP	585	625	40	20	318	377	59	70	296	555	259	90	1199	1557	358	30
Slibrijk laagdynamisch litoraal boven NAP	784	952	168	30	213	377	164	60	1227	1145	-82	100	2224	2474	250	11
Hoogdynamisch ondiep water	708	600	-108	2	483	410	-73	5	1432	1280	-152	5	2623	2290	-333	-13
Laagdynamisch ondiep water	47	40	-7	20	47	45	-2	20	180	152	-28	60	274	237	-37	-14
Schor	2367	2332	-35	0	19	19	0	0	113	88	-25	0	2499	2439	-60	-2

Bijlage 7

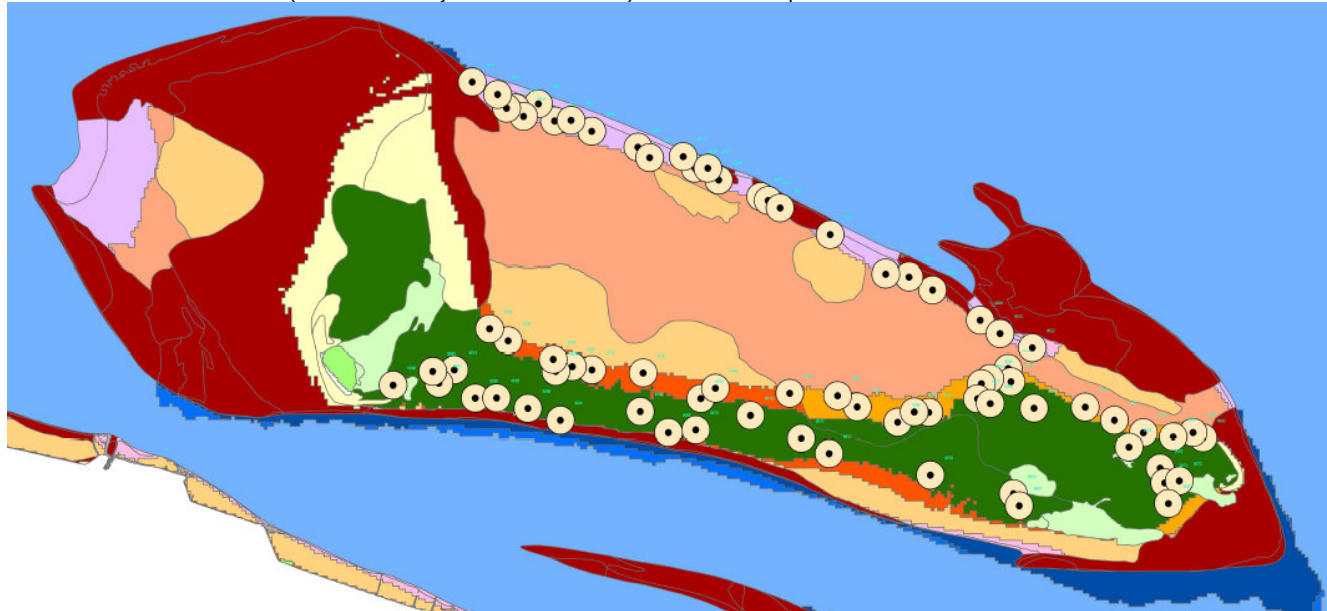
Overzicht van de 'Hooge Platen' met de monsterpunten in drie litorale ecotopen (3x25):

Laag dynamisch laaggelegen litoraal, fijnzandig;(licht paars); Monster#: 9001 t/m 9025

Laag dynamisch hooggelegen litoraal, fijnzandig/slibrijk (Oranje-oranje/geel); Monster#: 9031 t/m 9055

Onbegroeid supra litoraal (donkergroen); Monster#: 9061 t/m 9085

Onderaan de XY coördinaten (Amersfoort's Rijksdriehoeks-stelsel) van de monsterpunten en de IDnummers in de BIS database.



ID	X	Y
9001	33364	381002
9002	33265	381105
9003	33876	380841
9004	35974	379793
9005	33593	380939
9006	35681	379976
9007	33124	381080
9008	34371	380641
9009	35537	380055
9010	36095	379711
9011	35395	380073
9012	34628	380540
9013	33174	381030
9014	34673	380516
9015	34747	380470
9016	33070	381079
9017	33947	380778
9018	34224	380713
9019	34152	380785
9020	33465	381006
9021	33016	381163
9022	36293	379624
9023	34304	380714
9024	32859	381240
9025	35054	380308
9031	33594	379490
9032	37339	379074
9033	35658	379230
9034	35219	379264
9035	33474	379509
9036	36144	379498
9037	36617	379263
9038	34261	379315
9039	33372	379480
9040	34350	379377
9041	33355	379553
9042	37277	379108

9043	36162	379417
9044	33079	379666
9045	36033	379436
9046	35468	379171
9047	33908	379471
9048	32966	379740
9049	35099	379331
9050	37156	379080
9051	35981	379405
9052	35570	379233
9053	36796	379182
9054	34805	379347
9055	36973	379106
9061	33400	379182
9062	33889	379236
9063	37076	378890
9064	36176	378733
9065	36303	379255
9066	32878	379317
9067	36213	378661
9068	33201	379254
9069	32374	379396
9070	34877	379072
9071	35048	378978
9072	37104	378801
9073	37193	378812
9074	32750	379490
9075	34230	379124
9076	35668	378847
9077	35956	379312
9078	36885	379018
9079	34565	379211
9080	36035	379284
9081	32655	379408
9082	37127	378673
9083	33009	379319
9084	32617	379480
9085	34062	379108

Bijlage 8

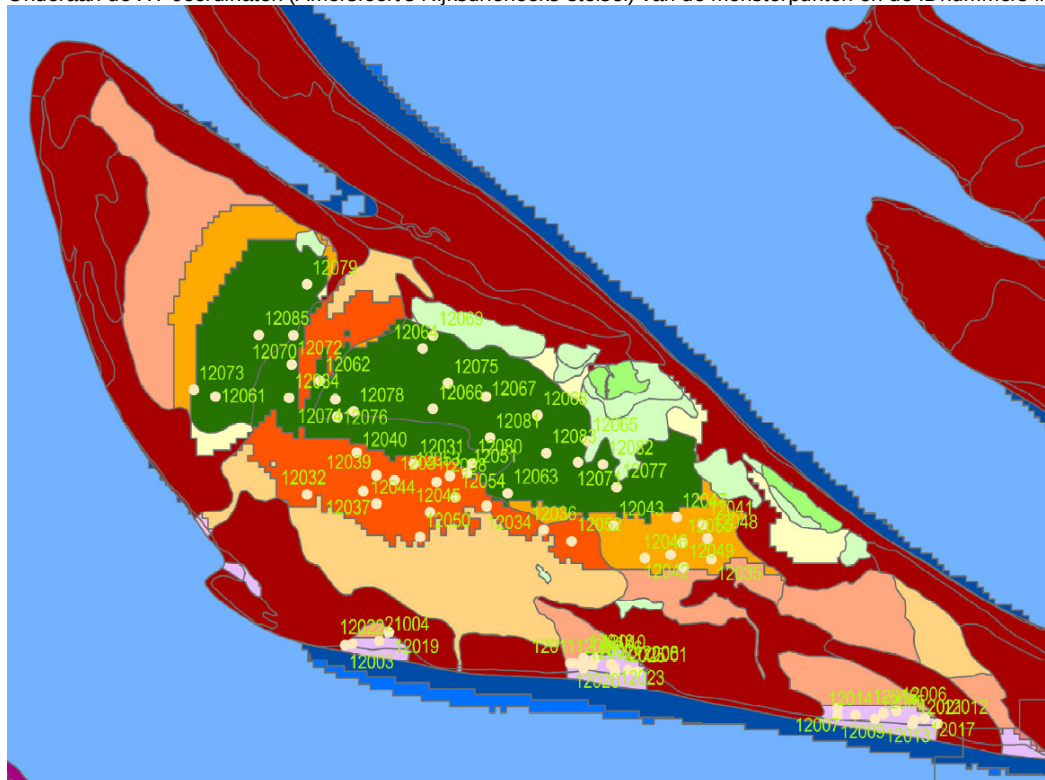
Overzicht van de Platen van Valkenisse met de monsterpunten in drie litorale ecotopen (3x25):

Laag dynamisch laaggelegen litoraal, fijnzandig/licht paars; Monster#: 12001 t/m 12025

Laag dynamisch hooggelegen litoraal, fijnzandig/slibrijk (Oranje-oranje/geel); Monster#: 12031 t/m 12055

Onbegroeid supra litoraal (donkergroen); Monster#: 12061 t/m 12085

Onderaan de XY coördinaten (Amersfoort's Rijksdriehoeks-stelsel) van de monsterpunten en de IDnummers in de BIS database.



ID	X	Y
12001	64204	377051
12002	64014	377061
12003	63174	377143
12004	63294	377159
12005	65041	376884
12006	65116	376912
12007	64909	376920
12008	64172	377056
12009	64909	376896
12010	64056	377096
12011	63984	377080
12012	65262	376867
12013	65179	376882
12014	64972	376896
12015	65071	376903
12016	64044	377073
12017	65217	376886
12018	64014	377097
12019	63327	377189
12020	64112	377076
12021	65174	376866
12022	63199	377147
12023	64122	377065
12024	63968	377080
12025	64126	377048

12031 63416 377782

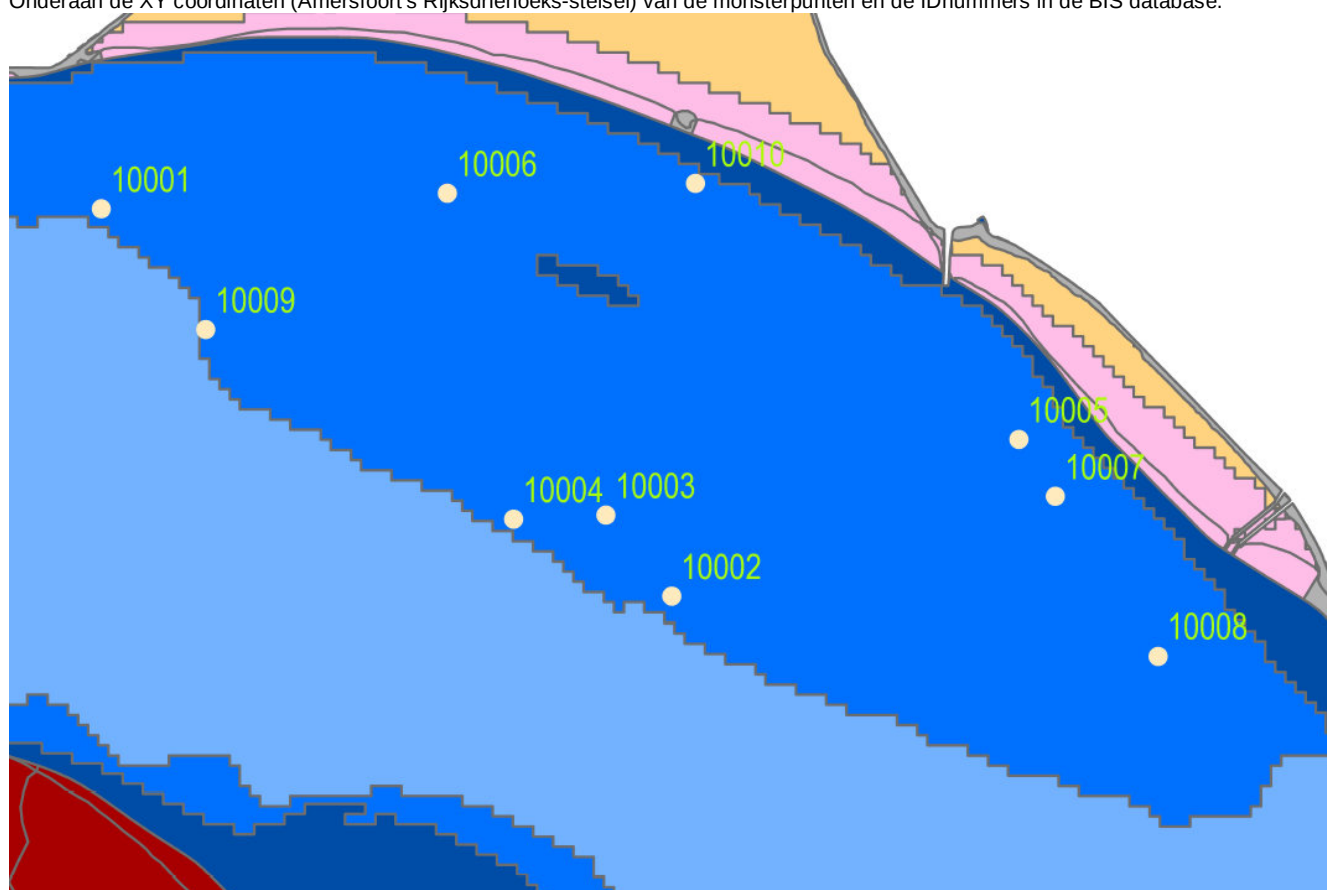
12032	63040	377673
12033	63348	377724
12034	63673	377632
12035	64464	377445
12036	63874	377548
12037	63238	377685
12038	63496	377718
12039	63284	377740
12040	63214	377822
12041	64435	377566
12042	64321	377461
12043	64120	377564
12044	63284	377640
12045	63473	377611
12046	64230	377449
12047	64342	377593
12048	64451	377518
12049	64367	377416
12050	63438	377523
12051	63604	377750
12052	63972	377509
12053	63543	377739
12054	63562	377662
12055	64362	377504
12061	62717	378018

12062 63085 378073

12063	63747	377677
12064	63447	378186
12065	64027	377861
12066	63483	377974
12067	63670	378018
12068	63852	377952
12069	63484	378233
12070	62992	378234
12071	63994	377787
12072	62986	378131
12073	62641	378041
12074	63139	378008
12075	63537	378065
12076	63146	377946
12077	64131	377698
12078	63204	377965
12079	63040	378413
12080	63621	377782
12081	63685	377873
12082	64082	377779
12083	63883	377819
12084	62977	378013
12085	62870	378235

Bijlage 9

Overzicht van de monsterpunten bij Hansweert in het ecotoop *Laag dynamisch diep sublitoraal*, (donker blauw); Monster#: 10001 t/m 10025
Onderaan de XY coördinaten (Amersfoort's Rijksdriehoeks-stelsel) van de monsterpunten en de IDnummers in de BIS database.



ID	X	Y
10001	56028	385901
10002	57156	385137
10003	57026	385297
10004	56843	385289
10005	57843	385446
10006	56712	385932
10007	57915	385334
10008	58118	385021
10009	56235	385663
10010	57203	385951

Bijlage 10

Omschrijving van de Methode voort het bepalen van de Lutum (klei) fractie samengesteld door Edwin Parée (RWS-Meetadviesdienst Zeeland) tbv de ecotoopgerichte bemonstering.

Methode LUTUM:

ONDERVERDELING LUTUM OF KLEIFRACTIE

De lutumfractie wordt met de hand bepaald volgens onderstaande methode:

BENAMING TOELICHTING

0 - 2%	<u>kleiarm zand</u> - strandzand, schuurt tussen duim en wijsvinger.
2 - 5%	<u>kleihoudend zand</u> - iets vuil, smeert ietsje, schuurt nog onverminderd, klein slibwolkje als je het in plas gooit.
5 - 8%	<u>kleiig zand</u> - slibbig zand, smeert en bij knijpen gaat een klein deel tussen de vingers door.
8 - 12%	<u>zeer lichte zavel</u> - smeert goed, bij knijpen grotendeels weg, iets zand over in hand.
12 - 17%	<u>matig lichte zavel</u> - smeert goed, zand alleen nog goed te voelen tussen duim en wijsvinger.
17 - 25%	<u>zware zavel</u> - idem; bijna geen zand meer te voelen, klei wil niet meer van vingers afspoelen.
25 - 35%	<u>lichte klei</u> - bijna stopverf, als molykote tussen duim en vinger, zand alleen nog te proeven.
> 35%	<u>zware klei</u> - idem, geen zand meer te proeven.

Een evaluatie van de ecotopen bemonstering

Bijlage 11

Notities gemaakt tijdens de bemonstering in gevallen van bijzonderheden mbt de bodem structuur en/of begroeiing tov het gewenste plaatje.

Puntnr	Ecotoop 2004	Datum	Opm	Fotonr.
12069	supralitoraal laagdynamisch	28/08/2007	veel algen, 1cm water, zeekraal	
12064	supralitoraal laagdynamisch	28/08/2007	Vaucheria, 100%	
12072	supralitoraal laagdynamisch	28/08/2007	zeekraal	
12067	supralitoraal laagdynamisch	28/08/2007	Vaucheria, zeekraal	
12068	supralitoraal laagdynamisch	28/08/2007	zeekraal, 1cm slib	
12065	supralitoraal laagdynamisch	28/08/2007	zeekraal	2626
12071	supralitoraal laagdynamisch	28/08/2007	zeekraal, Vaucheria, erosief	2628
9024	laag litoraal laagdynamisch zandig	29/08/2007	laagjes zand/slib/zand/slib/...	
9005	laag litoraal laagdynamisch zandig	29/08/2007	laagjes zand/slib/zand/slib/...	
9061	supralitoraal laagdynamisch	29/08/2007	erosie	2691
9084	supralitoraal laagdynamisch	29/08/2007	Monster met hand van bovenste 3cm (plas in schor)	2717
9069	supralitoraal laagdynamisch	29/08/2007	Schor	2718
9063	supralitoraal laagdynamisch	30/08/2007	in boekje stond 9036	
9080	supralitoraal laagdynamisch	30/08/2007	9080 stond niet in boekje, lutum mogelijk 5-8	
9064	supralitoraal laagdynamisch	30/08/2007	Schor	2742
9067	supralitoraal laagdynamisch	30/08/2007	Schor	2744
12038	hoog litoraal laagdynamisch zandig	28/08/2007	12038 is dubbel genomen, deze wel op de juiste coördinaat	
9003	laag litoraal laagdynamisch zandig	29/08/2007	klei/sliblagen in ondergrond	
9017	laag litoraal laagdynamisch zandig	29/08/2007	klei/sliblagen in ondergrond	
9019	laag litoraal laagdynamisch zandig	29/08/2007	klei/sliblagen in ondergrond	
9018	laag litoraal laagdynamisch zandig	29/08/2007	klei/sliblagen in ondergrond	
9025	laag litoraal laagdynamisch zandig	30/08/2007	lutum zeer wisselend, top zand, dal slib	
9006	laag litoraal laagdynamisch zandig	30/08/2007	idem dal	foto 18, 19 en 20
9071	supralitoraal laagdynamisch	30/08/2007	top Vaucheria, dal bodemdieren	foto 28
9046	hoog litoraal laagdynamisch slibrijk	30/08/2007	minder als 1% begroeiing	
9052	hoog litoraal laagdynamisch slibrijk	30/08/2007	geen begroeiing	
9033	hoog litoraal laagdynamisch slibrijk	30/08/2007	geen begroeiing	
9076	supralitoraal laagdynamisch	30/08/2007	begroeiing 1%	

Bijlage 12

Locaties 9064 en 9067 op de Hooge Platen bleken op de schor te zitten ipv in het Supralitoraal zoals vermeld op de ecotopenkaart en waar geen monster genomen is. Op Hooge Platen locaties 9069, 9074 in de 'Onbegroeid supra litoraal ecotope' (dat eerder op een schor leek) en 9023 in de dynamisch laaggelegen litoraal, fijnzandig ecotoop (eerder hoog dynamisch) waren geen bodemdieren organismen getroffen in de monsters



Monsternummer 9064 (30/08/2007)



Monsternummer 9023 (29/08/2007)



Monsternummer 9067 (30/08/2007)



Monsternummer 9069 (29/08/2007)



Monsternummer 9074 (30/08/2007)

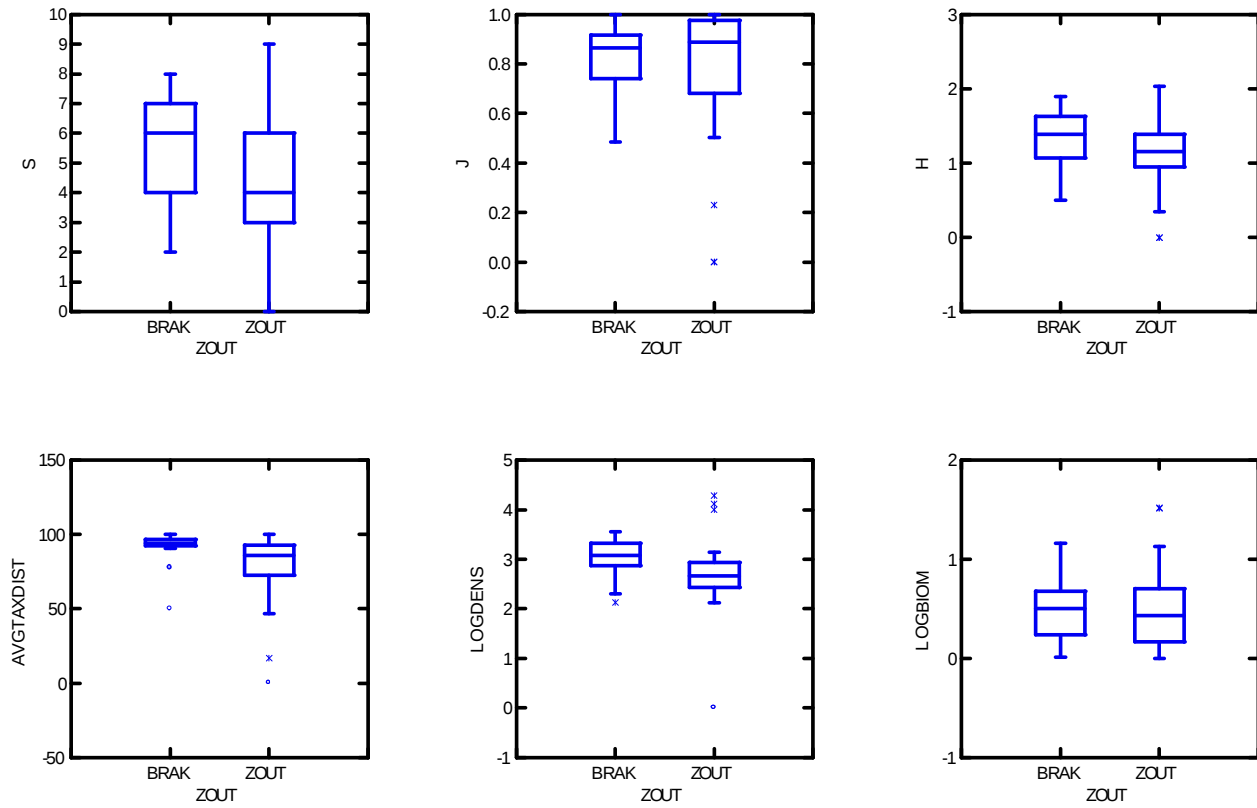
Bijlage 13

Lijst van de 72 aangetroffen soorten met hun taxonomische indeling en hun status mbt hun selectie voor de statistische uitwerking op soortenniveau (diversiteit indices en gemeenschappelijke eigenschappen).

Selectie	PHYLUM	Klasse	Orde	Familie	Genus	Soortnaam
BINNEN SELECTIE	Annelida	Polychaeta	Clitellata	SUBCLAS-Oligochaeta	SUBCLAS-Oligochaeta	OLIGOCHAETA
			Capitellida	Arenicolidae	Arenicola	Arenicola marina
				Capitellidae	Capitella	Capitella capitata
			Magelonida	Heteromastus	Heteromastus	Heteromastus filiformis
				Magelonidae	Magelona	Magelona papillicornis
			Orbiniida	Orbiniidae	Scoloplos	Scoloplos armiger
			Oweniida	Oweniidae	Owenia	Owenia fusiformis
			Phyllodocida	Nephtyidae	Nephtys	Nephtys caeca
						Nephtys cirrosa
				Nereididae	Nereis	Nephtys hombergii
						Nereis diversicolor
						Nereis longissima
						Nereis succinea
				Phyllodocidae	Anatides	Phyllodoce mucosa
					Eteone	Eteone flava
				Polynoidae	Harmothoe	Eteone longa
					Manavunkia	Harmothoe
			Sabellida	Sabellidae	Manavunkia	Manavunkia aestuarina
			Spionida	Spionidae	Malacoceros	Malacoceros
					Polydora	Polydora cornuta
					Pygospio	Pygospio elegans
					Spio	Spio martinensis
					Spiophanes	Spiophanes bombyx
					Streblospio	Streblospio shrubsolei
			Terebellida	Cirratulidae	Apelochchaeta	Apelochchaeta marioni
				Terebellidae	Lanice	Lanice conchilegia
	Arthropoda	Crustacea	Mysida	Mysidae	Gastrosaccus	Gastrosaccus spinifer
				Mysidae	Mesopodopsis	Mesopodopsis slabberi
		Malacostraca	Amphipoda	Corophiidae	Corophium	Corophium arenarium
						Corophium multisetosum
				Haustoriidae	Haustorius	Corophium volutator
						Haustorius arenarius
			Pontoporeiidae	Bathyporeia	Bathyporeia	Bathyporeia pilosa
						Bathyporeia pilosa var
			Cumacea	Bodotriidae	Cumopsis	Bathyporeia sarsi
						Cumopsis goodsiri
			Decapoda	Crangonidae	Crangon	Crangon crangon
						Crangon crangon
			Isopoda	Portunidae	Carcinus	Carcinus maenas
						Liocarcinus arcuatus
				Anthuridae	Cyathura	Cyathura carinata
						Eurydice pulchra
			Sphaeromatidae	Sphaeroma	Sphaeroma	Sphaeroma rugicauda
						Sphaeroma rugicauda
	Echinodermata	Stellerioidea	Ophiurida	Ophiuridae	Ophiura	Ophiura
	Mollusca	Bivalvia	Mytilidae	Mytilus	Mytilus	Mya arenaria
						Mytilus edulis
			Scrobiculariidae	Scrobicularia	Scrobicularia	Scrobicularia plana
						Scrobicularia plana
			Veneroida	Cardiidae	Cerastoderma	Cerastoderma edule
						Spisula subtruncata
				Pharidae	Ensis	Ensis
						Ensis
			Tellinidae	Macoma	Macoma	Abra tenuis
						Macoma balthica
		Gastropoda	Retusidae	Retusa	Retusa	Retusa obtusa
						Hydrobia ulvae
BUITEN SELECTIE	Annelida	Polychaeta	Capitellida	Arenicolidae	Arenicola	Arenicola
						Nephtys
			Phyllodocida	Nereididae	Nereis	Nereis
						Eteone
			Spionida	Spionidae	FAM-Spionidae	Spionidae
						Polydora
			Amphipoda	Corophiidae	Corophium	Corophium
						Gammaridae
			Decapoda	CRANGONIDAE	CRANGONIDAE	AMPHIPODA
						Bathyporeia
	Mollusca	Bivalvia	PH-ARthropoda	Insecta indet.	Insecta indet.	INSECTA
						BIVALVIA
			Gastropoda	NUDIBRANCHIA	NUDIBRANCHIA	TELLINACEA
						NUDIBRANCHIA
			PH-Nemertea	PH-Nemertea	PH-Nemertea	Onbekende soort
						NEMERTEA

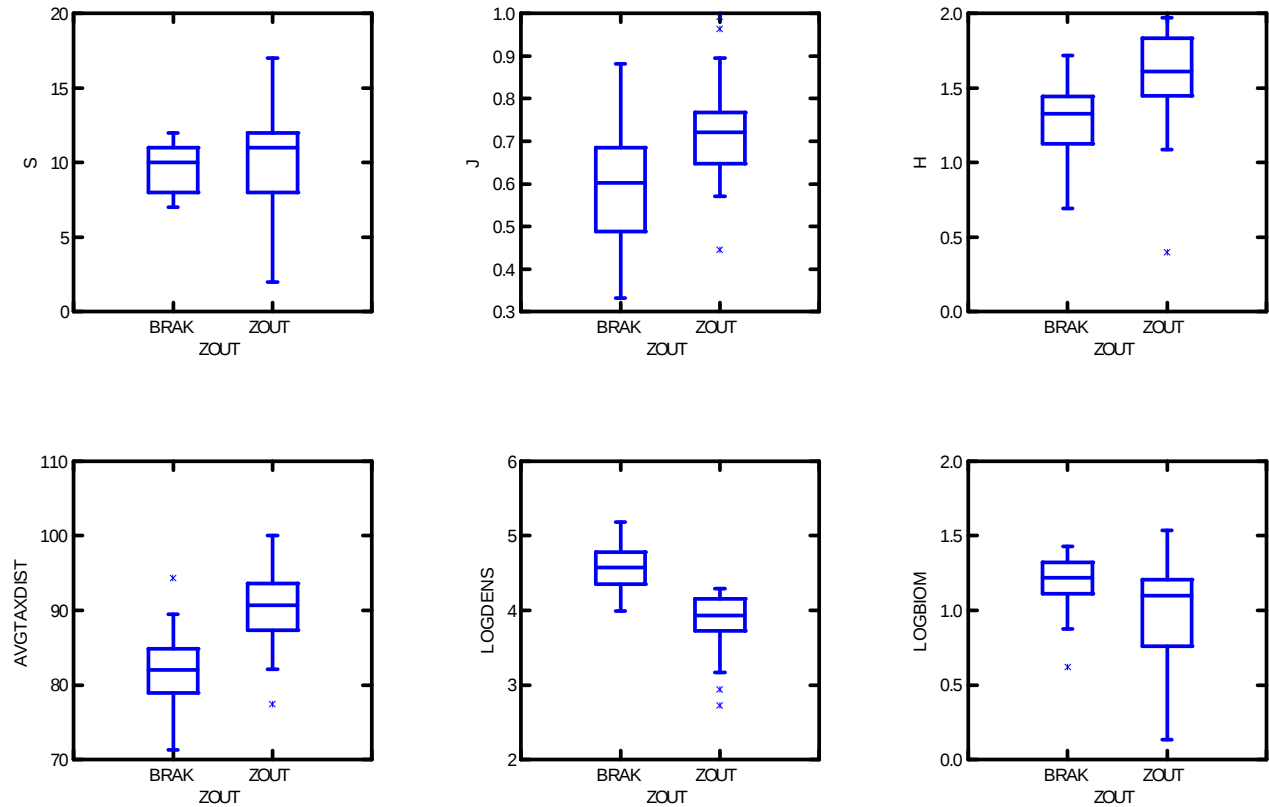
Bijlage 14

Boxplot van de bodemdieren aantal soorten (S), Evenness (J), Shannon Index (H), Taxonomic distinctness (AVGTAXDIST), Dichtheid (LOGDENS) en Biomassa (LOGBIOM) in de Brakke en Zoute gebied van het Lage Litoraal LDYN_LLIT_FZAND.



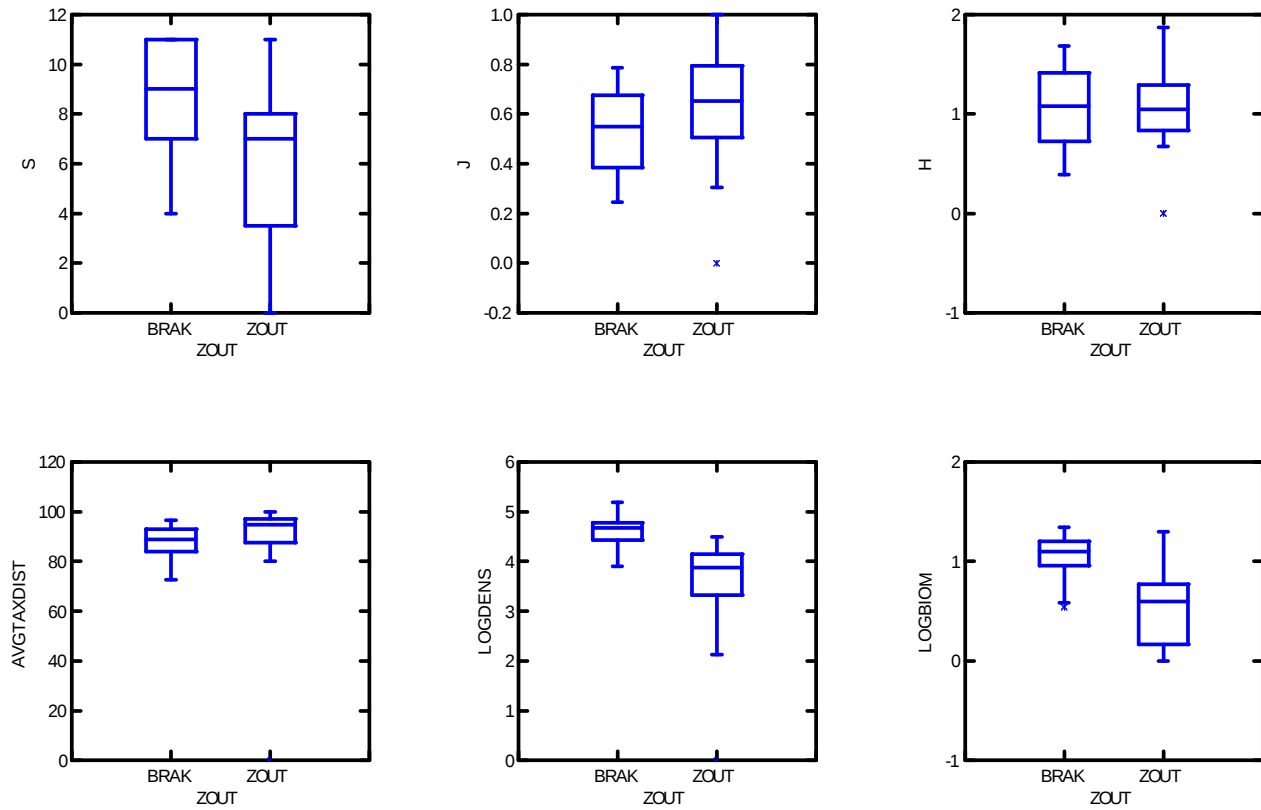
Bijlage 15

Boxplot van de bodemdieren aantal soorten (S), Evenness (J), Shannon Index (H), Taxonomic distinctness (AVGTAXDIST), Dichtheid (LOGDENS) en Biomassa (LOGBIOM) in de Brakke en Zoute gebied van het Hoge Litoraal LDYN_HLIT_SLIB en SUPLIT.



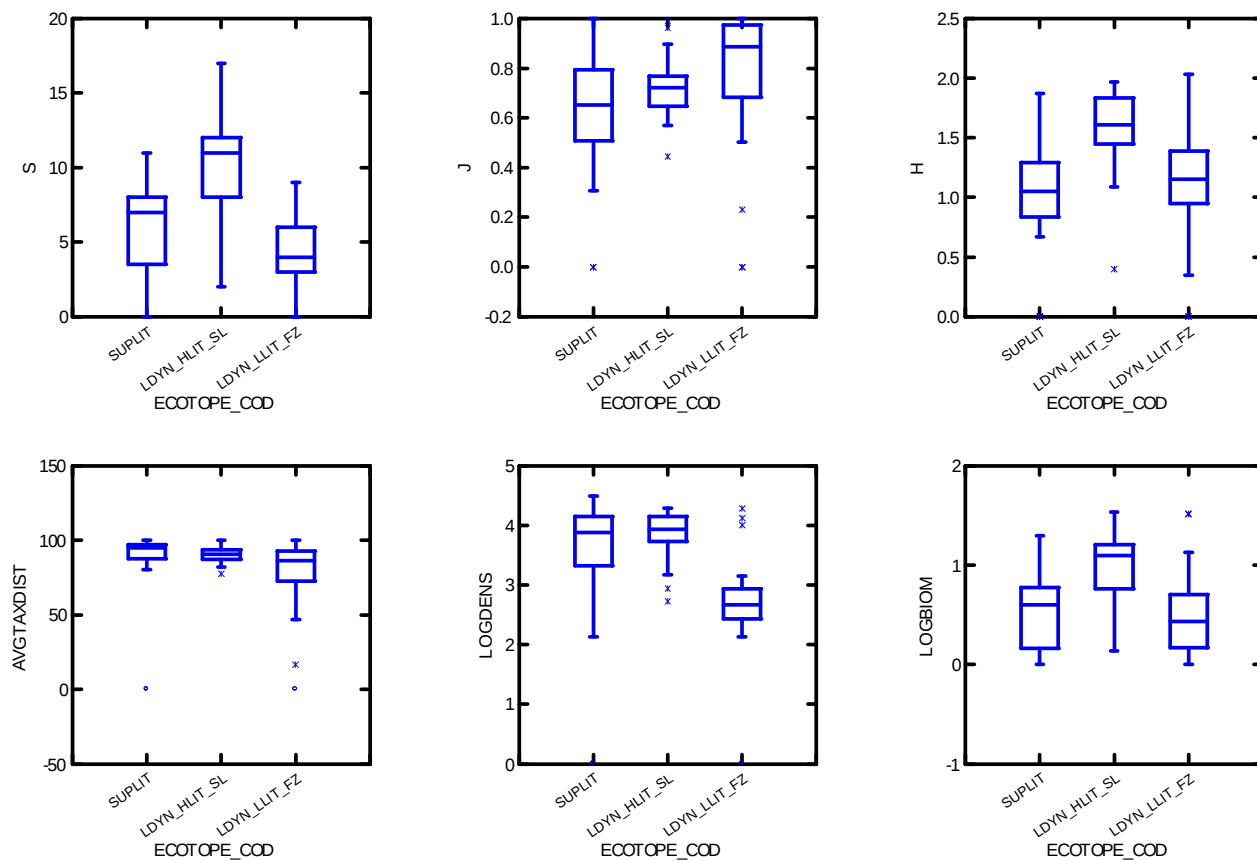
Bijlage 16

Boxplot van de bodemdieren aantal soorten (S), Evenness (J), Shannon Index (H), Taxonomic distinctness (AVGTAXDIST), Dichtheid (LOGDENS) en Biomassa (LOGBIOM) in de Brakke en Zoute gebied van het Supra Litoraal SUPLIT.



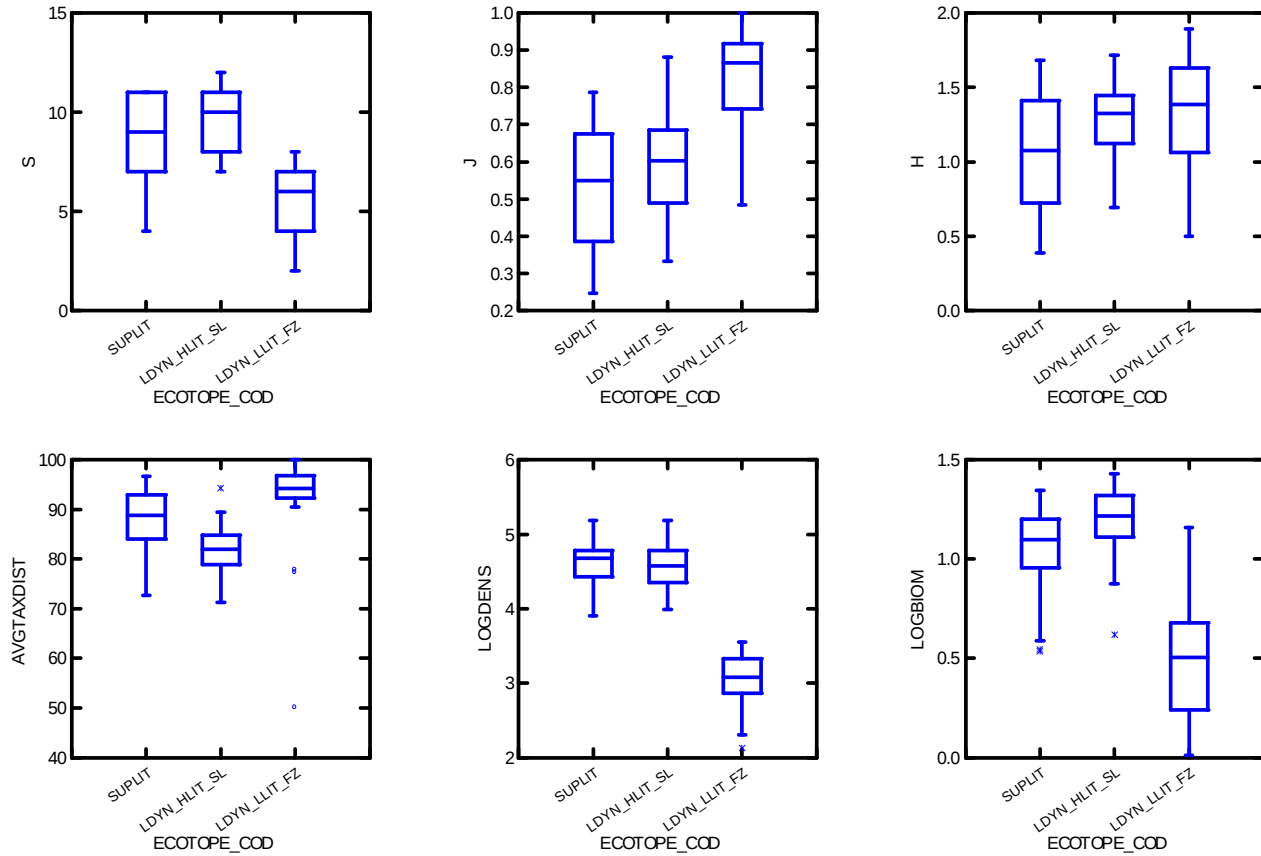
Bijlage 17

Boxplot van de bodemdieren aantal soorten (S), Evenness (J), Shannon Index (H), Taxonomic distinctness (AVGTAXDIST), Dichtheid (LOGDENS) en Biomassa (LOGBIOM) in de drie Ecotopen klassen LDYN_LLIT_FZAND, LDYN_HLIT_SLIB en SUPLIT bemonsterd in het zoute gebied (Hooge Platen).



Bijlage 18

Boxplot van de bodemdieren aantal soorten (S), Evenness (J), Shannon Index (H), Taxonomic distinctness (AVGTAXDIST), Dichtheid (LOGDENS) en Biomassa (LOGBIOM) in de drie Ecotopen klassen LDYN_LLIT_FZAND, LDYN_HLIT_SLIB en SUPLIT bemonsterd in het brakke gebied (Valkenisse).



Een evaluatie van de ecotopen bemonstering

Bijlage 19

Uitslag van de SIMPER analyse met de soorten (soorten dichtheden na vierde wortel transformatie) die gecumuleerd bijdragen aan 90% van de vergelijkbaarheid tussen de monsters binnen elke ecotoop.

Group LDYN_LLIT_FZAND_BRAK						
Average	similarity:	48.11				
Species		Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Heteromastus	filiformis	466.67	12.91	1.42	26.85	26.85
Bathyporeia	pilosa	216	10.31	1.25	21.43	48.27
Macoma	balthica	309.33	10.27	1.26	21.36	69.63
Hydrobia	ulvae	122.67	5.76	0.68	11.98	81.61
Corophium	arenarium	93.33	4.88	0.73	10.15	91.76

Group LDYN_HLIT_SLIB_BRAK						
Average	similarity:	72.45				
Species		Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Pygospio	elegans	22365.33	14.68	5.04	20.26	20.26
Nereis	diversicolor	3344	11.59	3.37	16	36.26
OLIGOCHAETA		7746.67	10.52	2.26	14.52	50.78
Hydrobia	ulvae	1754.67	9.89	5.18	13.66	64.44
Heteromastus	filiformis	4154.67	9.25	3.55	12.77	77.21
Cyathura	carinata	821.33	6.57	2.8	9.07	86.29
Macoma	balthica	472	5.25	2.09	7.25	93.54

Group SUPLIT_BRAK						
Average	similarity:	62.72				
Species		Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Pygospio	elegans	21541.33	15.87	2.49	25.3	25.3
OLIGOCHAETA		13632	11.73	1.93	18.7	44.01
Nereis	diversicolor	2741.33	10.94	3.86	17.45	61.45
Hydrobia	ulvae	1554.67	9.44	2.56	15.05	76.5
Macoma	balthica	266.67	3.96	1.26	6.32	82.82
Corophium	volutator	2528	3.34	0.62	5.33	88.15
Heteromastus	filiformis	1816	2.79	0.75	4.45	92.6

Group LDYN_LLIT_FZAND_ZOUT						
Average	similarity:	30.05				
Species		Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Macoma	balthica	234.67	12.31	1.13	40.98	40.98
Aphelocheata	marioni	1325.33	5.83	0.59	19.4	60.38
Nephtys	hombergii	50.67	4.09	0.49	13.62	74
Scoloplos	armiger	32	3.2	0.4	10.65	84.65
Nephtys	cirrosa	24	1.55	0.26	5.15	89.8
OLIGOCHAETA		192	1.23	0.3	4.08	93.88

Group LDYN_HLIT_SLIB_ZOUT						
Average	similarity:	53.3				
Species		Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Macoma	balthica	1576	10.66	2.73	20	20
Pygospio	elegans	2930.67	9.72	1.7	18.24	38.25
OLIGOCHAETA		2013.33	9.02	1.85	16.93	55.17
Malacoceros		568	4.6	1.25	8.62	63.8
Heteromastus	filiformis	200	3.82	1.08	7.17	70.96
Hydrobia	ulvae	266.67	3.29	0.75	6.17	77.14
Nereis	diversicolor	216	3.13	0.82	5.87	83.01
Corophium	arenarium	384	2.18	0.56	4.09	87.1
Scrobicularia	plana	197.33	2.1	0.72	3.94	91.04

Group SUPLIT_ZOUT						
Average	similarity:	38.73				
Species		Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Pygospio	elegans	5405.8	11.51	1.28	29.71	29.71
Hydrobia	ulvae	1084.06	5.87	0.8	15.17	44.88
Macoma	balthica	1000	5.64	0.91	14.57	59.45
OLIGOCHAETA		962.32	5.36	0.75	13.83	73.28
Nereis	diversicolor	466.67	4.6	0.78	11.88	85.15
Abra	tenuis	110.14	2.1	0.59	5.41	90.56

Bijlage 20

Uitslag van de SIMPER analyse met de soorten die bijdragen aan de scheiding tussen mogelijk aaneengrenzende ecotopen Hoog Litoraal/Supralitoraal in het zoute gebied (ANOSIM R waarde > 0.50 op basis van de soortensamenstelling in dichtheden na vierde wortel transformatie).

Average	dissimilarity	=		82.99		
	Group	LDYN_HLIT_SLIB_ZOUT	LDYN_LLIT_FZAND_ZOUT			
Species		Av.Abund	Av.Abund	Contrib%		Cum.%
Pygospio	elegans	2930.67	45.33	11.59		11.59
OLIGOCHAETA		2013.33	192	10.08		21.66
Macoma	balthica	1576	234.67	7.19		28.85
Malacoceros		568	0	6.75		35.6
Hydrobia	ulvae	266.67	0	5.93		41.53
Aphelochaeta	marioni	112	1325.33	5.58		47.12
Heteromastus	filiformis	200	72	5.55		52.66
Nereis	diversicolor	216	5.33	5.4		58.06
Corophium	arenarium	384	2.67	4.86		62.93
Scrobicularia	plana	197.33	13.33	4.08		67
Nephtys	hombergii	0	50.67	3.27		70.27
Polydora	cornuta	208	0	3.08		73.36
Scoloplos	armiger	2.67	32	2.76		76.12
Bathyporeia	pilosa	104	0	2.56		78.68
Retusa	obtusa	77.33	0	2.43		81.11
Abra	tenuis	232	0	2.07		83.19
Cerastoderma	edule	40	5.33	1.99		85.18
Nephtys	cirrosa	0	24	1.96		87.14
Bathyporeia	sarsi	24	0	1.61		88.75
Crangon	crangon	18.67	8	1.53		90.28

Average	dissimilarity	=		59.26		
	Group	LDYN_HLIT_SLIB_ZOUT	SUPLIT_ZOUT			
Species		Av.Abund	Av.Abund	Contrib%		Cum.%
Pygospio	elegans	2930.67	5405.8	10.47		10.47
OLIGOCHAETA		2013.33	962.32	9.49		19.96
Macoma	balthica	1576	1000	8.81		28.77
Hydrobia	ulvae	266.67	1084.06	8.05		36.82
Malacoceros		568	0	7.99		44.82
Corophium	arenarium	384	428.99	6.64		51.45
Nereis	diversicolor	216	466.67	6.62		58.07
Heteromastus	filiformis	200	26.09	5.77		63.84
Scrobicularia	plana	197.33	52.17	4.97		68.81
Abra	tenuis	232	110.14	4.73		73.55
Bathyporeia	pilosa	104	162.32	4.39		77.93
Polydora	cornuta	208	23.19	3.99		81.92
Retusa	obtusa	77.33	0	2.94		84.87
Cerastoderma	edule	40	8.7	2.4		87.26
Aphelochaeta	marioni	112	2.9	2.15		89.41
Bathyporeia	sarsi	24	0	1.8		91.21

Een evaluatie van de ecotopen bemonstering

Bijlage 21

Uitslag van de SIMPER analyse met de soorten die bijdragen aan de scheiding tussen mogelijk aaneengrenzende ecotopen Hoog Litoraal/Supralitoraal in het brakke gebied (ANOSIM R waarde > 0.50 op basis van de soortensamenstelling in dichtheden na vierde wortel transformatie).

Average	dissimilarity	=	73.21		
	Group	LDYN_LLIT_FZAND_BRAK	LDYN_HLIT_SLIB_BRAK		
Species		Av.Abund	Av.Abund	Contrib%	Cum.%
Pygospio	elegans	26.67	22365.33	17.03	17.03
OLIGOCHAETA		5.33	7746.67	13.81	30.84
Nereis	diversicolor	16	3344	12.26	43.1
Cyathura	carinata	0	821.33	8.24	51.34
Hydrobia	ulvae	122.67	1754.67	7.46	58.8
Heteromastus	filiformis	466.67	4154.67	6.33	65.14
Bathyporeia	pilosa	216	0	5.35	70.49
Manayunkia	aestuarina	2.67	954.67	4.54	75.03
Corophium	volutator	0	1096	3.81	78.84
Polydora	cornuta	0	701.33	3.75	82.59
Macoma	balthica	309.33	472	3.62	86.21
Corophium	arenarium	93.33	5.33	3.49	89.7
Scrobicularia	plana	21.33	24	2.08	91.78
Average	dissimilarity	=	34.63		
	Group	SUPLIT_BRAK	LDYN_HLIT_SLIB_BRAK		
Species		Av.Abund	Av.Diss	Cum.%	
Heteromastus	filiformis	1816	4154.67	12.15	12.15
Pygospio	elegans	21541.33	22365.33	11.21	23.35
OLIGOCHAETA		13632	7746.67	11.14	34.49
Corophium	volutator	2528	1096	10.73	45.22
Cyathura	carinata	568	821.33	8.18	53.39
Manayunkia	aestuarina	200	954.67	7.51	60.9
Polydora	cornuta	98.67	701.33	6.42	67.32
Macoma	balthica	266.67	472	5.31	72.63
Nereis	diversicolor	2741.33	3344	5.09	77.72
Corophium	arenarium	565.33	5.33	4.01	81.72
Hydrobia	ulvae	1554.67	1754.67	3.95	85.68
Mya	arenaria	69.33	8	3.36	89.03
Nereis	succinea	16	53.33	3	92.03

Bijlage 22

Uitslag van de SIMPER analyse met de soorten die bijdragen aan de scheiding tussen mogelijk aaneengrenzende Zoute/Brakke versies van LDYN_LLIT_FZAND en LDYN_HLIT_SLIB (ANOSIM R waarde > 0.50 op basis van de soortensamenstelling in dichtheden na vierde wortel transformatie).

Average	dissimilarity	=		85.83		
	Group	LDYN_LLIT_FZAND_BRAK	LDYN_LLIT_FZAND_ZOUT			
Species		Av.Abund	Av.Abund	Contrib%		Cum.%
Heteromastus	filiformis	466.67	72	12.78		12.78
Bathyporeia	pilosa	216	0	10.67		23.45
Aphelochaeta	marioni	0	1325.33	8.2		31.65
Hydrobia	ulvae	122.67	0	8.07		39.72
Macoma	balthica	309.33	234.67	7.71		47.43
Corophium	arenarium	93.33	2.67	6.73		54.16
Nephtys	hombergii	0	50.67	5.19		59.35
Scoloplos	armiger	0	32	4.38		63.73
OLIGOCHAETA		5.33	192	3.97		67.7
Pygospio	elegans	26.67	45.33	3.67		71.37
Scrobicularia	plana	21.33	13.33	3.31		74.68
Nephtys	cirrosa	0	24	3.2		77.88
Arenicola	marina	24	0	2.77		80.65
Nereis	diversicolor	16	5.33	2.48		83.13
Magelona	papillicornis	0	18.67	2.28		85.41
Spio	martinensis	0	13.33	1.53		86.94
Crangon	crangon	5.33	8	1.48		88.42
Cerastoderma	edule	8	5.33	1.45		89.87
Lanice	conchilega	0	18.67	1.41		91.28
Average	dissimilarity	=		54.18		
	Group	LDYN_HLIT_SLIB_ZOUT	LDYN_HLIT_SLIB_BRAK			
Species		Av.Abund	Av.Abund	Contrib%		Cum.%
Pygospio	elegans	2930.67	22365.33	9.34		9.34
Nereis	diversicolor	216	3344	9.14		18.48
Cyathura	carinata	5.33	821.33	8.21		26.69
Heteromastus	filiformis	200	4154.67	7.86		34.55
OLIGOCHAETA		2013.33	7746.67	7.09		41.64
Hydrobia	ulvae	266.67	1754.67	6.97		48.61
Malacoceros		568	0	6.08		54.69
Manayunkia	aestuarina	0	954.67	4.82		59.51
Polydora	cornuta	208	701.33	4.77		64.29
Macoma	balthica	1576	472	4.4		68.68
Corophium	arenarium	384	5.33	4.39		73.08
Corophium	volutator	2.67	1096	4.01		77.09
Scrobicularia	plana	197.33	24	3.74		80.83
Retusa	obtusa	77.33	0	2.35		83.18
Bathyporeia	pilosa	104	0	2.15		85.33
Abra	tenuis	232	2.67	2.11		87.44
Cerastoderma	edule	40	2.67	1.8		89.24
Aphelochaeta	marioni	112	0	1.62		90.86