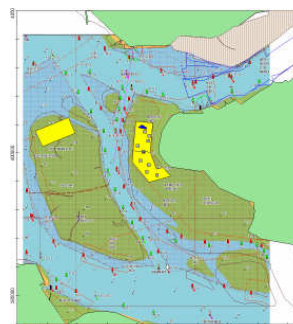




# Effecten van kokkelvisserij op de natuurwaarden van slikken (Dortsman) in de Oosterschelde: Sediment eigenschappen en karakteristieken van de bodemdieren gemeenschappen voor en na het vissen

Vincent Escaravage



Monitor Taskforce Publication Series 2007-01  
Februari 2007



Monitor Taakgroep  
NIOO/CEME  
Nederlands Instituut voor Ecologie  
Centrum voor Estuariene en Mariene Ecologie

## Dankwoord

De medewerkers van de Monitor Taakgroep (NIOO/CEME) waren verantwoordelijk voor het bemonsteren en uitwerken van de bodemdieren monsters tot en met het tot stand brengen van een bruikbare dataset.

De bemanning van de schepen YE172, YE98 en YE42 hebben een welwillende hulp verleend bij het uitvoeren van de bemonstering op de Westerschelde en op de Oosterschelde.

Joke Kesteloo-Hendrikse en Douwe van de Ende (IMARES) hebben assistentie verleend aan de MT medewerkers tijdens de bemonstering.

Herman Hummel (hoofd MT) en Sander Wijnhoven (MT) hebben correcties aangebracht in een conceptversie van de rapportage.

Aad Smaal was projectbegeleider voor IMARES-Yerseke

Jaap Holstein was opdrachtgever namens de Coöperatieve Producentenorganisatie van de Nederlandse Kokkelvisserij (PO-Kokkels).

© Copyright, 2007. 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).

*EFFECTEN VAN KOKKELVISSERIJ OP DE NATUURWAARDEN VAN SLIKKEN (DORTSMAN) IN DE OOSTERSCHELDE: SEDIMENT EIGENSCHAPPEN EN KARAKTERISTIEKEN VAN DE BODEMDIEREN GEMEENSCHAPPEN VOOR EN NA HET VISSEN, Vincent Escaravage, 25 pp met illustraties in tekst en bijlagen.*

NIOO-CEME Rapport 2007-01. KNAW-NIOO, Centrum voor Estuariene en Mariene Ecologie, Yerseke.

ISSN Nummer 1381-6519

## Inhoudsopgave

Samenvatting.....	3
1 Achtergrond en uitvoering .....	4
1.1 Achtergrond .....	4
1.2 Vakindeling voor de bemonstering en experimentele opzet .....	4
1.3 Bemonstering van macrofauna en sediment .....	5
1.4 Uitwerking van de monsters.....	5
1.4.1 Analyse van de sediment monsters .....	5
1.4.2 Behandeling van de bodemdieren monsters.....	5
1.4.3 Primaire verwerking van de bodemdieren gegevens.....	6
1.4.4 Analyse van de resultaten .....	6
1.5 Eigenschappen van de bodemdieren gemeenschap .....	7
2 Ruimtelijke (natuurlijke) gradiënten van sediment en bodemdieren gemeenschappen tussen de vakken op tijdstip $t_0$ : Gevolgen voor de experimentele opzet .....	8
2.1 mediane Korrelgrootte op $t_0$ .....	8
2.2 Macrofauna dichtheid en biomassa op $t_0$ .....	8
2.3 Macrofauna diversiteit op $t_0$ .....	9
2.4 Dominante soorten op $t_0$ .....	10
3 Aanwezigheid van autonome ontwikkelingen in de referentie vakken.....	12
3.1 Veranderingen in sediment eigenschappen in referentie vakken .....	12
3.2 Veranderingen in bodemdieren dichtheid en biomassa in referentie vakken.....	12
3.3 Veranderingen in macrofauna diversiteit in de referentie vakken .....	13
3.4 Veranderingen in dominante soorten in de referentie vakken .....	13
4 Aanwezigheid van effecten in beviste vakken tussen $t_0$ en $t_1$ .....	14
4.1 Veranderingen in sediment eigenschappen op de beviste vakken.....	14
4.2 Veranderingen in bodemdieren dichtheid en biomassa in de beviste vakken.....	14
4.3 Veranderingen in macrofauna diversiteit in de beviste vakken.....	15
4.4 Veranderingen in dominante soorten in de beviste vakken.....	15
5 Effecten van de kokkelvisserij op de kokkels .....	17
6 Conclusie en aanbevelingen voor verder onderzoek.....	19
Bijlagen.....	20



## **Samenvatting**

Op de Slikken van de Dortsman (Oosterschelde) werden in het najaar van 2006, kort voor en kort na het bevissen van het gebied door mechanische kokkelvisserij, 45 monsters genomen voor het bepalen van de bodemdieren levensgemeenschappen, en 45 sedimentmonsters voor het bepalen van de sediment karakteristieken. Voor visserij gesloten vakken dienden als referentie voor de beviste vakken.

Zowel de sediment eigenschappen als de karakteristieken van de bodemdieren gemeenschappen toonden scherpe ruimtelijke gradiënten tussen de monstervakken met onderscheiding van drie geomorfologische gebieden (noord, west en zuid). Veranderingen in sediment en bodemdieren eigenschappen werden binnen elke geografische groep waargenomen.

Binnen zes weken waren er geen veranderingen waar te nemen op de referentie locaties mbt de sediment en de bodemdieren eigenschappen. Daardoor konden de effecten van de kokkelvisserij rechtstreeks gemeten worden door de veranderingen waargenomen op de beviste locaties. De sediment eigenschappen noch de karakteristieken van de bodemdieren gemeenschap (m.u.v. de kokkels) lieten significante verschillen zien op de beviste locaties tussen de twee bemonsteringen op  $t_0$  en  $t_1$ . Daardoor kan worden geconcludeerd dat de werking van een hydraulische kokkelkor onder de gegeven omstandigheden op de slikken van de Dortsman geen korte termijn (6 weken) effecten heeft gehad op de natuurwaarde (sediment en bodemdieren) van de beviste locaties. De significante afname van de kokkel biomassa op de beviste locaties wijst op het exclusieve effect van de kokkelvisserij op de kokkels. De kokkelvisserij blijkt bovendien selectief op grootte kokkels (>15 mm) te vissen.

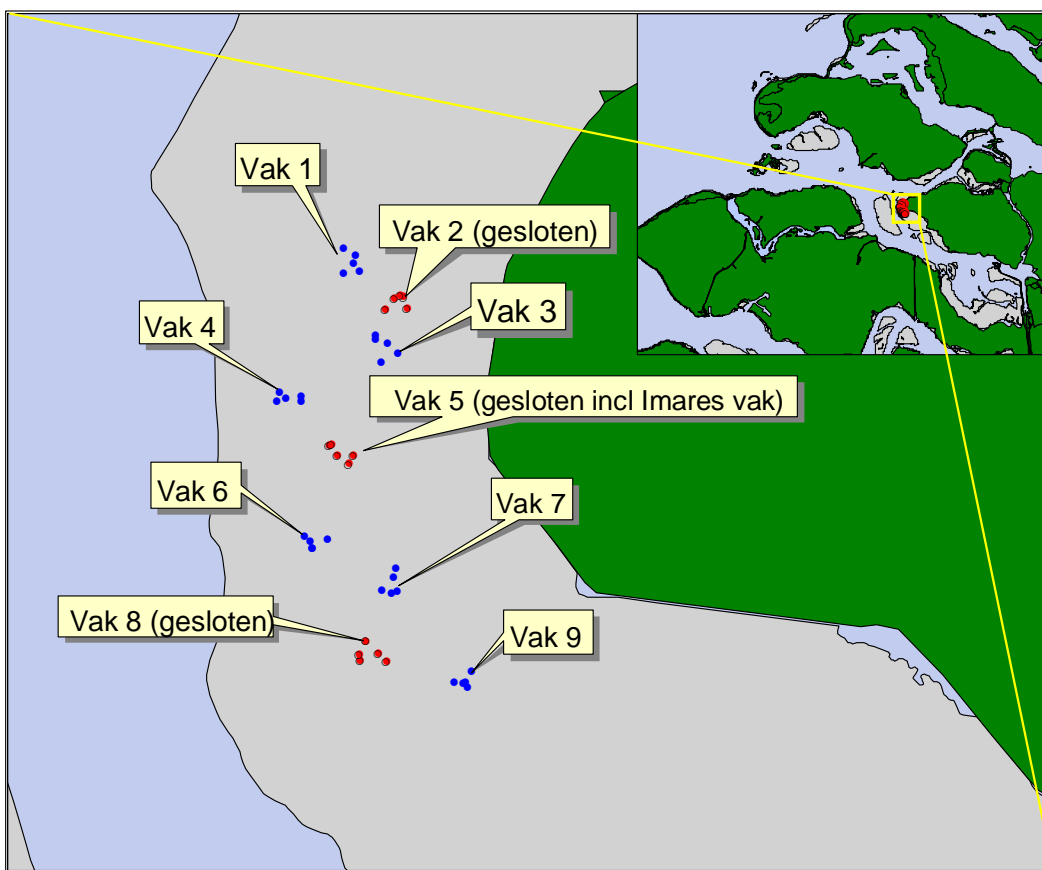
# 1 Achtergrond en uitvoering

## 1.1 ACHTERGROND

De huidige studie vindt plaats in het kader van het meerjarige Project Onderzoek Duurzame Schelpdiervisserij (PRODUS), waarbinnen onderzoek wordt uitgevoerd met betrekking tot de ecologische effecten van schelpdiervisserij in relatie tot de ontwikkeling van natuurwaarden in de kustwateren. De oorspronkelijke opdracht bestond uit het nemen van bodemdieren en sediment monsters in beviste, uitgezaaide dan wel ongestoorde locaties in de Westerschelde (Molenplaat, Lage springer). Als gevolg van de afwezigheid van kokkels op de te bevissen locaties is er door de opdrachtgever besloten van de geplande bemonsteringen af te zien. Aangezien het kokkelprogramma in de Westerschelde niet vervolgd werd, is er een alternatief programma in de Oosterschelde (Dortsman bij Stavenisse) uitgevoerd. De op het NIOO/CEME opererende Monitor Taakgroep (MT) was als opdrachtnemer verantwoordelijk voor het vaststellen van de monsterlocaties, de bemonstering, de monsterverwerking en het produceren van de huidige rapportage.

**Figuur 1**

Kaart van de monsterlocaties op de Dortsman met de vakindeling: open (blauwe symbolen) en gesloten (rode symbolen) voor visserij.



## 1.2 VAKINDELING VOOR DE BEMONSTERING EN EXPERIMENTELE OPZET

In overleg met de opdrachtgever is voorgesteld om 45 monsters binnen 9 vakken (100 x 100 meter) op de Slikken van de Dortsman in het najaar 2006 te verzamelen om de effecten van de kokkelvisserij op de bodemdieren fauna en de sedimentsamenstelling te toetsen (Figuur 1). Er is twee maal (voor en na het vissen), op 6 september 2006 ( $t_0$ ) en 09 november 2006 ( $t_1$ ), binnen elke vak bemonsterd. De vakken zijn verdeeld in 3 series van 3 vakken. De eerste serie (vakken 2, 5 en 8) is bedoeld als controle, en daar mag totaal geen visserij en/of kweek activiteit in plaats vinden. De andere 2 series kunnen verdeeld worden in 2 typen behandelingen (bijv. 1 serie wel vissen niet zaaien, en 1 serie wel vissen wel zaaien). Vlak na het

tijdstip  $t_0$  zijn de visvakken (1, 3, 4, 6, 7, 9) bevestigd met een hydraulische kokkelkor. De (blackbox) registratie van de visintensiteit en de resultaten daarvan (vangst) zijn weergegeven in Bijlage 1.

De experimentele opzet volgt de zogenaamde BACI design (Before/After/Control/Impact) waar vergelijkingen worden gemaakt tussen de tijdstippen  $t_0$  en  $t_1$  op de bevestigde locaties, rekening houdend met de mogelijke 'autonome' veranderingen opgetreden tijdens dezelfde periode op de onbevestigde (referentie) locaties. De hoekcoördinaten van de vakken en van de monsterpunten zijn weergegeven in Bijlage 2 en Bijlage 3.

### 1.3 BEMONSTERING VAN MACROFAUNA EN SEDIMENT

Binnen ieder vak zijn willekeurig 5 locaties door MT bepaald en bemonsterd volgens de methodiek van de standaard biomonitoring (BIOMON) procedure van RWS. Op elke monsterlocatie zijn 3 steekbuizen ( $0,015 \text{ m}^2$ ) gestoken voor het bemonsteren van de bodemdieren. De sediment-inhoud van deze steken is samengevoegd en uitgezeefd over 1 mm. Daarbij is ook een sediment monster genomen (1 buisje 3 cm diep) voor het bepalen van de korrelgrootte karakteristieken.

Tijdens de bemonstering gingen de MT-medewerkers bij laag water op de Slikken van de Dortsman waar assistentie verleend werd door een daar aanwezige boot van de PO-kokkels en bemanning. De bemonstering van de 45 locaties vond plaats gedurende één getijde. Met behulp van de bootbemanning zijn de bodemdieren monsters aan de waterkant gebracht voor het zeven en in potten doen van de monsters. Vervolgens zijn de monsterpotten naar het lab gebracht voor fixatie (formaline) en verdere uitwerking volgens de vaste procedures in gebruik bij de Monitor Taakgroep (ISO 9001:2000). De monsters voor sediment analyse zijn opgeslagen in een diepvriezer op het lab tot de dag van de analyse.

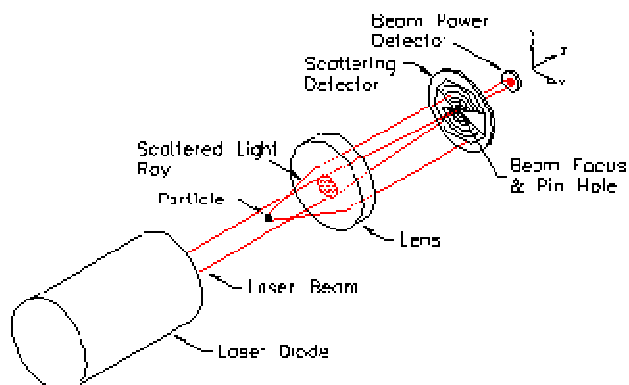
### 1.4 UITWERKING VAN DE MONSTERS

#### 1.4.1 Analyse van de sediment monsters

De sediment analyse bestaat uit een korrelgroottebepaling gebaseerd op het principe van laserdiffractie met behulp van een Mastersizer 2000.

Figuur 2

Links: Principe schema van een granulometrische analyse m.b.v. laserdiffractie. Een gesuspendeerd deeltje dat door een laserstraal gaat verandert de optische eigenschappen daarvan. Detectoren analyseren de eigenschappen van het verstrooide licht en sturen signalen naar een computer voor het berekenen van de korrelgroottes. Rechts: het Malvern laserdiffractie apparaat in gebruik op het CEME.



De apparaten, ontwikkeld bij de firma Malvern Instruments, analyseren de lichtverstrooiingspatronen van sedimentdeeltjes in suspensie bij het passeren door een laserbundel. Onder standaard voorwaarden m.b.t. de vorm van de deeltjes (sferisch) en hun breking- en absorptie indexen, kan de laatste generatie van de Malvern's de grootte distributie van deeltjes bepalen tussen 0.02 en 2000  $\mu\text{m}$ . Belangrijke aannames van deze techniek zijn dat i.- alle deeltjes beschouwd zijn als sferische bolletjes, ii.- de waargenomen verstrooiingspatronen afkomstig zijn van individuele deeltjes (geen klontering).

De mediane korrelgrootte (minimale korrelgrootte van 50% van de sediment volumina) is in deze studie gebruikt als karakteristiek voor de sedimentsamenstelling.

#### 1.4.2 Behandeling van de bodemdieren monsters

In het lab worden de monsters nagespoeld, gekleurd met Bengaals Rood 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 (x6 - 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 worden 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 van de complete exemplaren van de wadpier *Arenicola marina* (dankzij hun stevige niet breekbare structuur) wordt de lengte of lengteklasse genoteerd.

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

- Door het direct bepalen van het asvrij-drooggewicht. Hiervoor worden dieren met verschillende lengte minimaal 2 dagen gedroogd bij 80°C, en nadien gedurende 2 uur bij 560-580°C verast. Het asvrij-drooggewicht (ADW) is dan het verschil tussen het drooggewicht 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 worden lengtegewicht regressies opgesteld (verkregen uit de database). 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 gebruik van een alternatieve regressie wordt altijd gecheckt of deze passend is bij de huidige observaties. Bij het toekennen van een regressie wordt zo veel mogelijk een regressie van hetzelfde type 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 1-10 sec op filtreerpapier gedroogd en dan gewogen. In verband met een grotere hoeveelheid aanhangend water worden de grote exemplaren iets langer gedroogd dan de kleine. Voor de omrekening van natgewicht naar asvrij drooggewicht is gebruik gemaakt van conversiefactoren die werden bepaald tijdens eerdere monitoring-campagnes (verkregen uit de database).
- Door het toekennen van een gemiddelde biomassa uit de bemonsterde populatie of een vergelijkbare populatie in de uitzonderlijke gevallen dat lengte noch natgewicht bepaald konden worden.

#### 1.4.3 Primaire verwerking van de bodemdieren gegevens

Voor de primaire verwerking van de gegevens zijn de bodemdieren monsters van de monsterslocaties beschouwd als replicamonsters voor elke vak en de bodemdieren worden benaderd op drie taxonomische niveaus. Op het eerste niveau zijn de dichtheid, biomassa en diversiteit (Shannon index) van de totale macrofauna berekend voor elke monsterpunt. Op het tweede niveau zijn de dominante taxonomische groepen (klassen) onderscheiden mbt hun dichtheid en biomassa. Op het derde en laatste niveau is een selectie gemaakt van de dominante soorten binnen elke vak. Drie verschillende definities kunnen worden gehanteerd voor het selecteren van de meest dominante soorten:

1. de gemiddeld meest frequent voorkomende soorten,
2. de soorten met de hoogste gemiddelde relatieve dichtheden, en
3. de soorten met de hoogste gemiddelde relatieve biomassa.

Drie soortenlijsten zijn opgesteld door een selectie te maken van de twintig eerste soorten met betrekking tot deze drie verschillende maten van dominantie. Van elke soortenlijst (op basis van dichtheid, biomassa, frequentie) is een selectie gemaakt van de tien hoogst scorende soorten. De tien hoogst scorende soorten van elke lijst zijn samen met de soorten die in alle drie de tabellen tegelijk voorkomen samengevoegd in de 'lijst van de dominante soorten'. Deze soortenlijst is vervolgens gebruikt voor de analyse van de bodemdieren op het (multivariabel) niveau van soortensamenstelling.

#### 1.4.4 Analyse van de resultaten

Voorafgaand aan het toetsen van de verschillen tussen de bemonsteringen op de tijdstippen  $t_0$  en  $t_1$  is gekeken naar de oorspronkelijke verschillen aanwezig op  $t_0$  tussen de monstervakken. De sediment en bodemdieren karakteristieken zijn gebruikt voor het inschatten van de bruikbaarheid van de onbeviste locaties als referenties voor de beviste locaties. Daarvoor moeten de karakteristieken van de referentie vakken niet significant verschillend zijn van die in de beviste vakken op  $t_0$ . De vergelijking tussen de vakken is uitgevoerd met behulp van de verdelingsvrije (groepsgewijze) Mann-Whitney toets ( $p < 0.05$ ).

Vergelijkingen tussen  $t_0$  en  $t_1$ , zijn vervolgens uitgevoerd voor zowel de referentie locaties (autonome ontwikkeling) als de beviste locaties (effect metingen). Voor deze vergelijkingen is gebruik gemaakt van de verdelingsvrije (paarsgewijze) Fisher sign Test ( $p < 0.05$ ).

Eerst wordt gecontroleerd op autonome ontwikkelingen in de referentie gebieden tussen de twee monstertijdstippen:

- In afwezigheid van autonome ontwikkeling in de referentie vakken geven de verschillen tussen  $t_0$  en  $t_1$  waargenomen in de beviste vakken, direct de effecten van de visserij weer.
- In geval van autonome ontwikkeling worden eerst de verschillen berekend tussen de referentie en de beviste vakken op respectievelijk  $t_0$  en  $t_1$ . Vervolgens wordt het effect van de visserij gemeten door de veranderingen in de verschillen tussen de beviste en referentie vakken gemeten op  $t_0$  en  $t_1$  te berekenen.



## 1.5 EIGENSCHAPPEN VAN DE BODEMDIEREN GEMEENSCHAP

Er zijn 37 soorten geïdentificeerd die vallen onder de volgende vijf taxonomische klassen: Borstelwormen (19 soorten), Schaaldieren (14 soorten), Tweekleppigen (6 soorten), Slakken (2 soorten), en Ringwormen (geen onderscheid van soorten gemaakt voor deze groep).

De drie lijsten van de twintig dominante soorten op basis van hun treffrequentie, gemiddelde dichtheid en biomassa zijn weergegeven in Bijlage 4, Bijlage 5 en Bijlage 6. Op basis van die lijsten is een lijst gemaakt van de veertien dominante soorten voor de totale dataset (Tabel 1).

**Tabel 1**

De 14 soorten geselecteerd op basis van hun hoge gemiddelde treffrequentie, dichtheid en biomassa in de huidige dataset

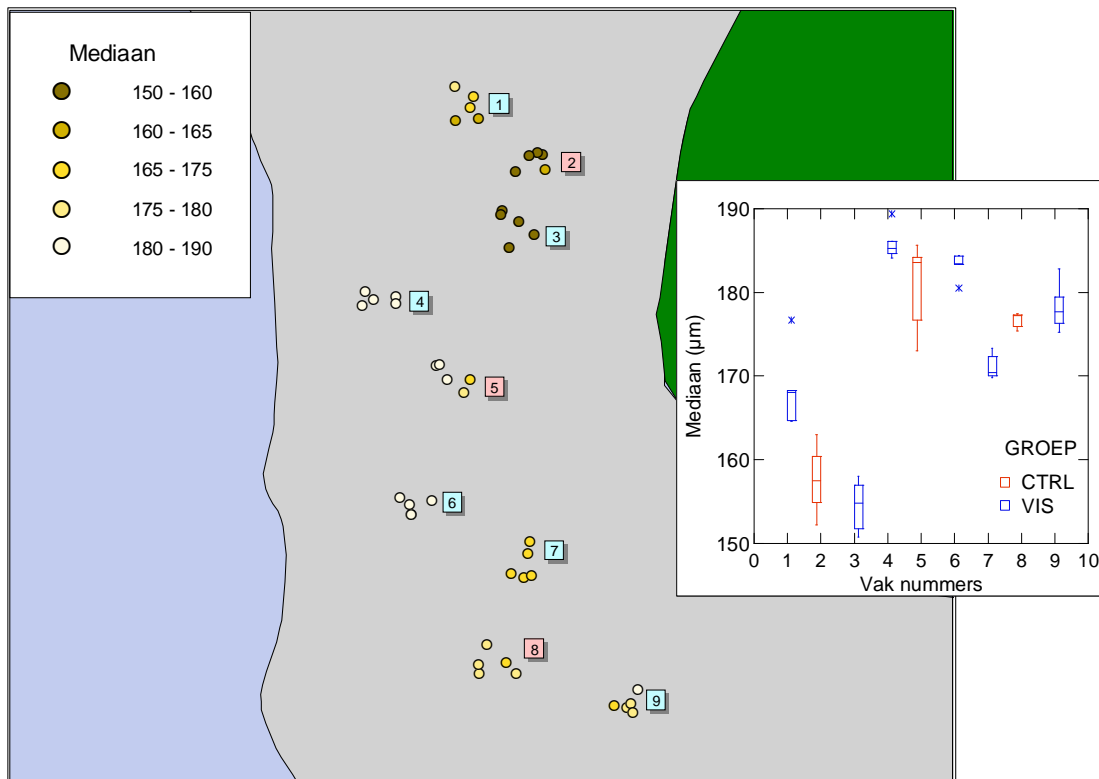
Soortnaam	Klasse	Frequentie (%)	Dichtheid (ind m <sup>-2</sup> )	Biomassa (mg AFDW m <sup>-2</sup> )
<i>Cerastoderma edule</i>	Tweekleppigen	84.44	229.3	48834.8
<i>Hydrobia ulvae</i>	Slakken	82.22	8639.6	4505.8
<i>Urothoe poseidonis</i>	Schaaldieren	75.56	441.9	157.7
<i>Nephtys hombergii</i>	Borstelwormen	44.44	31.9	460.8
<i>Scoloplos armiger</i>	Borstelwormen	37.78	51.5	55.9
<i>Aphelochaeta marioni</i>	Borstelwormen	33.33	48.9	3.4
<i>Spio martinensis</i>	Borstelwormen	23.33	19.3	0.9
<i>Lanice conchilega</i>	Borstelwormen	20.00	31.1	660.0
<i>Capitella capitata</i>	Borstelwormen	20.00	22.2	3.7
<i>Mya arenaria</i>	Tweekleppigen	18.89	15.6	2025.7
<i>Crangon crangon</i>	Schaaldieren	16.67	12.6	86.3
<i>Arenicola marina</i>	Borstelwormen	14.44	9.63	1088.0
<i>Malmgreniella lunulata</i>	Borstelwormen	8.89	5.9	14.9
<i>Carcinus maenas</i>	Schaaldieren	4.44	2.9	78.9

## 2 Ruimtelijke (natuurlijke) gradiënten van sediment en bodemdieren gemeenschappen tussen de vakken op tijdstip $t_0$ : Gevolgen voor de experimentele opzet

### 2.1 MEDIANE KORRELGROOTTE OP $T_0$

**Figuur 3**

Kaart van de monsterlocaties binnen de verschillende vakken met opgave van de mediane korrelgrootte ( $\mu\text{m}$ ). De kleur van de symbolen is een indicatie voor de korrelgrootte (hoe donkerder hoe meer slib). Toegevoegde grafiek: Box-plot grafiek met weergave van de range aan korrelgrootte waarden gemeten binnen elke vak.



De geografische verdeling van de sedimentaire eigenschappen laat duidelijke verschillen zien tussen de vakken. De noordelijke vakken 1, 2 en 3 worden gekenmerkt door een lage gemiddelde korrelgrootte waarde ( $160 \mu\text{m} \pm 7 \text{ SD}$ ) terwijl de hoogste waarden ( $183 \mu\text{m} \pm 4 \text{ SD}$ ) worden waargenomen op de westelijk gelegen locaties (4, 5, 6). De mediane korrelgroottes gemeten op de zuidelijke locaties ( $175 \mu\text{m} \pm 4 \text{ SD}$ ) liggen tussen de gemiddelde waarden waargenomen in de noordelijk en westelijk gelegen vakken. Een Kruskal-Wallis toets wijst op onderlinge significante verschillen ( $p < 0.001$ ) tussen de drie geografische groepen Noord, West en Zuid.

### 2.2 MACROFAUNA DICHTHEID EN BIOMASSA OP $T_0$

De totale macrofauna dichtheid en biomassa laten ook duidelijke verschillen zien (Figuur 4) tussen de drie geografische groepen (Noord, West, Zuid).

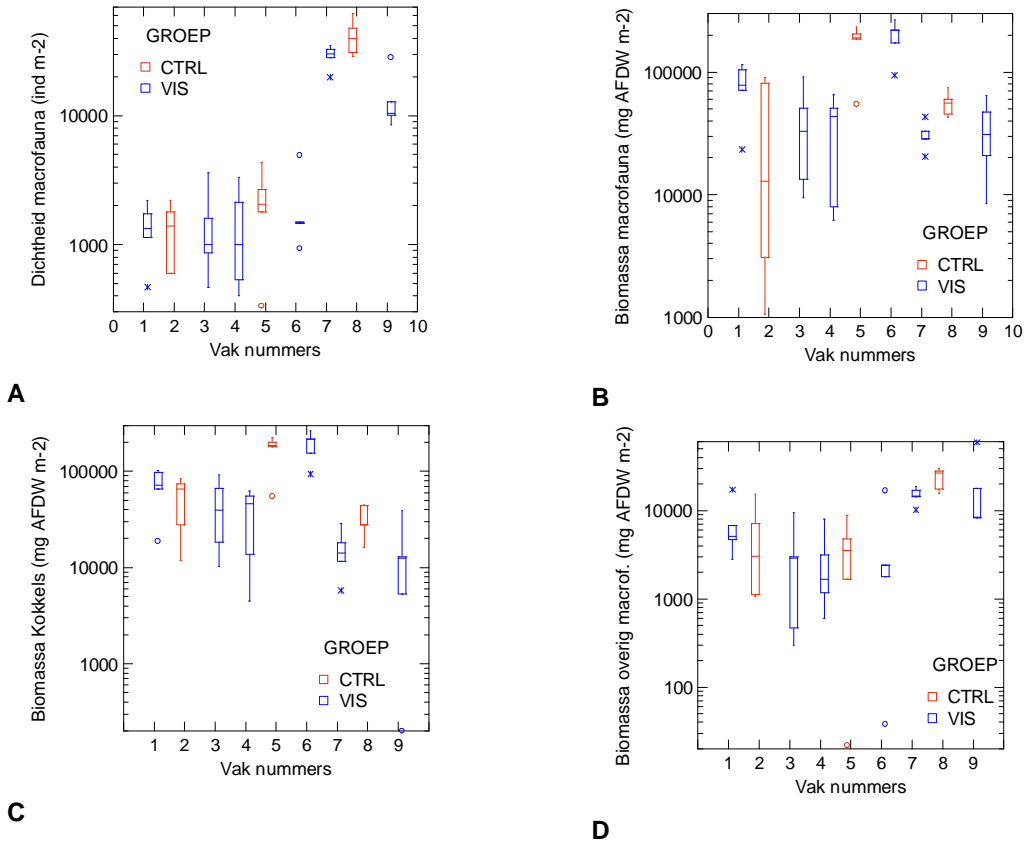
De zuidelijke groep wordt gekenmerkt door hoge dichtheden, de westelijk gelegen vakken kennen hoge biomassa's. Echter binnen de westelijk gelegen groep onderscheidt vak 4 zich van de vakken 5 en 6 door lagere dichtheid en biomassa (vergelijkbaar met die van de vakken van de noordelijk gelegen groep; de vakken 1, 2 en 3).

Wanneer onderscheid wordt gemaakt tussen de Kokkels en de Overige ("niet kokkels") macrofauna, laat de biomassa verschillende distributiepatronen zien voor deze twee groepen van organismen (Figuur 4). Terwijl de kokkels (en totale macrofauna) een hogere biomassa laten zien in vakken 5 en 6 (West) dan in de vakken

uit de zuidelijk gelegen groep (7, 8, 9) wordt het tegenovergestelde waargenomen voor de overige ("niet kokkels") macrofauna.

**Figuur 4**

Box-plot grafieken van A.-De totale macrofauna dichtheid (ind  $m^{-2}$ ) en B.-de biomassa (mg AFDW  $m^{-2}$ ), en C de biomassa aan Kokkels (mg AFDW  $m^{-2}$ ), en D.-de biomassa aan overige macrofauna (mg AFDW  $m^{-2}$ ) waargenomen in de verschillende vakken (1-9) op  $t_0$  in de referentie- (CTRL) en beviste vakken (VIS).

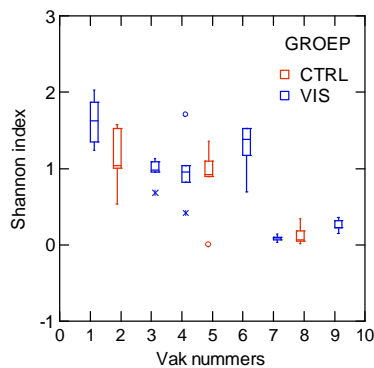


Met betrekking tot de overige macrofauna (de kokkels uitgezonderd) onderscheiden de zuidelijk gelegen stations (7, 8, 9) zich duidelijk van alle andere monsterlocaties door hogere dichtheid en biomassa.

### 2.3 MACROFAUNA DIVERSITEIT OP $T_0$

**Figuur 5**

Box-plot grafieken van de Shannon index berekend op basis van de overige (niet kokkels) macrofauna in de verschillende vakken (1-9) op  $t_0$  in de referentie- (CTRL) en beviste vakken (VIS).



De diversiteit van de overige (niet kokkels) macrofauna gemeten met de Shannon index laat net zoals voor de biomassa en dichtheid een duidelijk verschil zien tussen de zuidelijke locaties (lage waarden) en de twee andere geografische groepen (Figuur 5).

#### 2.4 DOMINANTE SOORTEN OP T<sub>0</sub>

De dichtheid en biomassa van de 14 dominante soorten zijn gebruikt voor het berekenen van gelijkenismatrices. Hierbij worden de monsterlocaties vergeleken op basis van hun soortensamenstellingen. De grafische representaties van de gelijkenismatrices (MDS plots) laten voor zowel biomassa's als dichtheden een duidelijk onderscheid zien tussen de zuidelijk gelegen locaties (bolletjes in MDS-plots) en de locaties van de andere geografische groepen (Figuur 6). De westelijk gelegen (vierkantjes) en noordelijk gelegen (driehoekjes) locaties zijn ook, maar dan in mindere mate, te onderscheiden in de MDS-plots. Een ANOSIM procedure bevestigt dat de drie groepen significant van elkaar te onderscheiden zijn ( $p < 0.05$ ) mbt beide parameters (dichtheid en biomassa van de dominante soorten). Zoals aangewezen door een SIMPER procedure blijken de drie soorten *Cerastoderma edule*, *Hydrobia ulvae*, en *Urothoe poseidonis* voornamelijk verantwoordelijk te zijn voor de scheiding van de groepen op basis van hun soortensamenstelling (Figuur 7). De andere soorten laten weinig verschil zien tussen de geografische groepen.

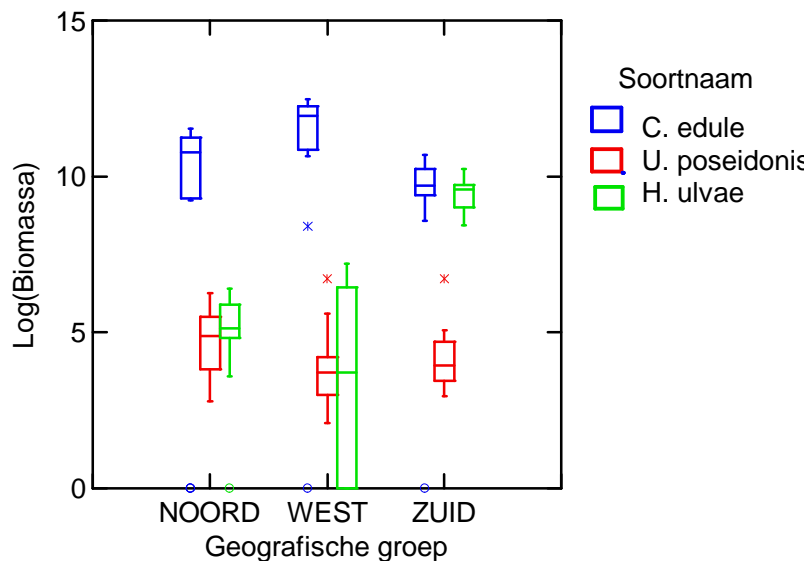
**Figuur 6**

MDS plots van de gelijkenismatrices berekend op basis van de dichtheid (A) en biomassa (B) voor de 14 dominante soorten. De symbolen onderscheiden de drie geografische groepen (Noord, West, Zuid) en de monstergroepen (CTRL, VIS).



**Figuur 7**

Biomassa (logaritme getransformeerd) van de drie soorten die voornamelijk verantwoordelijk worden bevonden (SIMPER procedure) voor het onderscheid tussen de soortensamenstelling van de drie geografische groepen.



De kokkels (*C. edule*) en het wadslakje (*H. ulvae*) hebben omgekeerde distributie patronen met voor de kokkels toenemende biomassa tussen de noordelijk en de westelijk gelegen locaties en de laagste biomassa in de zuidelijk gelegen locaties. De gemiddelde biomassa van het vlokreeftje (*U. poseidonis*) is maximaal op de noordelijk gelegen locaties, neemt af op de westelijk gelegen locaties en stijgt weer licht naar het zuiden toe.

De  $t_0$  meting voor de sediment en de macrofauna eigenschappen wijst op significante verschillen tussen de drie geografische groepen Noord, West en Zuid. Deze grote ruimtelijke variatie verzwakt het onderscheidende vermogen van een experimentele opzet wanneer er geen rekening wordt gehouden met deze ruimtelijke component. Daarom zijn vervolgens de vergelijkingen tussen de controle vakken en de beviste vakken en/of tussen de  $t_0$  en  $t_1$  metingen afzonderlijk uitgevoerd binnen elke geografische groep.

### 3 Aanwezigheid van autonome ontwikkelingen in de referentie vakken

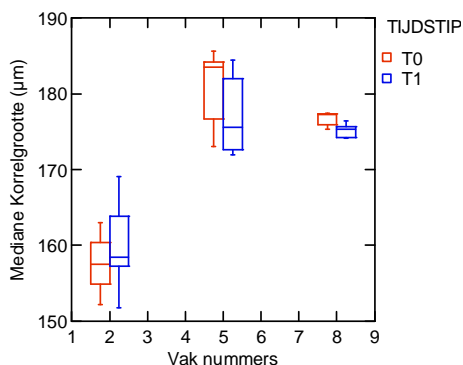
In de studie naar de autonome ontwikkeling van de natuurwaarde worden de veranderingen in de sedimentaire eigenschappen en de bodemdieren gemeenschappen geanalyseerd in de referentie vakken (2, 5 en 8) tussen de tijdstippen  $t_0$  en  $t_1$ .

Met betrekking tot de bodemdieren karakteristieken is er gebruik gemaakt van alle aangetroffen soorten m.u.v. de kokkels. Het effect van de kokkelvisserij op de kokkels, buiten beschouwing gehouden in de effectstudie (kokkelvisserij vs natuurwaarde), is behandeld in een apart hoofdstuk (5).

#### 3.1 VERANDERINGEN IN SEDIMENT EIGENSCHAPPEN IN REFERENTIE VAKKEN

**Figuur 8**

Box-plots van de mediane korrelgroottes gemeten op de referentie locaties op  $t_0$  en  $t_1$ .



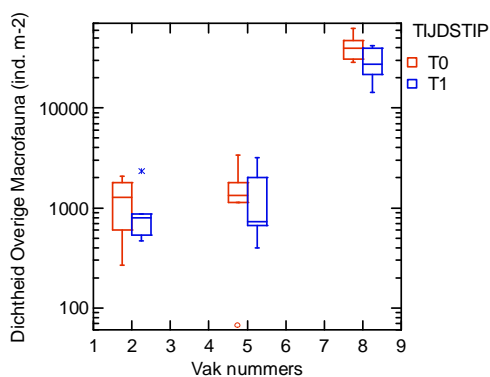
Vak#	Tijdstip	Mediaan (+/-SD)
2	T0	157.6 +/- 4.28
2	T1	160.1 +/- 6.61
5	T0	180.7 +/- 5.48
5	T1	177.3 +/- 5.62
8	T0	176.7 +/- 0.95
8	T1	175.2 +/- 0.97

De mediane korrelgroottes gemeten in de referentie vakken (2, 5 en 8) laten geen significante verschillen zien (Fisher sign test,  $p > 0.05$ ) tussen de twee tijdstippen  $t_0$  en  $t_1$  (Figuur 8).

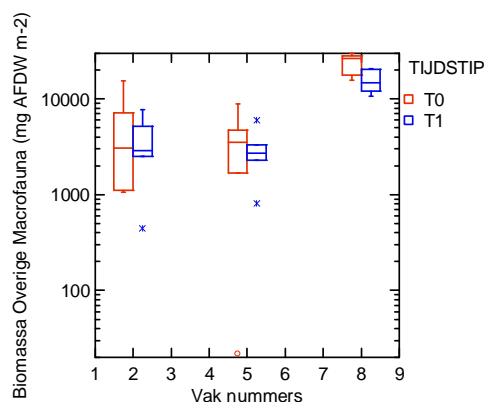
#### 3.2 VERANDERINGEN IN BODEMDIEREN DICHTHEID EN BIOMASSA IN REFERENTIE VAKKEN

**Figuur 9**

Box-plots van de dichtheid en biomassa van de overige (niet kokkel) macrofauna gemeten op de referentie locaties op  $t_0$  en  $t_1$ .



Vak	Tijdstip	Dichtheid (+/-SD)
2	T0	1201 (+/-766)
2	T1	1001 (+/-765)
5	T0	1547 (+/-1216)
5	T1	1401 (+/-1182)
8	T0	41627 (+/-13784)
8	T1	28947 (+/-11659)



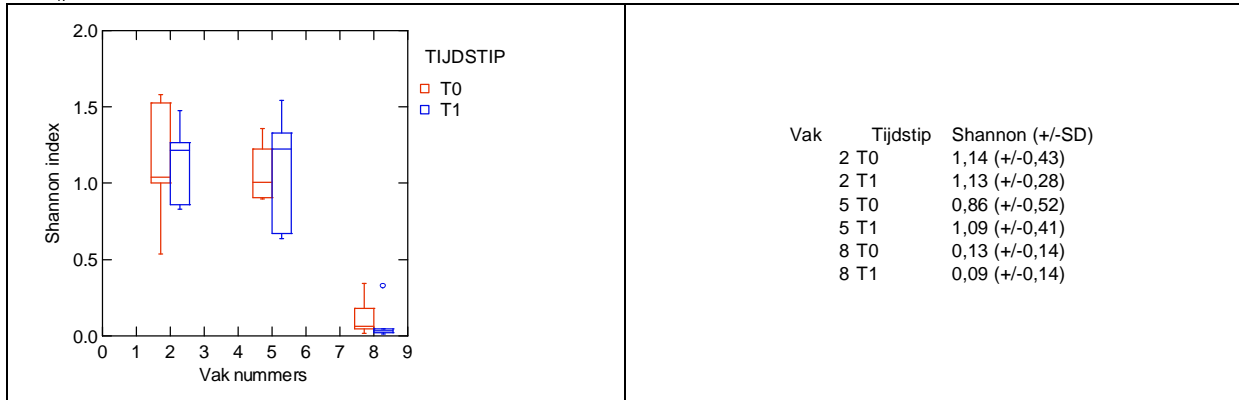
Vak	Tijdstip	Biomassa (+/-SD)
2	T0	5578 (+/-6060)
2	T1	3755 (+/-2794)
5	T0	3765 (+/-3352)
5	T1	3019 (+/-1893)
8	T0	23529 (+/-6402)
8	T1	15713 (+/-4635)

De verschillen in macrofauna dichtheid en biomassa tussen de tijdstippen  $t_0$  en  $t_1$  blijken statistisch niet significant te zijn (Figuur 9; Fisher sign test,  $p > 0.05$ ).

### 3.3 VERANDERINGEN IN MACROFAUNA DIVERSITEIT IN DE REFERENTIE VAKKEN

**Figuur 10**

Box-plots van de Shannon index berekend op basis van de overige (niet kokkel) macrofauna gemeten op de referentie locaties op  $t_0$  en  $t_1$ .

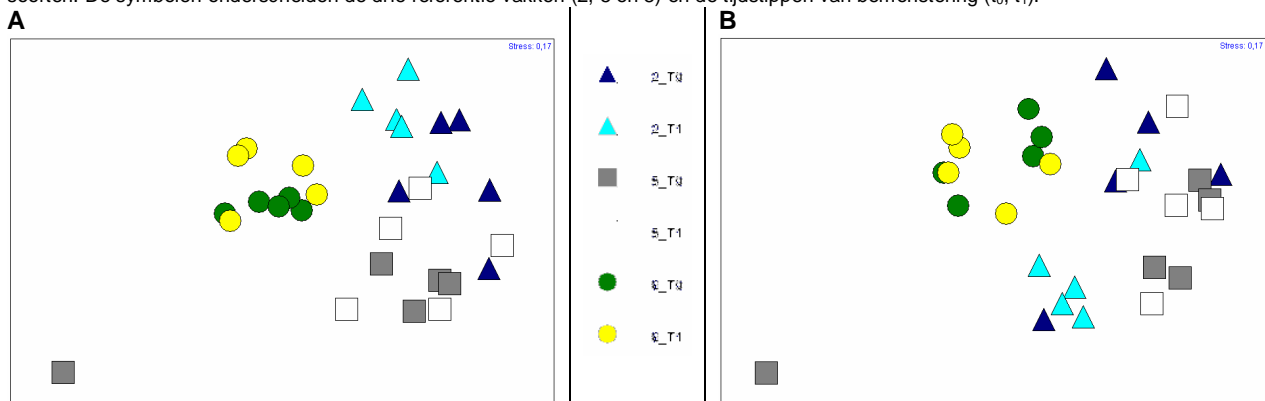


De macrofauna diversiteit (Shannon index) laat geen significante verandering zien op de referentie locaties tussen  $t_0$  en  $t_1$  (Fisher sign test,  $p > 0.05$ ).

### 3.4 VERANDERINGEN IN DOMINANTE SOORTEN IN DE REFERENTIE VAKKEN

**Figuur 11**

MDS plots van de gelijkheidsmatrices berekend op basis van de dichtheid (A) en biomassa (B) voor de 13 (m.u.v kokkels) dominante soorten. De symbolen onderscheiden de drie referentie vakken (2, 5 en 8) en de tijdstippen van bemonstering ( $t_0$ ,  $t_1$ ).



De verschillen in de distributiepatronen van de 13 (m.u.v kokkels) dominante soorten waargenomen tussen  $t_0$  en  $t_1$  (Figuur 11) blijken, ten opzicht van de variatie waargenomen binnen de vakken op beide tijdstippen, statistisch niet significant te zijn (ANOSIM  $p > 0.05$ ).

Sediment eigenschappen en bodemdieren gemeenschap in de referentie vakken laten geen significant verschil zien tussen de twee bemonsteringen op  $t_0$  en  $t_1$ . De effecten van kokkelvisserij op het sediment en de bodemdieren gemeenschap kunnen zodoende rechtstreeks gemeten worden op basis van de verschillen waargenomen in de beviste vakken tussen de twee tijdstippen.

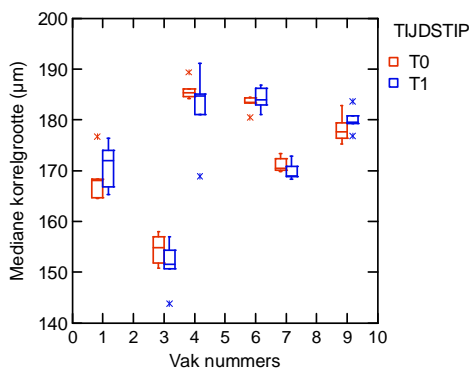
## 4 Aanwezigheid van effecten in beviste vakken tussen $t_0$ en $t_1$

Naar aanleiding van de observaties in de vorige hoofdstukken (zie inzetten) zullen de effecten van de kokkelvisserij afzonderlijk binnen elke geografische groep (noord, west, zuid) op de beviste locaties (1, 3, 4, 6, 7 en 9) tussen tijdstip  $t_0$  en  $t_1$  waargenomen worden. De macrofauna is beperkt tot de soorten mvu de kokkels. Zoals eerder gezegd, het effect van de kokkelvisserij op de kokkels buiten beschouwing gehouden in de effectstudie (kokkelvisserij vs natuurwaarde), is behandeld in een apart hoofdstuk (5).

### 4.1 VERANDERINGEN IN SEDIMENT EIGENSCHAPPEN OP DE BEVISTE VAKKEN

**Figuur 12**

Box-plots van de mediane korrelgroottes gemeten op de beviste locaties op  $t_0$  en  $t_1$ .



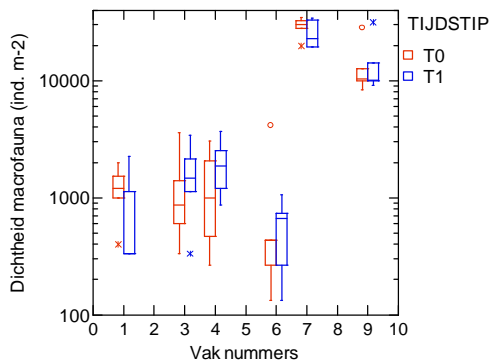
Vak	Tijdstip	Mediaan (+/- SD)
1	T0	168.5 (+/-5)
1	T1	170.9 (+/-4.7)
3	T0	154.5 (+/-3.2)
3	T1	151.5 (+/-5)
4	T0	185.9 (+/-2.1)
4	T1	182.2 (+/-8.3)
6	T0	183.2 (+/-1.6)
6	T1	184.2 (+/-2.4)
7	T0	171.2 (+/-1.6)
7	T1	170 (+/-1.9)
9	T0	178.3 (+/-3)
9	T1	180 (+/-2.6)

De mediane korrelgroottes laten kleine en niet eenduidige veranderingen zien in de beviste vakken tussen  $t_0$  en  $t_1$  (Figuur 12). Deze veranderingen blijken niet significant te zijn (Fisher sign test,  $p > 0.05$ ).

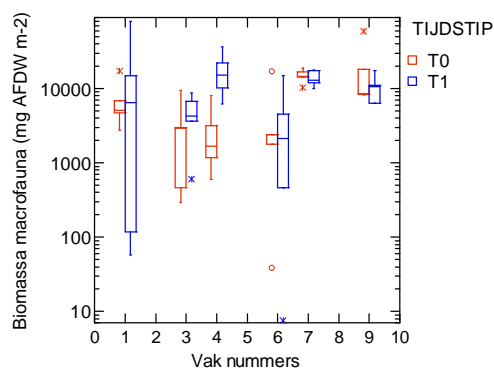
### 4.2 VERANDERINGEN IN BODEMDIEREN DICHTHEID EN BIOMASSA IN DE BEVISTE VAKKEN

**Figuur 13**

Box-plots van de dichtheid en biomassa van de overige (niet kokkel) macrofauna gemeten op de beviste locaties op  $t_0$  en  $t_1$ .



Vak	Tijdstip	Dichtheid (+/-SD)
1	T0	1227 (+/-598)
1	T1	881 (+/-850)
3	T0	1361 (+/-1313)
3	T1	1694 (+/-1154)
4	T0	1374 (+/-1177)
4	T1	2027 (+/-1119)
6	T0	1081 (+/-1712)
6	T1	574 (+/-376)
7	T0	29081 (+/-5785)
7	T1	25814 (+/-7352)
9	T0	13961 (+/-8183)
9	T1	14971 (+/-9452)



Vak	Tijdstip	Biomassa (+/-SD)
1	T0	7339 (+/-5739)
1	T1	20529 (+/-34364)
3	T0	3223 (+/-3712)
3	T1	4811 (+/-3113)
4	T0	2920 (+/-2986)
4	T1	18026 (+/-11761)
6	T0	4693 (+/-6856)
6	T1	4377 (+/-6078)
7	T0	15031 (+/-3196)
7	T1	14040 (+/-3476)
9	T0	20510 (+/-22175)
9	T1	10366 (+/-4611)

Op het niveau van de drie geografische groepen (noord, west, zuid) zijn er geen significante verschillen waar te nemen voor de macrofauna (zonder kokkels) dichtheid en biomassa op de beviste locaties tussen  $t_0$  en  $t_1$  (Fisher sign test,  $p < 0.05$ ).



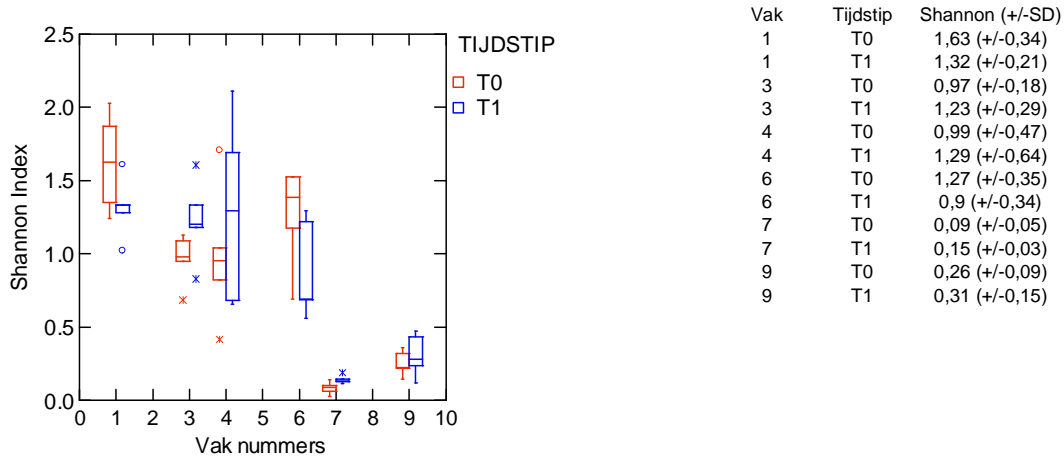
De box-plot grafiek laat wel verschillen zien in vakken 3 en 4, noordelijke en westelijke groepen respectievelijk, met een toename van de dichtheden en biomassa's tussen  $t_0$  en  $t_1$ . Een paarsgewijze toets (Fisher sign test) van de verschillen in dichtheid en biomassa tussen  $t_0$  en  $t_1$  uitgevoerd afzonderlijk voor elk vak levert echter geen significant verschil op. Binnen het zelfde vak neemt de dichtheid en/of biomassa toe terwijl het tegenovergestelde wordt waargenomen op andere locaties.

Na gebruik van een groepswijze toets (Kruskal-Wallis test of t-test op log getransformeerde variabelen) worden enkel de biomassa's in groep 4 op  $t_0$  en  $t_1$  significant ( $p < 0.05$ ) verschillend van elkaar bevonden.

#### 4.3 VERANDERINGEN IN MACROFAUNA DIVERSITEIT IN DE BEVISTE VAKKEN

**Figuur 14**

Box-plots van de Shannon index berekend op basis van de overige (niet kokkel) macrofauna gemeten op de beviste locaties op  $t_0$  en  $t_1$ .



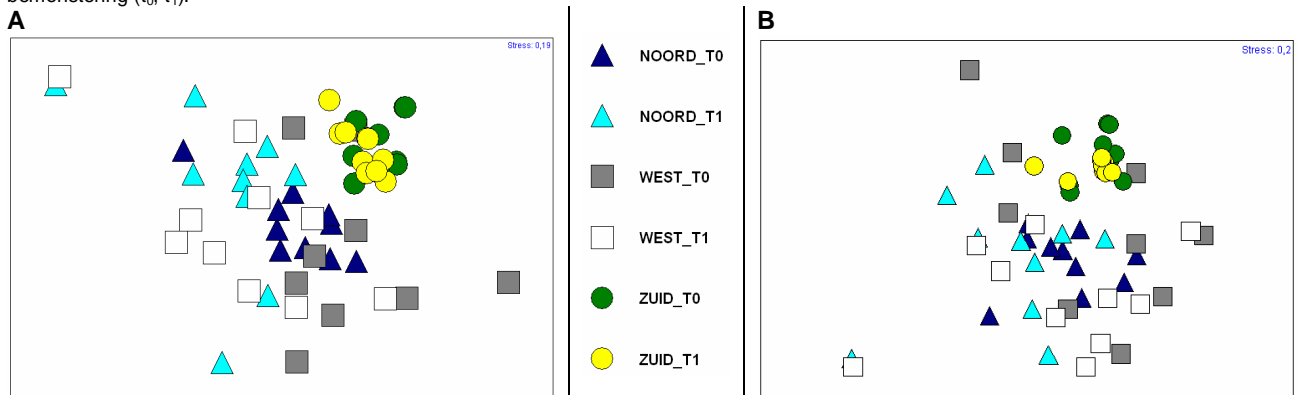
Evenals de dichtheden en de biomassa's, laat de macrofauna diversiteit geen eenduidige veranderingen zien tussen de twee monstertijdstippen op de beviste locaties. Op het niveau van de geografische groepen zijn geen significante verschillen in diversiteit te ontdekken tussen  $t_0$  en  $t_1$  (Sign test  $p > 0.05$ ).

Wanneer de vakken afzonderlijk (en groepsgewijs) getoetst worden op verschillen in diversiteit tussen  $t_0$  en  $t_1$  blijkt enkel de toename in diversiteit waargenomen in vak 7 significant te zijn (Kruskal-Wallis test,  $p < 0.05$ )

#### 4.4 VERANDERINGEN IN DOMINANTE SOORTEN IN DE BEVISTE VAKKEN

**Figuur 15**

MDS plots van de gelijkheidsmatrices berekend op basis van de dichtheid (A) en biomassa (B) voor de 13 (muv kokkels) dominante aangetroffen soorten. De symbolen onderscheiden de drie geografische groepen (Noord, West en Zuid) en de tijdstippen van bemonstering ( $t_0$ ,  $t_1$ ).



Terwijl de  $t_0$ - en  $t_1$ -monsters voor de zuidelijk gelegen groep over elkaar liggen in de op dichtheid gebaseerde MDS plot, liggen de  $t_0$ - en  $t_1$ -monsters voor de westelijk en noordelijk gelegen groepen duidelijk uit elkaar (Figuur 15A). Het verschil is echter enkel significant voor de noordelijk (ANOSIM,  $p < 0.01$ ) en niet voor de zuidelijk gelegen groep ( $p = 0.06$ ). In beide groepen zijn die verschillen te wijten aan een toename van de dichtheden van het vlokreeftje *U. poseidonis* en aan een afname van de dichtheden van het

wadslakje *H. ulvae*. Wanneer de  $t_0/t_1$  verschillen in dichtheid voor elk van deze soorten afzonderlijk getoetst worden (Kruskal-Wallis of Sign test) blijken ze echter niet significant te zijn ( $p > 0.05$ )

De biomassa van de dominante soorten laten geen significant verschil zien tussen de monsters van de beviste vakken op de tijdstippen  $t_0$  en  $t_1$  (Figuur 15B).

De sediment eigenschappen noch de karakteristieken van de bodemdieren gemeenschap laten significante verschillen zien op de beviste locaties tussen de twee bemonsteringen op  $t_0$  en  $t_1$ . Daardoor mag er geconcludeerd worden dat, in deze studie, de werking van de hydraulische kokkelkor geen korte termijn (6 weken) effect heeft gehad op de natuurwaarde van de beviste locaties.

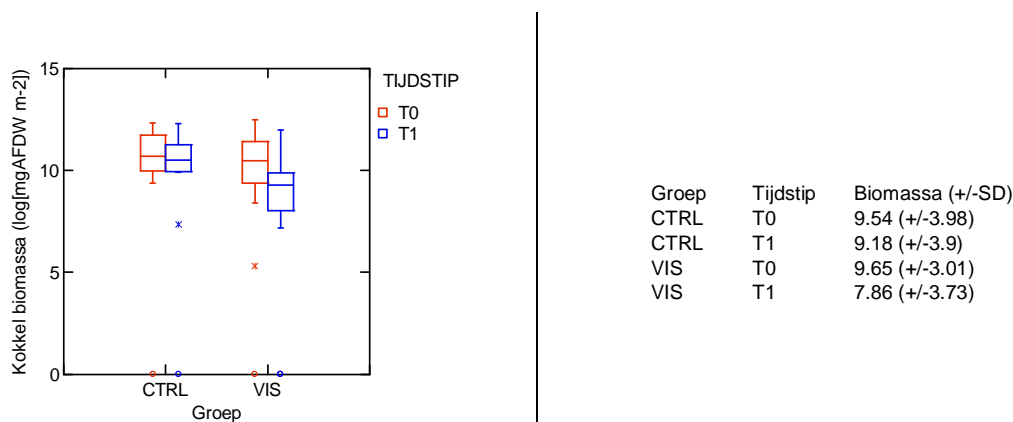
## 5 Effecten van de kokkelvisserij op de kokkels

De huidige studie betreft de effecten van de kokkelvisserij op de natuurwaarde van het ecosysteem boven op de door vergunning toegestane bevissing van het kokkelbestand. Dit is de reden om de kokkels in eerste instantie buiten beschouwing te laten in de analyses.

In dit hoofdstuk wordt gecontroleerd of een effect op de stock van kokkels waarneembaar is met de BIOMON bemonsteringstrategie. Daarvoor zijn de kokkel biomassa's gemeten op tijdstippen  $t_0$  en  $t_1$  in de controle gebieden en in de beviste gebieden met elkaar vergeleken (Figuur 16).

**Figuur 16**

Box-plots van de kokkel biomassa ( $\log[\text{mgAFDW m}^{-2}]$ ) op de referentie en op de beviste locaties op tijdstippen  $t_0$  en  $t_1$ .

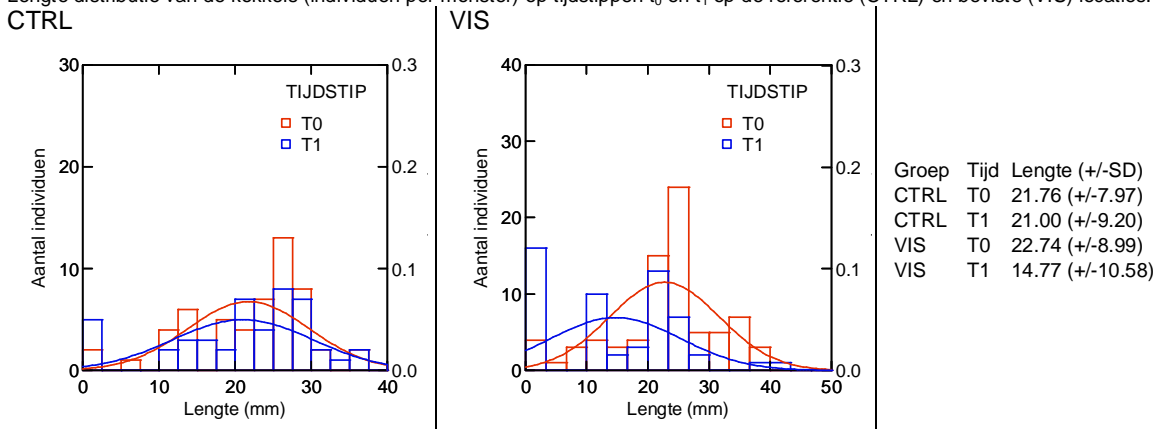


De kokkel biomassa's gemeten op de referentie locaties op  $t_0$  en  $t_1$  (14 en 10  $\text{g m}^{-2}$  resp.) wijken niet significant van elkaar af (Kruskal-Wallis test,  $p > 0.05$ ). Op de beviste locaties is er echter een significante afname (Kruskal-Wallis test,  $p < 0.01$ ) van de kokkel biomassa gemeten tussen  $t_0$  en  $t_1$  van 15 tot 2,6  $\text{g AFDW m}^{-2}$ .

Een aanvullende vraag van de opdrachtgever gaat over de effecten van de visserij op de kleine kokkels (<15 mm). In verband met de duurzaamheid van de visserij is het namelijk van belang dat de kleine kokkels gespaard blijven. Daarvoor zijn de lengte distributies gemeten op  $t_0$  en  $t_1$  op de referentie en beviste locaties met elkaar vergeleken (Figuur 17).

**Figuur 17**

Lengte distributie van de kokkels (individuen per monster) op tijdstippen  $t_0$  en  $t_1$  op de referentie (CTRL) en beviste (VIS) locaties.



De gemiddelde lengte van de kokkels neemt significant af op de beviste locaties tussen  $t_0$  en  $t_1$  (Kruskal-Wallis test,  $p < 0.001$ ) terwijl geen significant verschil is gevonden op de referentie locaties.

Als gevolg van groei en rekrutering nemen op de referentie locaties tussen  $t_0$  en  $t_1$  de aantallen respectievelijk af in de meeste lengteklassen van 2 tot 15 mm en toe in de kleinste (2mm) en grotere (>30 mm) lengteklassen. Vervolgens blijft de algemene vorm van de lengtedistributie onveranderd tussen  $t_0$  en  $t_1$  (Figuur 17). Op de beviste locaties zijn de gevolgen van de groei en rekrutering ook goed zichtbaar zoals de verschuiving tussen de lengteklassen 2-10 mm en 10-20 mm en de sterke toename in de 2mm klasse. Typerend voor de beviste locaties is echter de systematische afname tussen  $t_0$  en  $t_1$  van de aantallen in de

lengteklassen groter dan 25 mm met als gevolg een verschuiving van de lengte distributie in de richting van de kleine lengteklassen (Figuur 17).

Deze observaties wijzen duidelijk op het selectieve vissen van de grote kokkels (>15 mm) door de kokkelkor. Het is echter op basis van de huidige gegevens, als gevolg van de dynamische aspecten van de rekrutering en groei processen niet mogelijk om een kwantitatieve schatting te maken van het effect van de visserij op de kleine kokkels.

De huidige resultaten wijzen samen met de analyses van de vorige hoofdstukken op het exclusieve effect van de kokkelvisserij op de kokkels. De kokkelvisserij blijkt bovendien selectief op grootte kokkels (>15 mm) te vissen.

## **6 Conclusie en aanbevelingen voor verder onderzoek**

Zowel de sediment eigenschappen als de karakteristieken van de bodemdieren gemeenschappen tonen scherpe ruimtelijke gradiënten tussen de monstervakken. Daardoor is het noodzakelijk de effecten van de visserij op de sediment en bodemdieren eigenschappen binnen de drie verschillende geografische groepen afzonderlijk te toetsen. Binnen elke geografische groep fungeert zodoende een enkel vak als referentie voor de twee beviste vakken. Een verhoging binnen elke geografische groep van het aantal vakken in onbeviste en (als mogelijk) beviste gebieden (bijvoorbeeld 3 en 2 respectievelijk) zou een sterkere basis vormen voor de conclusies van toekomstige effectstudies.

Bovendien kunnen naast de sediment eigenschappen aanvullende omgevingsfactoren zoals droogvalduur en gemiddelde stroomsnelheid tot een nauwkeurigere bepaling van de veld situatie leiden.

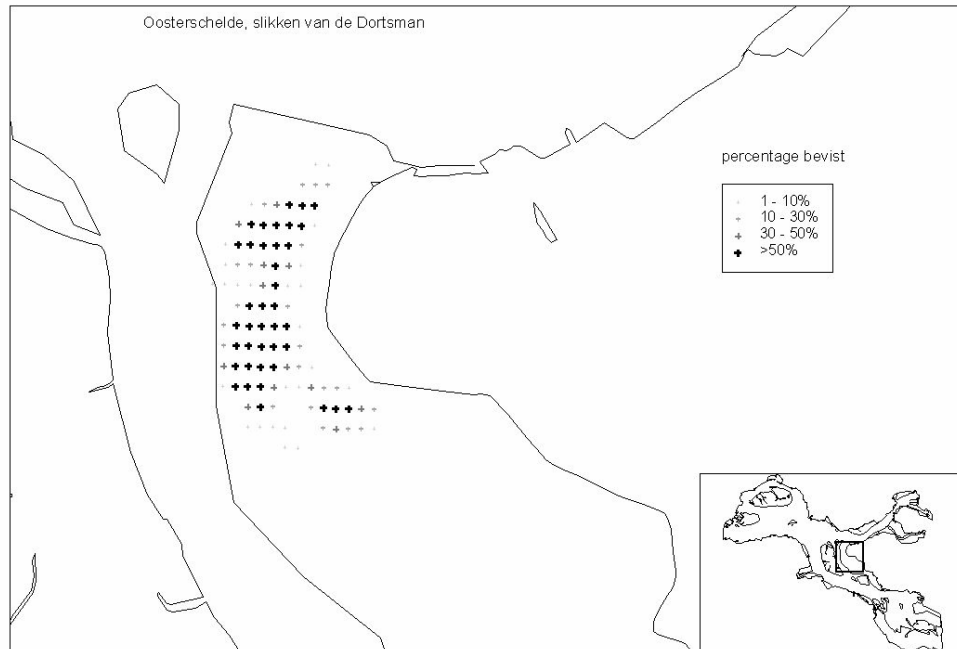
De afwezigheid van korte termijn (binnen zes weken) veranderingen op de referentie locaties maakt het mogelijk om goede waarneming te doen naar de directe effecten van de kokkelvisserij op de natuurwaarde van de beviste locaties. Dit komt ten gunste van het onderscheidende vermogen van de huidige effectstudie. Verder benadrukt deze studie het belang van de ruimtelijke aspecten in de analyse van de effecten van menselijke activiteiten op het milieu. Het incorporeren van de ruimtelijke en temporele variatie in een BACI benadering is de enige manier om gegronde uitspraken te kunnen doen in sterk veranderlijke omgevingen als de intergetijde gebieden.

De sediment eigenschappen noch de karakteristieken van de bodemdieren gemeenschap (m.u.v. de kokkels) laten significante verschillen zien op de beviste locaties tussen de twee bemonsteringen op  $t_0$  en  $t_1$ . Daardoor mag er geconcludeerd worden dat de werking van een hydraulische kokkelkor geen korte termijn (6 weken) effect heeft gehad op de natuurwaarde (sediment en bodemdieren) van de beviste locaties. De significante afname van de kokkel biomassa op de beviste locaties wijst op het exclusieve effect van de kokkelvisserij op de kokkels. De kokkelvisserij blijkt bovendien selectief op grootte kokkels (>15 mm) te vissen.

## Bijlagen

### Bijlage 1

Black boxregistratie (kaart met visintensiteit) en totale vangst (tabel) op de slikken van de Dortsman in het najaar 2006.



In het onderzochte gebied heeft kokkelvisserij plaatsgevonden van 6 september 2006 t/m 12 oktober 2006. De totale vangst op deze locatie over deze periode bedroeg 1,44 miljoen kilo versgewicht (zie onderstaande tabel)

	<b>Vangst (kg*1000 vers)</b>
week36	486
week37	413
week38	231
week39	108
week40	108
week41	90
<b>totaal</b>	<b>1437</b>

**Bijlage 2**

Hoekcoördinaten van de negen afgebakende vakken.

nr	X	Y	Latitude	Longitude
<b>Vak 1</b>				
11	57194	400803	51	35.25671 3 58.55133
12	57194	400703	51	35.20279 3 58.55301
13	57294	400703	51	35.20384 3 58.63956
14	57294	400803	51	35.25775 3 58.63789
<b>Vak 2 - Referentie vlak, gesloten voor visserij</b>				
21	57341	400654	51	35.17791 3 58.68106
22	57341	400554	51	35.12399 3 58.68274
23	57441	400554	51	35.12503 3 58.76929
24	57441	400654	51	35.17895 3 58.76762
<b>vak 3</b>				
31	57309	400481	51	35.08429 3 58.65627
32	57309	400381	51	35.03038 3 58.65794
33	57409	400381	51	35.03142 3 58.74449
34	57409	400481	51	35.08534 3 58.74282
<b>Vak 4</b>				
41	56962	400306	51	34.98631 3 58.35888
42	56962	400206	51	34.93239 3 58.36056
43	57062	400206	51	34.93344 3 58.4471
44	57062	400306	51	34.98736 3 58.44543
<b>Vak 5 - Referentievak (incl onderzoeksvak IMARES), gesloten voor visserij</b>				
51	57148	400097	51	34.87557 3 58.52336
52	57148	399997	51	34.82165 3 58.52504
53	57248	399997	51	34.82269 3 58.61158
54	57248	400097	51	34.87661 3 58.60991
<b>Vak 6</b>				
61	57052	399785	51	34.70634 3 58.44552
62	57052	399685	51	34.65242 3 58.4472
63	57152	399685	51	34.65346 3 58.53373
64	57152	399785	51	34.70738 3 58.53206
<b>Vak 7</b>				
71	57324	399634	51	34.62776 3 58.68343
72	57324	399534	51	34.57384 3 58.6851
73	57424	399534	51	34.57489 3 58.77164
74	57424	399634	51	34.6288 3 58.76997
<b>vak 8 - referentie vlak, gesloten voor visserij</b>				
81	57261	399383	51	34.49177 3 58.63312
82	57261	399283	51	34.43785 3 58.63479
83	57361	399283	51	34.43889 3 58.72132
84	57361	399383	51	34.49281 3 58.71965
<b>vak 9</b>				
91	57600	399275	51	34.43707 3 58.92826
92	57600	399175	51	34.38315 3 58.92993
93	57700	399175	51	34.38419 3 59.01646
94	57700	399275	51	34.43811 3 59.01479

**Bijlage 3**

Coördinaten van de 45 monster locaties.

nr	X	Y	Latitude	Longitude
<b>Vak 1</b>				
11	57261	400714	51	35.20942 3 58.61082
12	57241	400743	51	35.22485 3 58.59302
13	57205	400708	51	35.2056 3 58.56245
14	57249	400770	51	35.23949 3 58.59949
15	57202	400795	51	35.25248 3 58.55839
<b>Vak 2 - Referentie vlak, gesloten voor visserij</b>				
21	57425	400622	51	35.16153 3 58.7543
22	57434	400582	51	35.14005 3 58.76276
23	57411	400627	51	35.16408 3 58.7421
24	57391	400620	51	35.1601 3 58.72491
25	57357	400577	51	35.13656 3 58.6962
<b>Vak 3</b>				
31	57404	400417	51	35.05078 3 58.73956
32	57322	400480	51	35.08389 3 58.66753
33	57340	400386	51	35.03339 3 58.68469
34	57319	400468	51	35.07739 3 58.66514
35	57364	400451	51	35.06869 3 58.70437
<b>Vak 4</b>				
41	56972	400273	51	34.96862 3 58.36809
42	56964	400237	51	34.94913 3 58.36177
43	57052	400260	51	34.96245 3 58.43754
44	56995	400250	51	34.95646 3 58.38838
45	57052	400241	51	34.9522 3 58.43786
<b>Vak 5 - Referentievak (incl onderzoeksvak IMARES), gesloten voor visserij</b>				
51	57183	400046	51	34.84843 3 58.55451
52	57155	400082	51	34.86755 3 58.52967
53	57224	400015	51	34.83215 3 58.59051
54	57240	400046	51	34.84903 3 58.60384
55	57161	400086	51	34.86977 3 58.5348
<b>Vak 6</b>				
61	57092	399706	51	34.66416 3 58.48146
62	57133	399744	51	34.68508 3 58.5163
63	57063	399747	51	34.68596 3 58.45568
64	57145	399739	51	34.68251 3 58.52677
65	57085	399730	51	34.67703 3 58.475
<b>Vak 7</b>				
71	57347	399552	51	34.58379 3 58.70471
72	57393	399634	51	34.62848 3 58.74314
73	57387	399603	51	34.6117 3 58.73847
74	57378	399544	51	34.5798 3 58.73167
75	57399	399549	51	34.58271 3 58.74975
<b>vak 8 - referentie vlak, gesloten voor visserij</b>				
81	57284	399371	51	34.48554 3 58.65322
82	57332	399327	51	34.46232 3 58.69549
83	57359	399298	51	34.44696 3 58.71934
84	57265	399301	51	34.4476 3 58.63795
85	57262	399321	51	34.45835 3 58.63502
<b>Vak 9</b>				
91	57639	399211	51	34.40297 3 58.96308
92	57608	399220	51	34.4075 3 58.9361
93	57650	399221	51	34.40847 3 58.97243
94	57668	399257	51	34.42807 3 58.9874
95	57657	399200	51	34.39722 3 58.97883



**Bijlage 4**

Lijst van de twintig dominante soorten op basis van hun treffrequentie.

Soortnaam	Klasse	Tref-frequentie (%)
<i>Cerastoderma edule</i>	Tweekleppigen	84.44
<i>Hydrobia ulvae</i>	Slakken	82.22
<i>Urothoe poseidonis</i>	Schaaldieren	75.56
<i>Nephtys hombergii</i>	Borstelwormen	44.44
<i>Scoloplos armiger</i>	Borstelwormen	37.78
<i>Aphelochaeta marioni</i>	Borstelwormen	33.33
<i>Spio martinensis</i>	Borstelwormen	23.33
<i>Arenicola sp.</i>	Borstelwormen	21.11
<i>Capitella capitata</i>	Borstelwormen	20.00
<i>Lanice conchilega</i>	Borstelwormen	20.00
<i>Mya arenaria</i>	Tweekleppige	18.89
<i>Spio sp.</i>	Borstelwormen	16.67
<i>Crangon crangon</i>	Schaaldieren	16.67
<i>Arenicola marina</i>	Borstelwormen	14.44
<i>Malmgreniella lunulata</i>	Borstelwormen	8.89
<i>Pygospio elegans</i>	Borstelwormen	8.89
OLIGOCHAETA	Ringwormen	7.78
<i>Streblospio shrubsolii</i>	Borstelwormen	6.67
<i>Gammarus sp.</i>	Schaaldieren	5.56
<i>Nephtys sp.</i>	Borstelwormen	5.56

**Bijlage 5**

Lijst van de twintig dominante soorten op basis van hun gemiddelde dichtheid.

Soortnaam	Klasse	Dichtheid (ind.m <sup>-2</sup> )
<i>Hydrobia ulvae</i>	Slakken	8639.6
<i>Urothoe poseidonis</i>	Schaaldieren	441.9
<i>Cerastoderma edule</i>	Tweekleppigen	229.3
<i>Scoloplos armiger</i>	Borstelwormen	51.5
<i>Aphelochaeta marioni</i>	Borstelwormen	48.9
<i>Nephtys hombergii</i>	Borstelwormen	31.9
<i>Lanice conchilega</i>	Borstelwormen	31.1
<i>Capitella capitata</i>	Borstelwormen	22.2
<i>Spio martinensis</i>	Borstelwormen	19.3
<i>Mya arenaria</i>	Tweekleppigen	15.6
<i>Arenicola sp.</i>	Borstelwormen	14.1
<i>Crangon crangon</i>	Schaaldieren	12.6
OLIGOCHAETA	Ringwormen	12.6
<i>Spio sp.</i>	Borstelwormen	11.3
<i>Arenicola marina</i>	Borstelwormen	9.6
<i>Urothoe sp.</i>	Schaaldieren	8.1
<i>Streblospio shrubsolii</i>	Borstelwormen	7.4
<i>Gammarus sp.</i>	Schaaldieren	6.7
<i>Malmgreniella lunulata</i>	Borstelwormen	5.9
<i>Pygospio elegans</i>	Borstelwormen	5.9

**Bijlage 6**

Lijst van de twintig dominante soorten op basis van hun gemiddelde biomassa.

Soortnaam	Klasse	Biomassa (mg AFDW m <sup>-2</sup> )
<i>Cerastoderma edule</i>	Tweekleppigen	48834.8
<i>Hydrobia ulvae</i>	Slakken	4505.8
<i>Mya arenaria</i>	Tweekleppigen	2025.7
<i>Arenicola marina</i>	Borstelwormen	1088.0
<i>Arenicola sp.</i>	Borstelwormen	700.5
<i>Lanice conchilega</i>	Borstelwormen	660.0
<i>Nephtys hombergii</i>	Borstelwormen	460.8
<i>Urothoe poseidonis</i>	Schaaldieren	157.7
<i>Crangon crangon</i>	Schaaldieren	86.3
<i>Carcinus maenas</i>	Schaaldieren	78.9
<i>Scrobicularia plana</i>	Tweekleppigen	66.8
<i>Scoloplos armiger</i>	Borstelwormen	55.9
<i>Cerastoderma sp.</i>	Tweekleppigen	54.2
<i>Ensis sp.</i>	Tweekleppigen	53.9
<i>Macoma balthica</i>	Tweekleppigen	42.7
<i>Nephtys cirrosa</i>	Borstelwormen	25.0
<i>Malmgreniella lunulata</i>	Borstelwormen	14.9
<i>Capitella capitata</i>	Borstelwormen	3.7
<i>Urothoe sp.</i>	Schaaldieren	3.6
<i>Aphelochaeta marioni</i>	Borstelwormen	3.4