

# Onderzoek naar Duurzame Schelpdiervisserij (PRODUS) Eindrapport deelproject 1c

Alternatieve mosselzaadwinning met  
MosselZaadlvangsystemen: variatie in zaadinvang en  
effecten van MZI's op het ecosysteem

Pauline Kamermans, Marnix Poelman, Erik Meesters, Ilse De Mesel,  
Cor Smit, Sophie Brasseur

Rapport C075/08



Institute for Marine Resources and Ecosystem Studies

# Wageningen *IMARES*

Vestiging Yerseke

Opdrachtgever: Producentenorganisatie van de Nederlandse Mosselcultuur  
Postbus 116  
4400 AC Yerseke



Publicatiedatum: oktober 2008

- Wageningen **IMARES** levert kennis die nodig is voor het duurzaam beschermen, oogsten en ruimte gebruik van zee- en zilte kustgebieden (Marine Living Resource Management).
- Wageningen **IMARES** is daarin de kennispartner voor overheden, bedrijfsleven en maatschappelijke organisaties voor wie marine living resources van belang zijn.
- Wageningen **IMARES** doet daarvoor strategisch en toegepast ecologisch onderzoek in perspectief van ecologische en economische ontwikkelingen.

© 2007 Wageningen **IMARES**

Wageningen IMARES is een samenwerkingsverband tussen Wageningen UR en TNO.  
Wij zijn geregistreerd in het Handelsregister Amsterdam nr. 34135929,  
BTW nr. NL 811383696B04.



A\_4\_3\_1-V4

De Directie van Wageningen IMARES is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Wageningen IMARES; opdrachtgever vrijwaart Wageningen IMARES van aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van de opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets van dit rapport mag weergegeven en/of gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier zonder schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

# Inhoudsopgave

Inhoudsopgave .....	3
Samenvatting .....	5
1. Inleiding.....	7
2. Kennisvragen .....	10
3. Variatie in zaadinvang en groei van het zaad.....	11
3.1. Inleiding	11
3.2. Methode	12
3.3.1. Monitoring 2005 .....	12
3.3.2. Monitoring 2006 .....	12
3.3. Resultaten .....	15
3.3.1. Monitoring 2006 .....	15
3.4. Discussie .....	20
3.4.1. Monitoringmethode .....	20
3.4.2. Variatie in tijd .....	20
3.4.3. Variatie in ruimte .....	21
4. Effect van MZI's op bodemfauna en bodemstructuur .....	24
4.1. Inleiding	24
4.2. Methode	24
4.2.1. Locatie keuze .....	24
4.2.2. Veldmetingen.....	25
4.2.3. Modelberekeningen .....	27
4.3. Resultaten .....	28
4.3.1. Veldmetingen bodemdieren.....	28
4.3.2. Veldmetingen organisch koolstof gehalte .....	29
4.3.3. Relatie bodemdieren en organisch koolstof gehalte .....	30
4.3.4. Modelberekeningen organisch koolstof gehalte .....	31
4.3.5. Vergelijking organisch koolstof gehalte modelberekeningen en veldmetingen.....	32
4.4. Discussie .....	32
4.4.1 Effecten van MZI's op soortensamenstelling en aantal soorten bodemdieren.....	32
4.4.2 Effecten van MZI's op organisch koolstof gehalte bodem.....	32
5. Effect van MZI's op vogels en zeezoogdieren .....	34
5.1. Inleiding	34

5.2. Methode	34
5.3. Resultaten	37
5.3.1. Waarnemingen van vogels en zeezoogdieren	37
5.3.2. Effect op de kwaliteit van het leefgebied	38
5.4 Discussie	39
6. Conclusies en aanbevelingen	40
6.1 Conclusies	40
6.1.1. Variatie in zaadinvang en groei van het zaad	40
6.1.2. Effect van MZI's op bodemfauna en bodemstructuur	40
6.1.3. Effect van MZI's op vogels en zeehonden	40
6.2. Aanbevelingen	41
Kwaliteitsborging	42
Dankwoord	42
Referenties	43
Verantwoording	44
Bijlage A. Checklist voor MZI ondernemers	45
Bijlage B1. Instructies MZI ondernemers voor monitoren zaadinvang	47
Bijlage B2. Enquête MZI ondernemers over monitoren zaadinvang	49

# Samenvatting

De fluctuaties in aanbod van mosselzaad en druk op de visserij hebben er toe geleid dat de sector is gaan zoeken naar alternatieve bronnen van jonge mosselen. Sinds 2000 wordt gewerkt aan het ontwikkelen van mosselzaadinvangsystemen (MZI's). Voor het optimaliseren van het gebruik van MZI's is het van belang dat de meest geschikte locaties worden geïdentificeerd. Daarnaast moet ook worden bepaald in welke periode van het jaar de MZI's het meest effectief zijn. Ook is i.v.m. het naleven van de Vogel- en Habitatrichtlijn informatie nodig over effecten van MZI's op bodemfauna en bodemstructuur, vogels en zeehonden. Het huidige rapport geeft de resultaten weer van het onderzoek dat in PRODUS kader aan deze onderwerpen is uitgevoerd. Hierbij is de variatie in zaadinvang en groeisnelheid van het zaad en het effect van MZI's op bodemfauna en bodemstructuur, vogels en zeehonden onderzocht.

## Variatie in zaadinvang en groei van het zaad

De meeste larven zijn aanwezig in april. De meeste broedval vindt plaats van mei tot en met juli. Gemiddeld 7 weken na een piek in larven aantallen wordt een piek in broedval gevonden. De verschillen in maximale concentraties aan larven zijn groot, zowel tussen verschillende locaties als tussen verschillende jaren op dezelfde locatie. De Waddenzee laat over het algemeen meer broedval zien per eenheid substraat dan de Oosterschelde. Opvallend is dat bij een zelfde larvenconcentratie de broedval hoger is in de Waddenzee dan in de Oosterschelde. Dit suggereert dat de overleving van larven in de Waddenzee beter is dan in de Oosterschelde. In de Oosterschelde vindt meer broedval plaats in het westen en in de noordelijke tak, dan in het centrale en oostelijk deel. In de Waddenzee zijn degelijke ruimtelijke verschillen minder duidelijk. De groeigegevens tonen aan dat de mosselen een grotere eindmaat bereiken in de Waddenzee dan in de Oosterschelde. Dit heeft waarschijnlijk te maken met een beter voedselaanbod in de Waddenzee.

## Effect van MZI's op bodemfauna en bodemstructuur

De bodem rond MZI korven in het Oergat had significant meer wormen en significant hogere percentages organisch koolstof dan de bodem verder verwijderd van de MZI in 2005. Na verwijdering van de korven is een jaar later een verhoogd organisch koolstof gehalte tussen de korven niet meer aanwezig was. De locatie waar de korven stonden was significant anders dan een locatie in vergelijkbare omstandigheden slechts een honderdtal meter hiervan verwijderd (lager koolstofgehalte, maar ook lager aantal soorten). Dit kan ofwel betekenen dat een opgetreden effect na 1 jaar nog zichtbaar was, of dat de referentie locatie altijd al afweek van de MZI locatie voor de plaatsing van de korven. De bodem onder netten in het Malzwin liet in 2005 geen verschil in soortensamenstelling of aantal soorten zien met het omringende gebied. Er werd ook geen significant verschil gevonden in het gemiddeld percentage organisch koolstof van de verschillende zones. In 2007 was het aantal netten opgeschaald van 17 naar 36 en toen werd er wel een significant verschil gevonden in het gemiddeld percentage organisch koolstof van de verschillende zones. Daarnaast vertoonde de locatie in 2007 een significant hoger organisch koolstof gehalte in alle zones dan in 2005. Modelberekeningen lieten geen ophoping van organisch koolstof onder de netten in het Malzwin zien. Dit verschil kan verklaard worden doordat het model geen rekening houdt met invanging van organisch materiaal door bodemdieren en/of met zeer lokale stromingspatronen. De meest voor de hand liggende verklaring voor het toegenomen percentage organisch koolstof in 2007 is de opschaling van de MZI. Op dit moment zijn effecten van een methodisch verschil of temporele variatie echter niet uit te sluiten.

## Effect van MZI's op vogels en zeezoogdieren

Waarnemingen van medewerkers van IMARES aan vogels en zeezoogdieren leveren hetzelfde beeld op als dat van de MZI ondernemers. Op basis van deze waarnemingen kan worden geconcludeerd dat momenteel geen negatieve effecten van MZI's voor vogels zijn aangetoond. Voor vogels kunnen MZI's als rustplaats dienen en dat kan worden gezien als een positief effect. De ecologische betekenis van extra vaarbewegingen door MZI ondernemers en rondvaartboten en de daarmee gepaard gaande verstoringen van vogels is vooralsnog onduidelijk. Zenderproeven lieten zien dat overlap kan zijn tussen de zeehonden en de MZI locatie. Op dit moment zijn er onvoldoende gegevens verzameld om effecten van MZI's op zeehonden uit te sluiten. Dit benadrukt het belang van de locatiekeuze voor MZI's zodat deze, en vooral de activiteiten eromheen de dieren niet storen. Dit is vooral van belang in de zomermaanden, wanneer de grootste activiteit plaatsvindt en de zeehonden voor de geboorteperiode en aansluitende verharding meer afhankelijk zijn van het Waddengebied.

## Conclusies en aanbevelingen

Bij opschaling van de MZI's zijn de volgende aandachtspunten van belang:

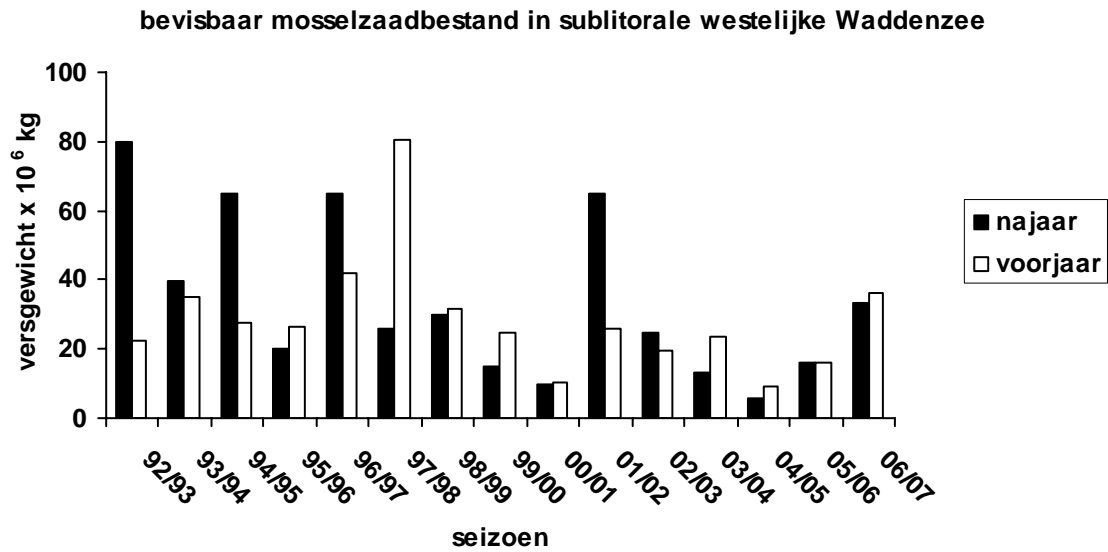
1. Er is ruimtelijke variatie in broedval, zowel in de Waddenzee als in de Oosterschelde. Het verder in kaart brengen van deze verschillen, gekoppeld aan informatie over diepte, stroming en gebruik van het gebied kan leiden tot een zogenaamde MZI kanskaart. Hiermee kunnen de meest geschikte gebieden worden geïdentificeerd.
2. Mosselen nemen deeltjes op uit de waterkolom. Dit kan nadelig zijn voor naburige mosselen. Wat de maximale grootte van het gebied is waar effectief mosselzaad kan worden ingevangen zonder effect op de draagkracht is onbekend. Dit kan met modelberekeningen en veldmetingen worden onderzocht.
3. Het verhoogde organisch koolstofgehalte bij een opgeschaalde MZI in het Malzwin geeft aan dat monitoring van effecten op de bodem belangrijk is. Een monstername voorafgaand aan installatie van de MZI is dan essentieel voor een goede interpretatie van de resultaten.
4. Er zijn momenteel geen negatieve effecten van MZI's aangetoond voor vogels. Voor zeehonden zijn onvoldoende gegevens beschikbaar om effecten van MZI's uit te sluiten. Bij verdere opschaling zal het effect op vogels en zeehonden zal gemonitord moeten worden door informatie te verzamelen over MZI activiteiten zoals aanwezigheid en bewegingen van schepen en die te koppelen aan de verspreiding van vogels en zeehonden.
5. Naast de in dit project onderzochte effecten zijn er incidentele observaties van andere effecten van MZI's op het ecosysteem. Mogelijke positieve effecten van MZI's op bijvoorbeeld de aanwezigheid van garnalen, of de vorming van zaadbanken dienen te worden gestaafd met onderzoeksgegevens.

# 1. Inleiding

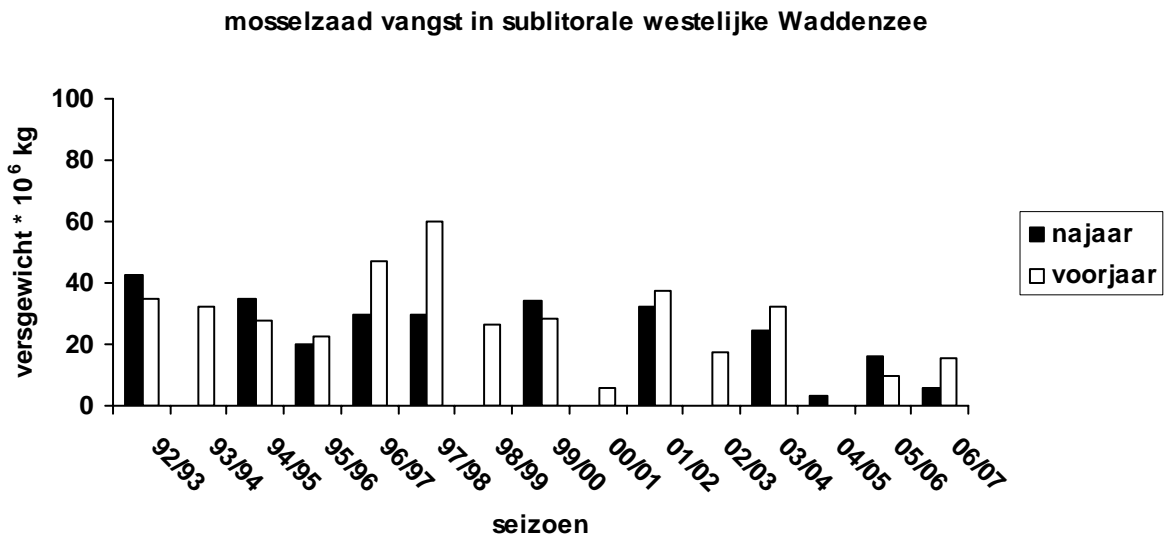
De Nederlandse mosselcultuur bestaat uit bodemcultuur en een klein deel hangcultuur. Bij hangcultuur worden mosselen aan touwen opgekweekt tot consumptie formaat. Het uitgangsmateriaal (mosselbroed) vestigt zich spontaan op de touwen. Bij de bodemcultuur oogsten kwekers jonge mosselen (zaad) van wilde banken en kweken deze in 1-3 jaar verder op tot consumptieformaat op percelen. De oogst vindt bij voorkeur twee maal per jaar plaats; in het najaar, worden de in het voorjaar geboren mosselen die groot genoeg opgevist, en in het daarop volgende voorjaar worden de mosselen die zijn overgebleven van het jaar daarvoor opgevist. Het belangrijkste oogstgebied is de westelijke Waddenzee. Daarnaast vindt ook sporadisch aanwas van jonge mosselen plaats in de Oosterschelde. De aanwas vertoont sterke fluctuaties van jaar tot jaar (Fig. 1.1a). Dientengevolge fluctueert ook de oogst (Fig. 1.1b). Daarnaast is de visserij op mosselzaad onder druk komen te staan doordat er zorgen zijn omtrent de effecten van zaadvisserij op het ecosysteem. De fluctuaties in aanbod en de maatschappelijke druk op de visserij hebben er toe geleid dat de sector is gaan zoeken naar alternatieve bronnen van jonge mosselen.

In 2000 is op experimentele schaal gestart met het ontwikkelen van mosselzaadinvangsystemen (MZI's). Mosselzaadinvangsystemen maken gebruik van de levenscyclus van mosselen. Mosselen produceren larven in het voorjaar. Deze larven zweven een aantal weken in het water voordat ze zich gaan vestigen op een hard substraat. Doorgaans is de overleving veel groter wanneer het larvensubstraat in het water hangt dan wanneer het mosselzaad zich direct op de bodem vestigt. De mossel heet na vestiging broed en groeit vervolgens uit tot het formaat dat de mosselkweker kan gebruiken voor de bodemcultuur. Deze kleine mosselen van 1-1.5 cm lang worden zaad genoemd. De substraten zoals touwen en netten worden in het voorjaar in het water geplaatst, op het moment dat er veel larven aanwezig zijn in het water.

Experimenten binnen het project "Productie van mosselzaad met collectoren" in 2000 en 2001 toonden aan dat het gebruik van collectortouwen goede opbrengsten aan mosselzaad kan leveren (Kamermans & Brummelhuis 2002). De oogst bedroeg tot elf kilogram zaad per meter collectortouw. De beste resultaten werden behaald door de touwen vanaf het wateroppervlak loodrecht naar beneden te hangen. Met deze aanpak is verder geëxperimenteerd. Ook een volgend project ("Verbetering broedval mosselen") had tot doel nieuwe zaadwinmethoden ter vergroting van de mosselzaadproductie te onderzoeken (Kamermans *et al*, 2004). Beide projecten bevatten proeven die de verdere groei en overleving van collectorzaad en bodemzaad op bodempercelen vergeleken. De doorgroei en overleving van beide soorten mosselzaad bleek vergelijkbaar. Dit gaf aan dat het collectorzaad een goede aanvulling op bodemzaad kan zijn. Verschillende ondernemers hebben zich ingezet voor de verdere ontwikkeling en in 2007 werden 17 pilot experimenten uitgevoerd waarbij een totaal van meer dan twee miljoen kg mosselzaad is ingevangen (Scholten *et al*, 2007).



Figuur 1.1a. Bevisbaar (>0.1 kg m<sup>2</sup>) bestand aan mosselzaad in de westelijke Waddenzee in het najaar en het daar op volgende voorjaar (gegevens RIVO/IMARES).



Figuur 1.1b. Oogst aan mosselzaad in de westelijke Waddenzee in het najaar en het daar op volgende voorjaar (gegevens Produktschap Vis).

Leeswijzer

De kennisvragen die in dit rapport worden behandeld worden in hoofdstuk 2 gepresenteerd. Voor het optimaliseren van het gebruik van MZI's is het van belang dat de meest geschikte locaties worden geïdentificeerd. Daarnaast moet ook worden bepaald in welke periode van het jaar de MZI's het meest effectief zijn. In 2005 en 2006 is hiertoe een monitoringsprogramma uitgevoerd waarvan de resultaten in hoofdstuk 3 worden gepresenteerd. Ook is i.v.m. het naleven van de Vogel- en Habitatrichtlijn informatie nodig over effecten van MZI's op bodemfauna en bodemstructuur, vogels en zeehonden. Informatie hierover wordt gepresenteerd in de hoofdstukken 4 en 5. Tenslotte is informatie nodig over de overlevingskansen van MZI-zaad in vergelijking met gevist bodemzaad teneinde de effectiviteit van de MZI's te kunnen vaststellen. Door de extra kosten aan arbeid en



materiaal is MZI zaad duurder dan traditioneel gevist zaad, daarom is een hoog rendement van het mosselzaad tijdens doorkweek op de percelen van belang. Dit onderdeel wordt behandeld in PRODUS deelproject 1d.

LNV heeft eind 2007 een evaluatie van de MZI praktijkproeven laten uitvoeren door IMARES (Scholten *et al*, 2007). Deze evaluatie wordt gebruikt bij het opstellen van het beleid. Het project PRODUS 1c heeft bijgedragen aan deze evaluatie via empirisch en modelmatig onderzoek dat in dit rapport wordt gepresenteerd. Verder zijn er in 2006 en 2007 enkele bijeenkomsten met MZI ondernemers georganiseerd. Een resultaat hiervan is een checklist voor MZI ondernemers gericht op de belangrijkste factoren voor evaluatie van de MZI's (zie bijlage A).

## 2. Kennisvragen

1. Wat is de variatie in zaadinvang en groeisnelheid van het zaad?
  - a. ruimtelijk
  - b. in de tijd
2. Wat is het effect van MZI's op het ecosysteem?
  - a. op bodemfauna en bodemstructuur?
  - b. op vogels en zeehonden?
3. Wat zijn de overlevingskansen van collectorzaad t.o.v. bodemzaad?
  - a. Wat is het verschil in overleving tussen collectorzaad en bodemzaad bij blootstelling aan predatoren?
  - b. Bij welke grootte vindt de meeste overleving plaats?

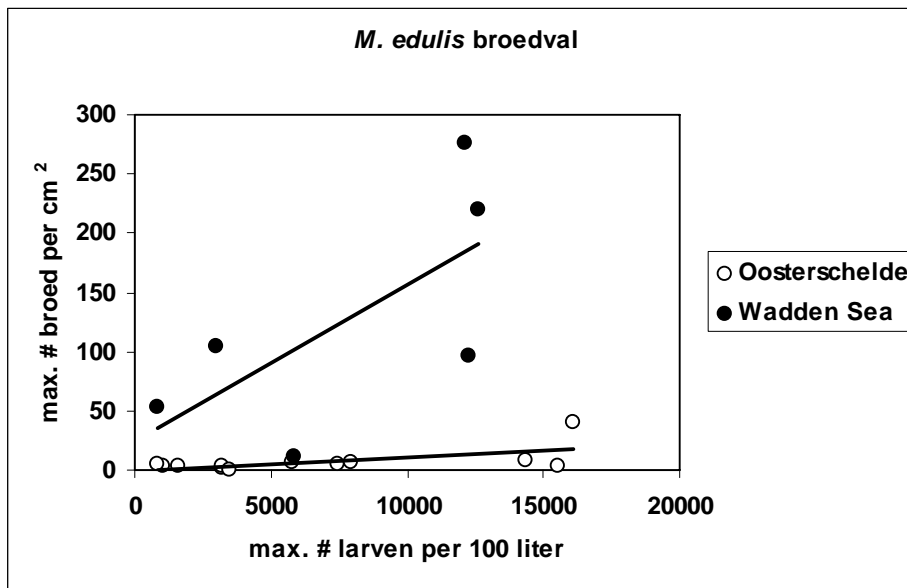
Kennisvraag 3 is vanaf 2006 ondergebracht in deelproject PRODUS 1d. Voor de overzichtelijkheid wordt het onderzoek van PRODUS 1c uit 2005 (Veldmetingen op percelen en Predatie experimenten bij TNO) gerapporteerd in de tussenrapportage PRODUS 1d (Kamermans *et al.*, in prep).

## 3. Variatie in zaadinvang en groei van het zaad

### 3.1. Inleiding

Ieder voorjaar wordt de voortplanting van de mossel gestimuleerd door een toename van de watertemperatuur. Vrij zwemmende mossel larven worden dan geproduceerd. Deze verblijven 3-6 weken in het water tot ze ongeveer 0.3 mm zijn. Afhankelijk van de hydrodynamische condities zullen ze zich vervolgens gaan vestigen op een beschikbare harde ondergrond in het water of op de bodem. Dit proces heet broedval. Het aantal larven dat wordt geproduceerd en de sterfte tijdens de larvale fase bepalen het aantal larven dat deel kan nemen aan de broedval. De sterfte is vooral hoog op de bodem, waarschijnlijk omdat daar veel predatoren aanwezig zijn. Het aanbieden van in het water hangend substraat waarop de larven zich kunnen vestigen kan de overleving van de het broed vergroten. Mosselhangcultures en bouchot cultures maken hier gebruik van door touwen in het water te plaatsen in de periode dat er larven aanwezig zijn. Bij de hangcultuur worden de ingevangen mosselen van de touwen verwijderd en vervolgens opnieuw bevestigd aan touwen in zogenaamde sokken voor verdere opkweek. Bij de bouchot cultuur wordt het touw met mosselbroed om palen gewonden waar verdere opgroei plaats vindt. In Nederland werken verschillende ondernemers d.m.v. praktijkproeven aan de ontwikkeling van MZI's met als doel zaad in te vangen voor doorkweek in de bodemcultuur. Deze ontwikkeling is uniek in de wereld, en wordt in meerdere kweekgebieden van belang geacht (Maguire *et al*, 2007).

Voor optimalisatie van de MZI met het oog op praktijkgebruik is het van belang de beste locaties voor invang en groei te bepalen. Daarnaast moet ook duidelijk worden in welke periode van het jaar de MZI het meest effectief is. IMARES (toen nog RIVO genaamd) heeft in de periode 1999-2003 studies uitgevoerd naar ruimtelijke en temporele variatie in mosselzaadinvang. In de periode 1999-2001 werd een studie uitgevoerd in het kader van het EU project ESSENSE (Smaal, 2002). Dit was een samenwerkingsproject tussen 8 onderzoeksinstituten in Europa. Binnen dat EU project onderzocht het RIVO samen met het DIFRES (Danish Institute for Fisheries Research) de broedval van mosselen. Het onderzoeksgebied van het RIVO betrof de Oosterschelde en de westelijke Waddenzee. DIFRES richtte zich op de Limfjord in Denemarken. Op verschillende plaatsen in de Oosterschelde zijn wekelijks mossellarven in het water geteld. Bovendien is iedere twee weken de vestiging van broed op gaas gevolgd op verschillende plaatsen in de Oosterschelde en Waddenzee. Er is gaas uitgehangen op twee verschillende dieptes; op ca. 1 m onder het wateroppervlak en op ca. 30 cm boven de bodem. Daarnaast zijn in 2001 ook in de Waddenzee mossellarven in het water geteld. In de periode 2001-2003 zijn de tellingen voortgezet in het kader van het project Verbetering Broedval Mosselen gefinancierd door de Mossel Advies Commissie (Kamermans *et al*, 2004). Met behulp van de deze gegevens werden pieken in larvenaantallen gesignaleerd en broedval op gaas gedetecteerd. De meeste larven zijn aanwezig in april. De meeste broedval vindt plaats van mei tot en met juli. Gemiddeld 7 weken na een piek in larvenaantallen wordt een piek in broedval gevonden. Soms treedt ook een larven piek in het najaar op. Hiervoor wordt geen patroon in de tijd gevonden. De verschillen in maximale concentraties aan larven zijn groot, zowel tussen verschillende locaties als tussen verschillende jaren op dezelfde locatie. De broedval is hoger in de Waddenzee dan in de Oosterschelde. Opvallend is dat bij een zelfde larvenconcentratie de broedval hoger is in de Waddenzee dan in de Oosterschelde (zie figuur 3.1). Dit suggereert dat de overleving van larven in de Waddenzee beter is dan in de Oosterschelde.



Figuur 3.1. Maximaal aangetroffen aantal larven op een bepaalde locatie in een bepaald jaar bij wekelijkse monsternamen gerelateerd aan maximaal aangetroffen aantal broedjes op diezelfde locatie in dat jaar bij tweewekelijkse uithanging (gegevens van ESSENSE en Verbetering Broedval Mosselen).

## 3.2. Methode

### 3.3.1. Monitoring 2005

In 2005 is een monitorings programma gestart voor alle locaties waar MZI's waren geïnstalleerd (10 in de Waddenzee, 4 in de Oosterschelde, 2 in de Voordelta en 1 in de Westerschelde) in een monitoring programma betrokken. De MZI ondernemers hebben universele touwen, een veerunster en een protocol ontvangen (zie bijlage B1). Er zijn per MZI drie monitoringstouwen van Xmas tree rope opgehangen. De touwen werden afhankelijk van de mogelijkheden op verschillende wijzen in en aan de systemen gehangen. De ondernemers zijn gevraagd om regelmatig de substraten te bekijken/bemonsteren. Hiermee kon een indruk worden verkregen van het moment van zaadinvang, de hoeveelheid zaad die werd ingevangen en het moment (en de omstandigheden) van het afvallen van het zaad.

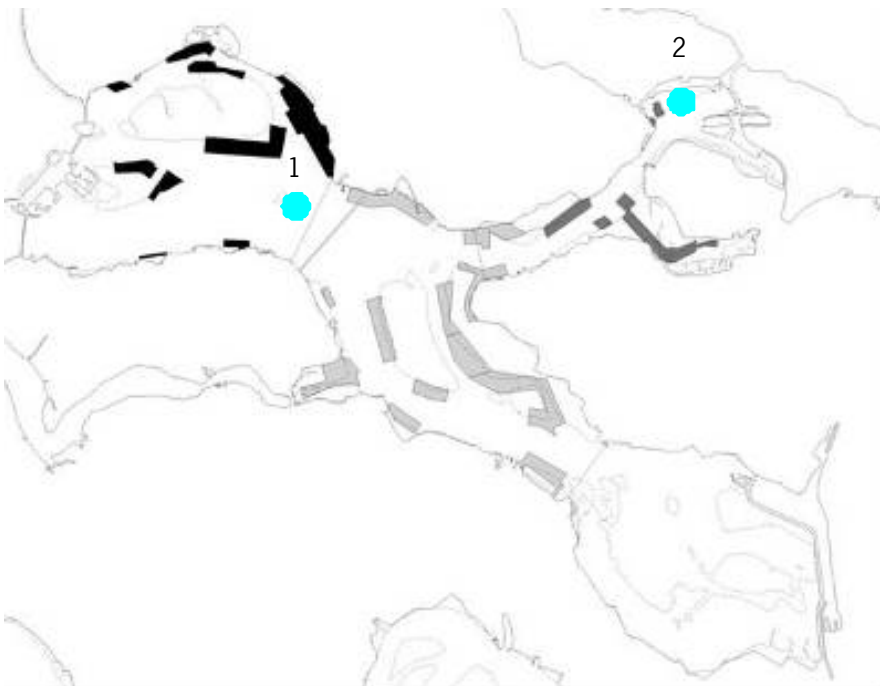
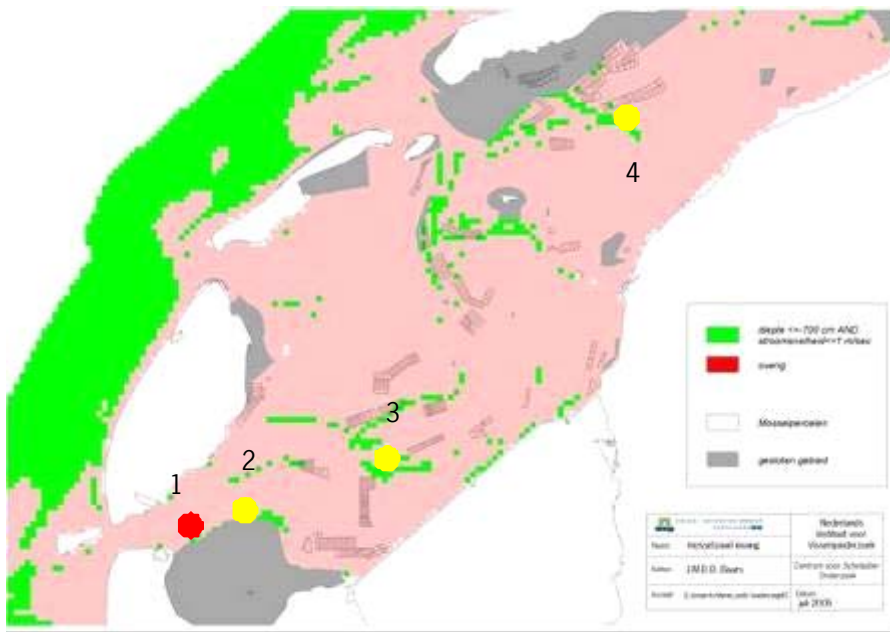
In 2005 was de frequentie van monsternamen de verantwoordelijkheid van de MZI ondernemer. Bij iedere monsternamen werden de Xmas tree touwen gewogen en bijzonderheden genoteerd en de informatie werd aan IMARES gezonden. Daarnaast zijn alle deelnemers telefonisch geïnterviewd over de methode (zie bijlage B2). Als gevolg van de late start van PRODUS in 2005 zijn de touwen na 19 juli opgehangen voor zaadinvang. De touwen hebben geen zaad ingevangen. Hierdoor kon alleen de methode worden getest, maar werd geen informatie over zaadinvang verkregen en dus ook niet gerapporteerd. Uit de interviews bleek dat de touwen niet op een uniforme wijze bevestigd konden worden en dat de frequentie van bemonsteren ook niet uniform was.

### 3.3.2. Monitoring 2006

Voor 2006 is besloten om gebruik te maken van monitoringsinstallaties die niet gekoppeld zijn aan bestaande MZI's. Dit heeft als voordeel dat de bevestiging uniform is (zodat eventuele verschillen daar niet veroorzaakt door kunnen worden) en dat minder partijen betrokken zijn bij de bemonstering. Op basis van beschikbare vergunningen en mogelijkheden voor bemonstering door LNV schepen zijn 6 locaties geselecteerd: in de

westelijke Waddenzee op 4 locaties (Malzwin 2x, Vlieter, Oostmeep) en in de Oosterschelde op 2 locaties (Krammer en Vuilbaard) (zie figuur 3.2).

Er zijn 6 opstellingen gemaakt, zogenaamde MONICUBES. De MONICUBES zijn voorzien van substraten waarmee de broedval, de groei van het zaad en de duur van de aanhechting van het zaad kan worden gevolgd in de tijd. Iedere MONICUBE bestond uit een stalen frame met een oppervlakte van 2x2.75m, en een diepte van 2m. Het frame was verankerd aan een betonblok of penanker. Aan het oppervlakte van het frame waren een tweetal drijvers bevestigd, waardoor de constructie maximaal 50 cm boven het wateroppervlak uitsteekt. In ieder frame werden twee PVC ringen (diameter 20 cm) met gaas van 4 mm geplaatst. De PVC ringen werden om de 14 dagen vervangen door nieuwe ringen zodat het moment van broedval kon worden bepaald. Daarnaast werden twee netten met maaswijdte 45 mm in een frame van 1 bij 1.5 m geplaatst. De netten waren bedoeld om de overleving en groei van het broed te monitoren. Omdat de kans bestond dat bij een goede broedval het zaad van de netten viel zijn ook twee Xmas tree touwen bevestigd om aan het eind van de studieperiode de maximale grootte dat het zaad kon bereiken te bepalen. Wegens late levering van de MONICUBES is in de periode van week 22 tot week 29 per locatie slechts 1 net uitgehangen (Fig. 3.3a). In week 29 werden de MONICUBES te water gelaten en is het net in het frame geplaatst (Fig. 3.3b).



Figuur 3.2. Locaties van MONICUBES in Waddenzee (boven, 1 PD Malwzin , 2 IMOZA Malwzin, 3 IMOZA Vieter en 4 IMOZA Oostmeep) en Oosterschelde (onder, 1 Neeltje Jans Vuilbaard en 2 Neeltje Jans Krammer).



*Figuur 3.3. (a) Het enkele rek dat werd geplaatst in week 20 (Waddenzee) of week 22 (Oosterschelde), (b) MONICUBE bij tewaterlating in week 29 (Malzwin, Vuilbaard en Krammer) of 30 (Vlieter en Oostmeep).*

In 2006 was IMARES verantwoordelijk voor de monsternamen en LNV uitvoerder. De frequentie van monsternamen was om de 14 dagen. De monsternamenperiode was vanaf week 20/22 tot week 34/44. Bij iedere monsternamenperiode werden twee mazen uit het net geknipt en vanaf week 29/30 werden de twee PVC ringen in de MONICUBES verwisseld. Bij de laatste bemonstering werden ook de Xmas tree touwen uit het frame gehaald. Gedurende de gehele periode vond de bemonstering plaats met de LNV schepen Valk en Kokhaan in de Oosterschelde en Phoca in de Waddenzee. De monsters werden naar IMARES getransporteerd voor verdere analyse. Het aantal mosseltjes per netmaat of per cm<sup>2</sup> gaas in de PVC ring werd geteld en de lengte van 50 mosseltjes werd opgemeten met een binoculair gekoppeld aan een computer die was uitgerust met een meetprogramma (QWin), of met een (digitale) schuifmaat.

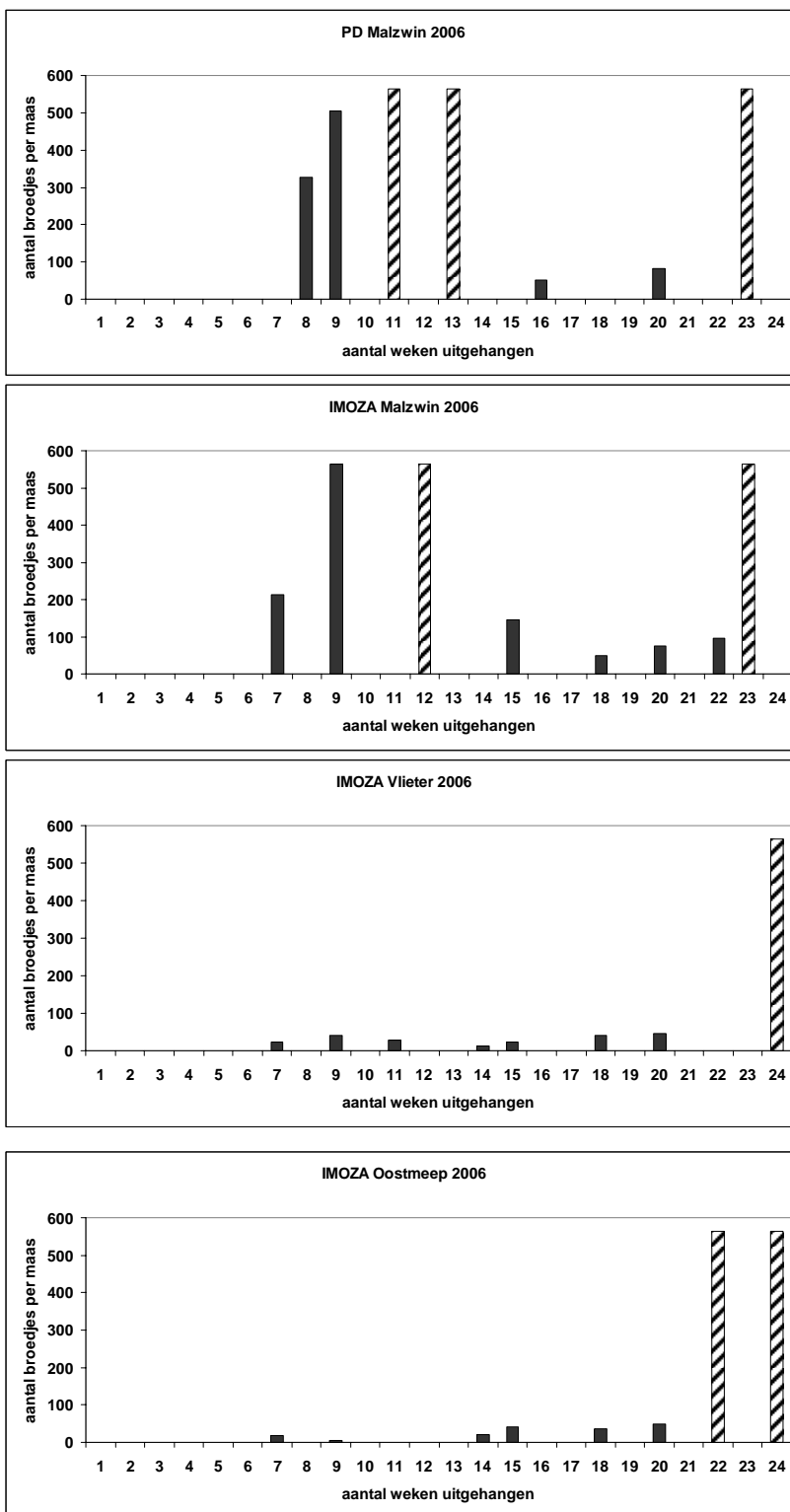
### 3.3. Resultaten

#### 3.3.1. Monitoring 2006

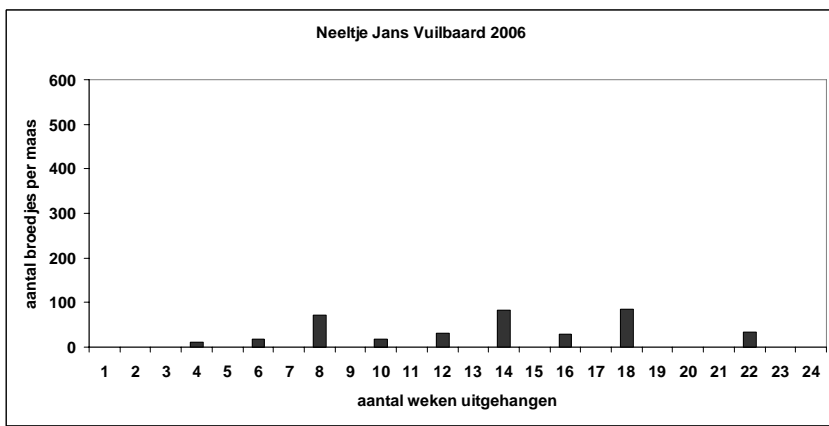
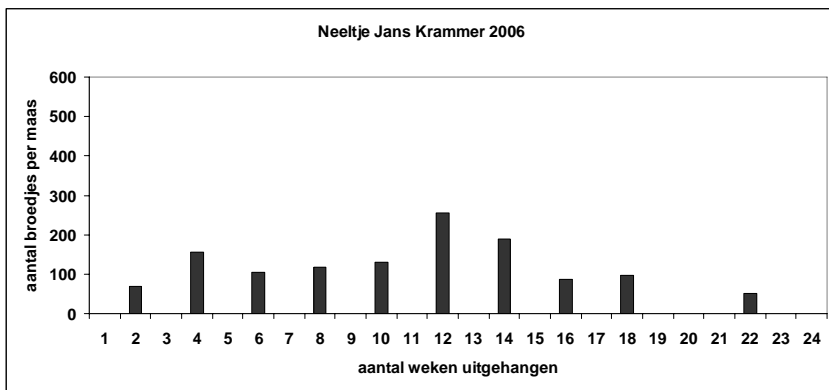
Het programma in 2006 is 15 mei gestart (week 20). Het meeste zaad werd ingevangen in het Malzin in de Waddenzee en Krammer in de Oosterschelde (zie Fig. 3.4). Het maximaal aantal broedjes per netmaat was hoger in de Waddenzee dan in de Oosterschelde. Zolang de broedjes klein zijn neemt het aantal eerst toe, maar bij groei van het zaad neemt het aantal weer af. Aan het einde van de monitoringsperiode waren alle netten in de Waddenzee volgegroeid. De netten in de Oosterschelde hadden lagere dichtheden. De grootte van het ingevangen zaad varieerde sterk. Dit is te zien in de grootte van de standaard deviatie (Fig. 3.5). De maximaal aangetroffen schelpenlengte was 48 mm (PD Malzwin). Vanaf juli (7 weken na uithanging van de netten) is het zaad gemiddeld 5 millimeter. In de periode van 7 weken na uithanging tot en met 17 weken na uithanging is de gemiddelde grootte van het zaad over het algemeen groter in de Oosterschelde dan de Waddenzee. In oktober is het zaad in de Oosterschelde gemiddeld een stuk kleiner (ruim 20 mm) dan in de Waddenzee (35 millimeter). Wanneer de broedjes klein zijn zijn er meer aanwezig op het net (Fig. 3.6). In de Waddenzee is de lengte van de broedjes vanaf week 33 bepaald. Op de locaties Krammer en Vuilbaard is de lengte van de broedjes echter vanaf het begin (week 24) bepaald (Fig. 3.7). Hieruit is te zien dat de eerste 6-8 weken broedval plaatsvindt (broedjes kleiner dan 1 mm). De grote netten opgehangen in week 29 vingen vrijwel geen zaad meer in. Ook het vanaf week 29 tweewekelijks uitgehangen gaas in PVC ringen ving geen zaad meer in. De Xmas tree touwen zijn ook vanaf week 29 uitgehangen. Deze hebben nog wel zaad ingevangen (Fig. 3.8). Het zaad op de touwen is in een periode van 15 weken (van week 29 tot week 44) gegroeid tot minimaal gemiddeld 16 mm (locatie Vuilbaard) en

maximaal gemiddeld 25 mm (locatie PD Malzwin). De beste gemiddelde groei werd gevonden op de twee locaties in het Malzwin. De maximaal aangetroffen lengte was 41 mm (locatie IMOZA Malzwin) en de minimale lengte was 8 mm (locatie Oostmeep).

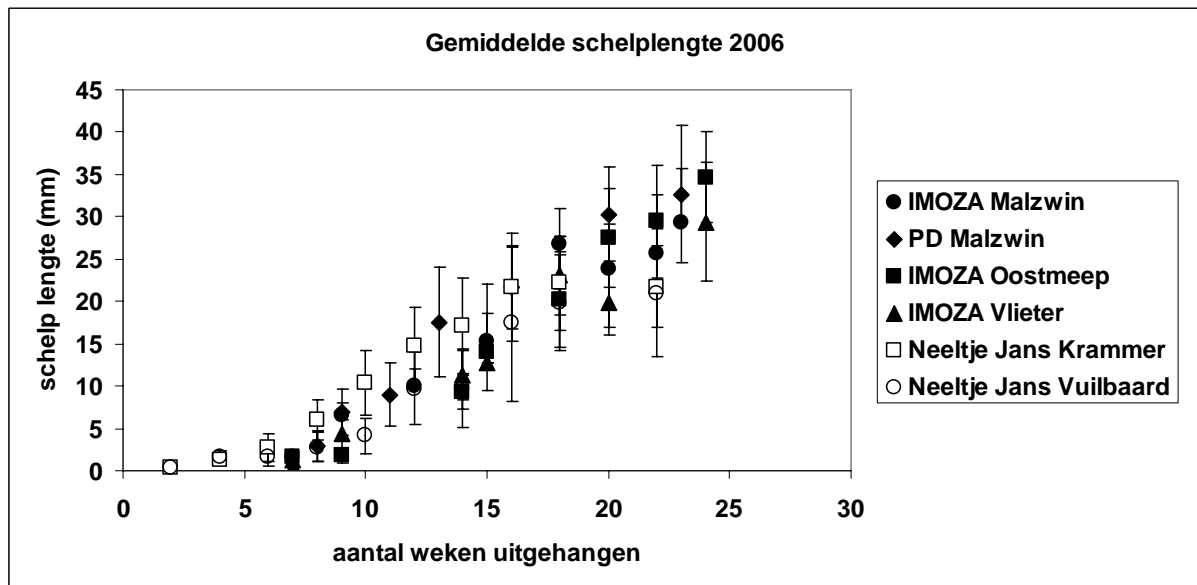




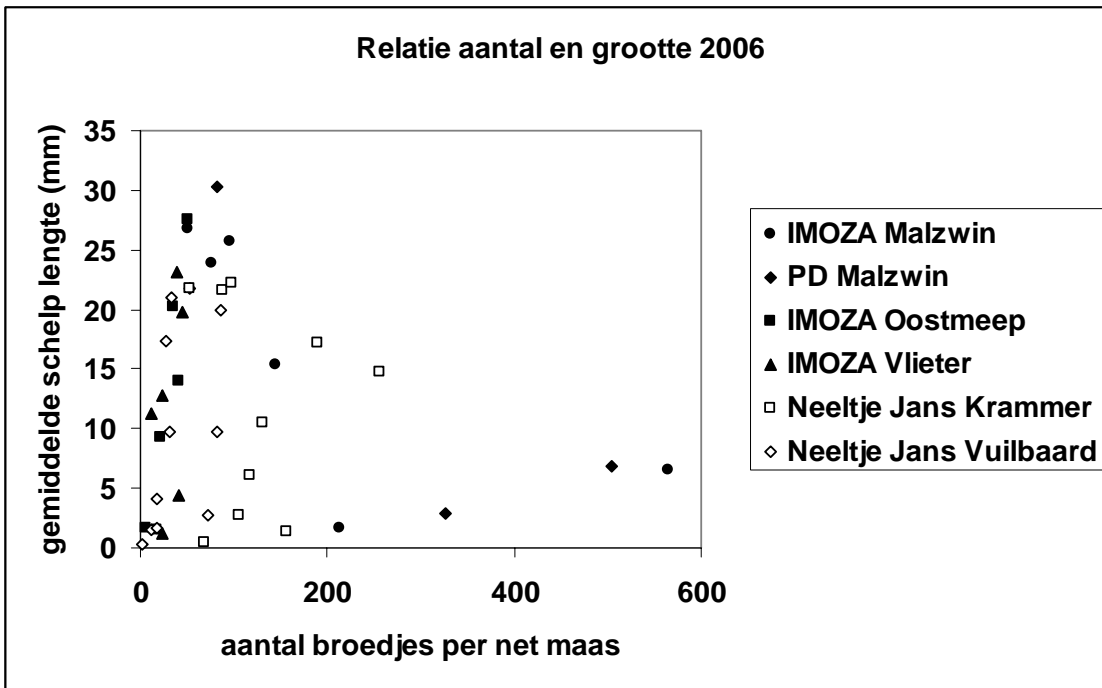
Figuur 3.4a. Aantal broedjes op netten na uithangen op 15 mei op de 4 verschillende locaties in de Waddenzee (PD Malzwin, IMOZA Malzwin, Vlieter en Oostmeep). Gestreept geeft aan dat maas helemaal was volgegroeid en dat aantal niet meer kon worden bepaald, het hoogst gevonden aantal is dan aangehouden.



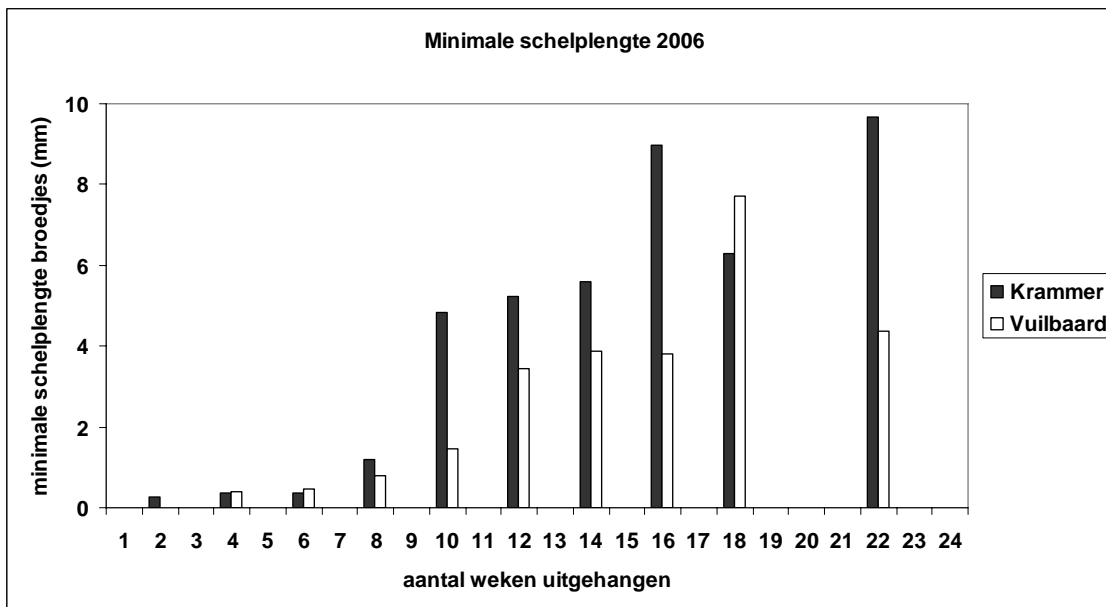
Figuur 3.4b. Aantal broedjes op netten na uithangen op 29 mei op de 2 verschillende locaties de Oosterschelde (Krammer en Vuilbaard).



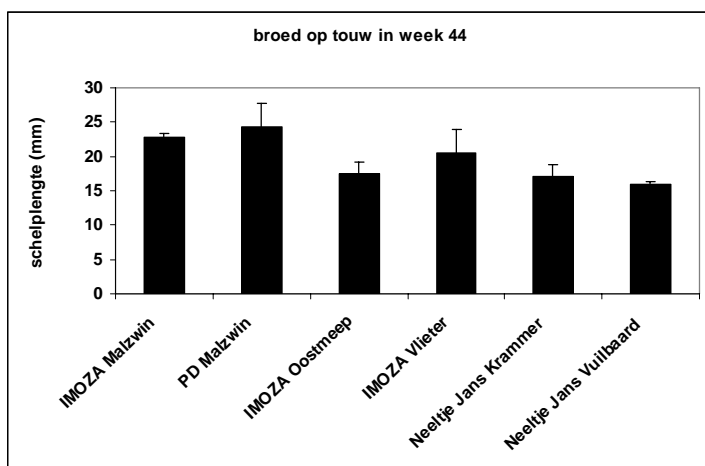
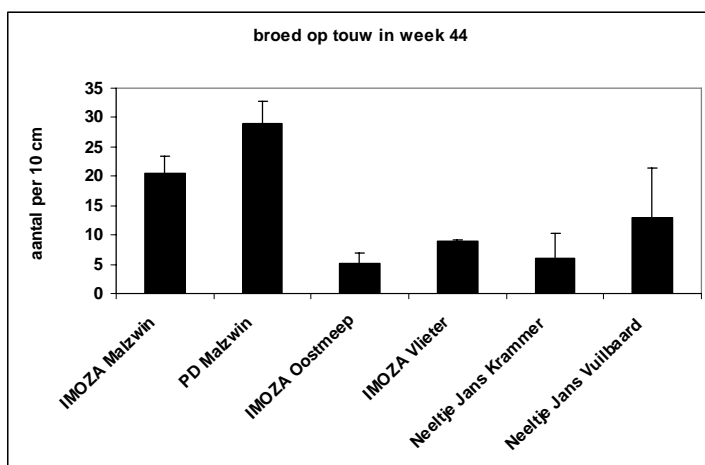
Figuur 3.5. Schelp lengte van broed aangetroffen op 15 of 29 mei uitgehangen netten. Gemiddelde van 50 broedjes met standaard deviatie.



Figuur 3.6. Relatie tussen aantal broedjes per net maas en gemiddelde schelp lengte van zaad aangetroffen op de 15 of 29 mei uitgehangen netten.



Figuur. 3.7. Minimale schelp lengte van broedjes aangetroffen op de 29 mei uitgehangen netten in de Oosterschelde.



Figuur 3.8. Aantal broedjes per 10 cm touw (boven) en gemiddelde schelp lengte (onder) ingevangen in de periode week 29-44. Gemiddelde van twee touwen met standaard deviatie.

### 3.4 Discussie

#### 3.4.1. Monitoringmethode

Monitoring van zaadinvang is met twee verschillende methoden getest in 2005 en 2006. De in 2006 gebruikte methode met de MONICUBES en bemonstering door LNV is een geschiktere methode dan de in 2005 gebruikte Xmas tree touwen aan bestaande MZI's met bemonstering door MZI ondernemers als het gaat om het onderzoeken van ruimtelijke en temporele verschillen in zaadinvang en groei van het zaad. Bij de MONICUBE methode worden de substraten op eenduidige wijze uitgehangen en is regelmatige monsternamen gegarandeerd. Voor een goede monitoring is het van belang dat de substraten voor juni worden uitgehangen. Een monitoring systeem op basis van de door de ondernemers gebruikte systemen is volledig afhankelijk van de mogelijkheden die het systeem biedt. De variatie in systemen maakt het lastig een eenduidige monitoring op te zetten. Daarnaast is monsternamen met behulp van sectorschepen in de experimentele fase lastig gebleken, doordat de monsternamen tijdens de routinewerkzaamheden moet worden uitgevoerd, hetgeen resulteert in infrequente monsternamen.

#### 3.4.2. Variatie in tijd

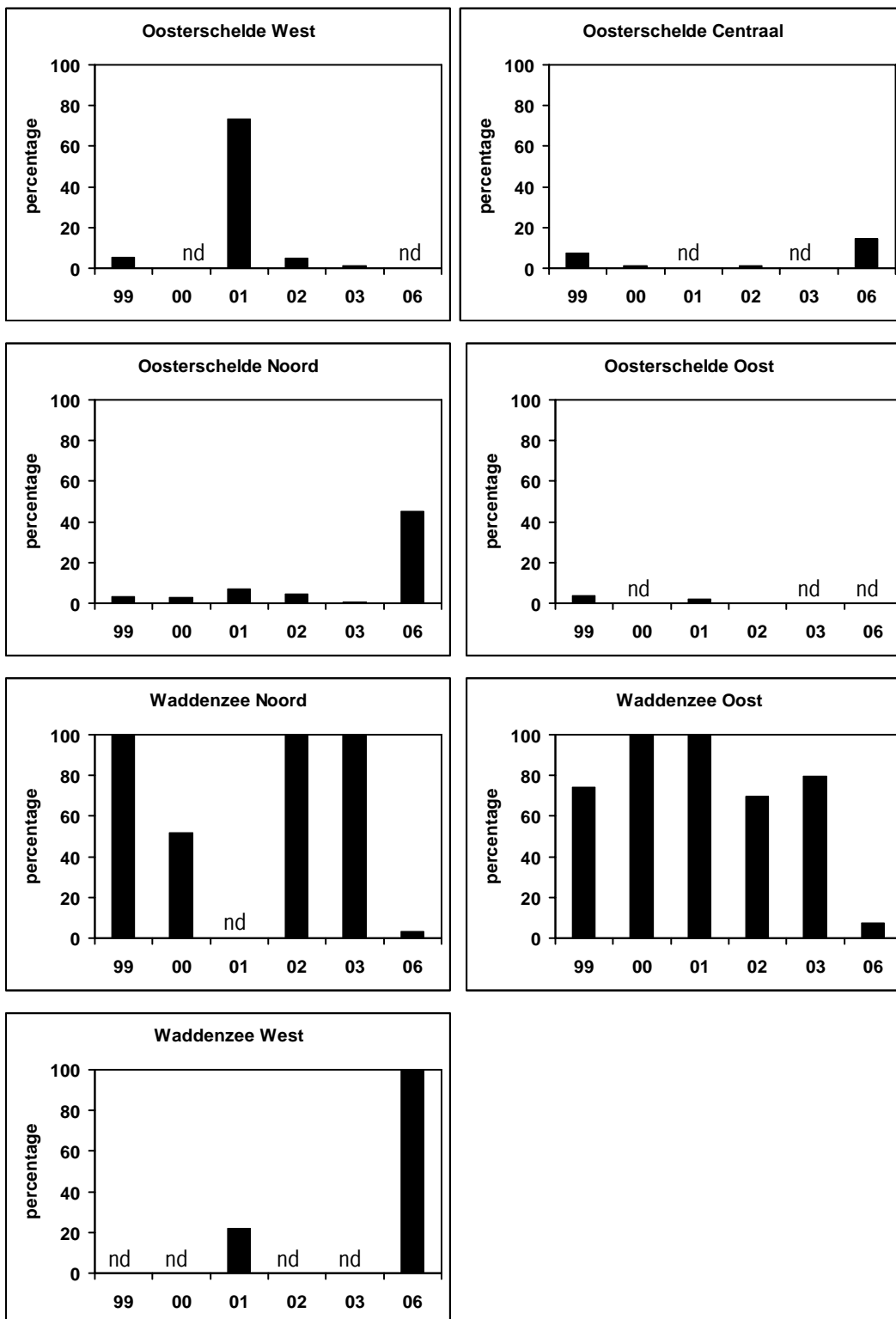
De tweewekelijks uitgehangen substraten zijn te laat uitgehangen, waardoor een goede dataset over de variatie in broedval in de tijd niet is verkregen. Gegevens uit de Oosterschelde over de minimale schelplengte van broed op de netmazen laten geen grote verschillen in periode van broedval zien tussen beide locaties. Dit geeft aan dat er weinig variatie in periode van broedval is. De toename in gemiddelde schelplengte is zeer vergelijkbaar voor alle locaties. Dit wijst eveneens op een relatief korte periode van intense broedval in de periode half mei tot begin juli.

### 3.4.3. Variatie in ruimte

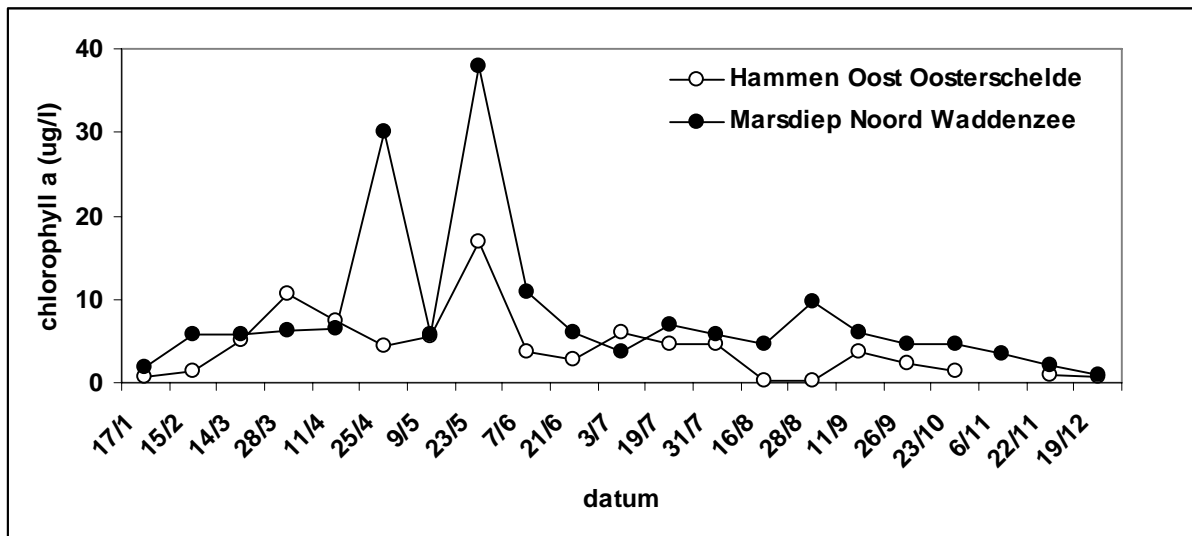
De resultaten geven aan dat de broedval verschilt per locatie. De huidige dataset laat zien dat beste locatie voor zaadinvang het Malzwin in de Waddenzee is gevolgd door de Krammer in de Oosterschelde. We kunnen deze gegevens uitbreiden met de gegevens uit andere jaren die zijn verkregen in het kader van de projecten ESSENSE en Verbetering Broedval Mosselen. De bemonsterde locaties waren niet ieder jaar het zelfde, en ook de methode wisselde. Daarom zijn de bemonsterde stations ingedeeld in regio's (Tabel 3.1) en is per jaar het maximum aantal broedjes aangetroffen op een bepaalde locatie op 100% gesteld. Het aantal broedjes geteld op andere in dat jaar bemonsterde stations zijn uitgedrukt als percentage hiervan. Niet alle stations zijn in alle jaren bemonsterd, maar ieder jaar zijn minstens 2 stations in de Oosterschelde en 2 in de Waddenzee bemonsterd (Tabel 3.1). Uit de vergelijking blijkt dat de Waddenzee over het algemeen meer broedval laat zien dan de Oosterschelde (Fig. 3.9). In de Oosterschelde vindt meer broedval plaats in het westen en in de noordelijke tak, dan in het centrale en oostelijk deel. In de Waddenzee zijn degelijke ruimtelijke verschillen minder duidelijk.

*Tabel 3.1. Indeling van stations in regio's en jaren dat bemonstering is uitgevoerd.*

Regio	Naam station	Jaren bemonsterd
Oosterschelde West	Hammen	99, 01, 02, 03
Oosterschelde Centraal	Vondelingen	99, 00
	Vuilbaard	06
	Zandkreek	02
Oosterschelde Noord	Zijpe	99, 00, 01, 02
	Krammer	03, 06
Oosterschelde Oost	Lodijksegat	99, 01, 02
Waddenzee Noord	Inschot	99, 02, 03
	Meep	99, 00, 06
	Omdraai	99
Waddenzee Oost	Vlieter	99, 00, 01, 02, 03, 06
Waddenzee West	Malzwin	01, 06



Figuur. 3.9. Aantal broedjes in de periode 1999-2003 en 2006 uitgedrukt als percentage van hoogste aantal in dat jaar gevonden voor verschillende regio's van de Waddenzee en Oosterschelde. Voor namen stations zie tabel 3.1, nd betekent geen monstername.



Figuur 3.10. Chlorophyll a waarden van het oppervlakte water op twee stations in 2006: Hammen Oost in de Oosterschelde en Marsdiep Noord in de Waddenzee (gegevens [www.waterbase.nl](http://www.waterbase.nl)).

De groeigegevens uit 2006 tonen dat de mosselen een grotere eind maat bereiken in de Waddenzee dan in de Oosterschelde. Dit heeft waarschijnlijk te maken met een beter voedselaanbod in de Waddenzee. De waterbase dataset ([www.waterbase.nl](http://www.waterbase.nl)) bevat gegevens over chlorofyl gehalte van het water. Dit is een maat voor het voedselaanbod voor schelpdieren. In 2006 zijn twee stations in de buurt van MONICUBES maandelijks bemonsterd. Het station Hammen Oost in de Oosterschelde ligt in de buurt van de MONICUBE in de Vuilbaard en het station Marsdiep Noord in de Waddenzee ligt in de buurt van de MONICUBES in het Malzwin. Figuur 3.10 laat zien dat er in 2006 op twee metingen na hogere chlorophyll waarden werden gemeten in de Waddenzee dan in de Oosterschelde.

## 4. Effect van MZI's op bodemfauna en bodemstructuur

### 4.1. Inleiding

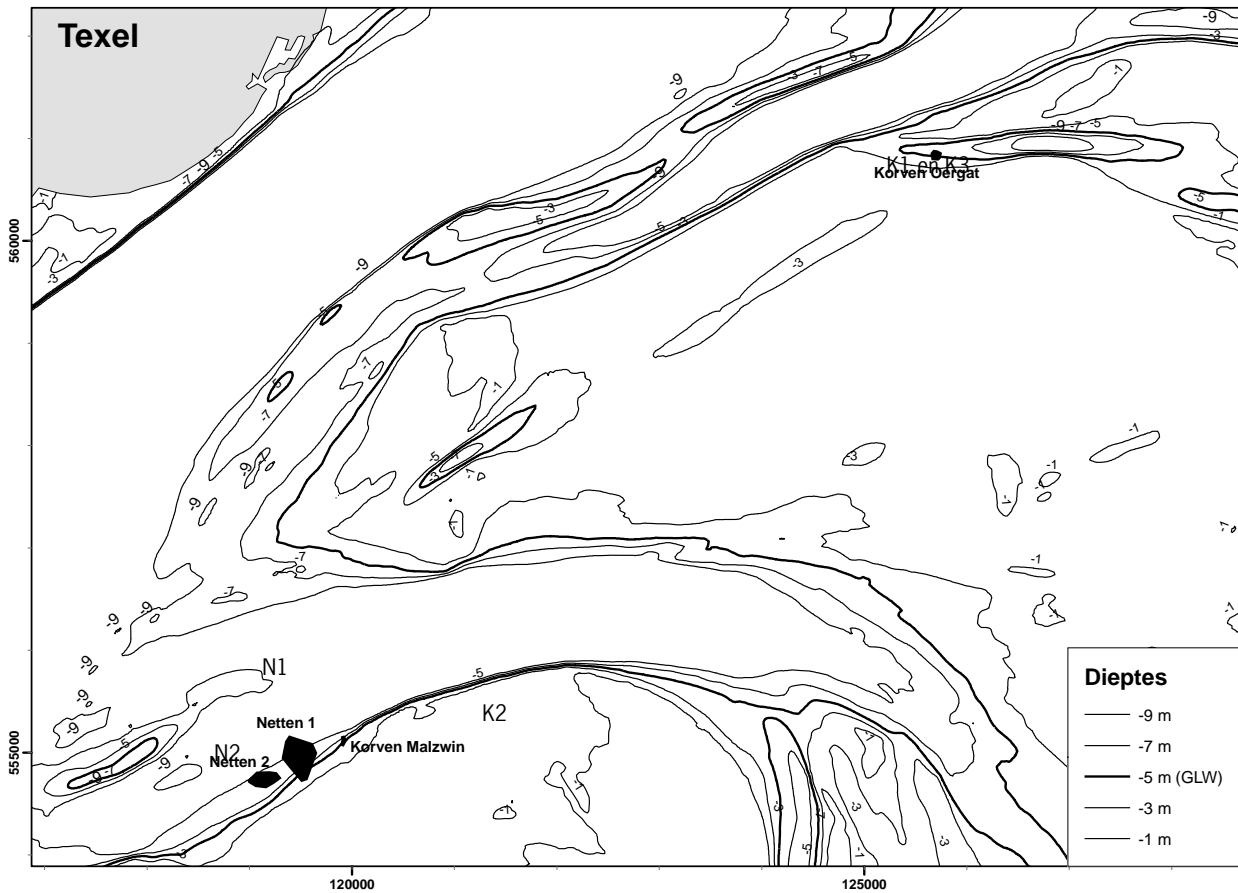
Mosselen filtreren water met hun kieuwen en nemen op die manier voedsel op in de vorm van microscopisch kleine deeltjes. Deze deeltjes zijn voornamelijk algen. Daarnaast produceren mosselen uitwerpselen in de vorm van faeces en pseudofaeces. Faeces zijn onverteerde resten en pseudofaeces zijn deeltjes die na sortering op de kieuwen weer naar buiten worden gewerkt alvorens de mond te bereiken. Faeces en pseudofaeces bevatten hoge gehalten aan organische stof en slib. Deze faeces en pseudofaeces zinken naar de bodem en kunnen daar effecten veroorzaken. Een verhoging van het organisch stof gehalte en slibgehalte van de bodem kan voor bepaalde in de bodem levende soorten (b.v. schelpdieren) de leefomstandigheden minder gunstig maken en voor andere soorten (b.v. wormen) juist gunstiger. In extreme gevallen treedt zuurstofloosheid van de bodem op, waardoor ook dieren zoals wormen niet meer voor kunnen komen. Op verschillende plaatsen in de wereld zijn degelijke effecten voor de bodem in de nabijheid van mosselhangcultures beschreven. Deze effecten worden samengevat in Kamermans *et al* (2002), Scholten *et al* (2007) en Meesters *et al* (2007). MZI's zijn niet geheel te vergelijken met hangcultures waarbij de mosselen worden opgekweekt tot consumptieformaat. De mosselen op MZI's zijn veel kleiner op het moment van oogsten en de touwen of netten zijn alleen van april tot november met mosselen bezet. Daarnaast worden MZI's meestal in het open water en niet in havens of beschutte baaien geplaatst. Dit maakt dat gegevens van andere studies niet direct toepasbaar zijn en dat eigen metingen noodzakelijk zijn. Dit hoofdstuk bevat een samenvatting van een rapportage over bodembemonsteringen in 2005 en 2006, modelberekeningen (Meesters *et al*, 2007) en een rapportage over modelberekeningen en een bodembemonstering in 2007 (De Mesel *et al*, 2008). In 2005 en 2006 is het organisch koolstof gehalte en de bodemdiersamenstelling geanalyseerd, in 2007 enkel het organisch koolstof gehalte.

### 4.2. Methode

#### 4.2.1. Locatie keuze

Om effecten van MZI's op de bodem te meten zijn bodembemonsteringen en modelberekeningen uitgevoerd. De locatie keuze is gebaseerd op de aanwezigheid van relatief grote MZI-systemen. In 2005 bevonden de grootste systemen zich in de westelijke Waddenzee. Daarnaast is gekeken naar verschillende typen systemen. En tenslotte is gezocht naar gebieden met verschillende overheersende stroomsnelheden. Op deze manier zijn West 6 (longlines met netten – N1 en N2) en WIETEX (korven met touwen – K2) in het Malzwin en WIETEX (korven met touwen – K1 en K3) in het Oergat geselecteerd (zie figuur 4.1). Het Malzwin vertoont over het algemeen een sterkere stroomsnelheid dan het Oergat.





Figuur 4.1. Ligging van bemonsterde MZI's in de westelijke Waddenzee netten N1 en N2 en korven K2 in het Malzwin en korven K1 en K3 in het Oergat.

#### 4.2.2. Veldmetingen

Tabel 4.1 geeft een overzicht van de bodembemonsteringen en uitgevoerde analyses in 2005, 2006 en 2007. De bodem rond korven is bemonsterd in het Oergat (K1 en K3) en het Malzwin (K2) en de bodem rond netten is bemonsterd in het Malzwin (N1 en N2). De cluster netten (N1) is intensiever bemonsterd dan de cluster (N2). Het tijdstip van bemonstering is steeds aan het eind van het seizoen gekozen, op het moment dat de netten of touwen nog niet waren geogst, dus het moment met de grootste biomassa aan mosselzaad. In 2005 zijn vier locaties bemonsterd (N1, N2, K1, K2). De resultaten uit 2005 voor de locatie Oergat korven (K1) gaven geen uitsluitel of het gevonden effect veroorzaakt werd door de aanwezigheid van de korven of door de vorm van de geul. In 2006 waren er geen korven aanwezig en is de locatie opnieuw bemonsterd om vast te stellen of het waargenomen effect een gevolg is van de vorm van de geul. Voor extra informatie over een eventueel effect van de geul is ook een nabijgelegen referentiegebied (K3) bemonsterd (figuur 4.2). In 2007 zijn de zones rond de netten (N1) en twee zones rond de netten (N2) in het Malzwin herbemonsterd. Op deze locaties heeft, sinds de bemonstering in 2005, een uitbreiding van het aantal netten plaatsgevonden van 17 naar 36.

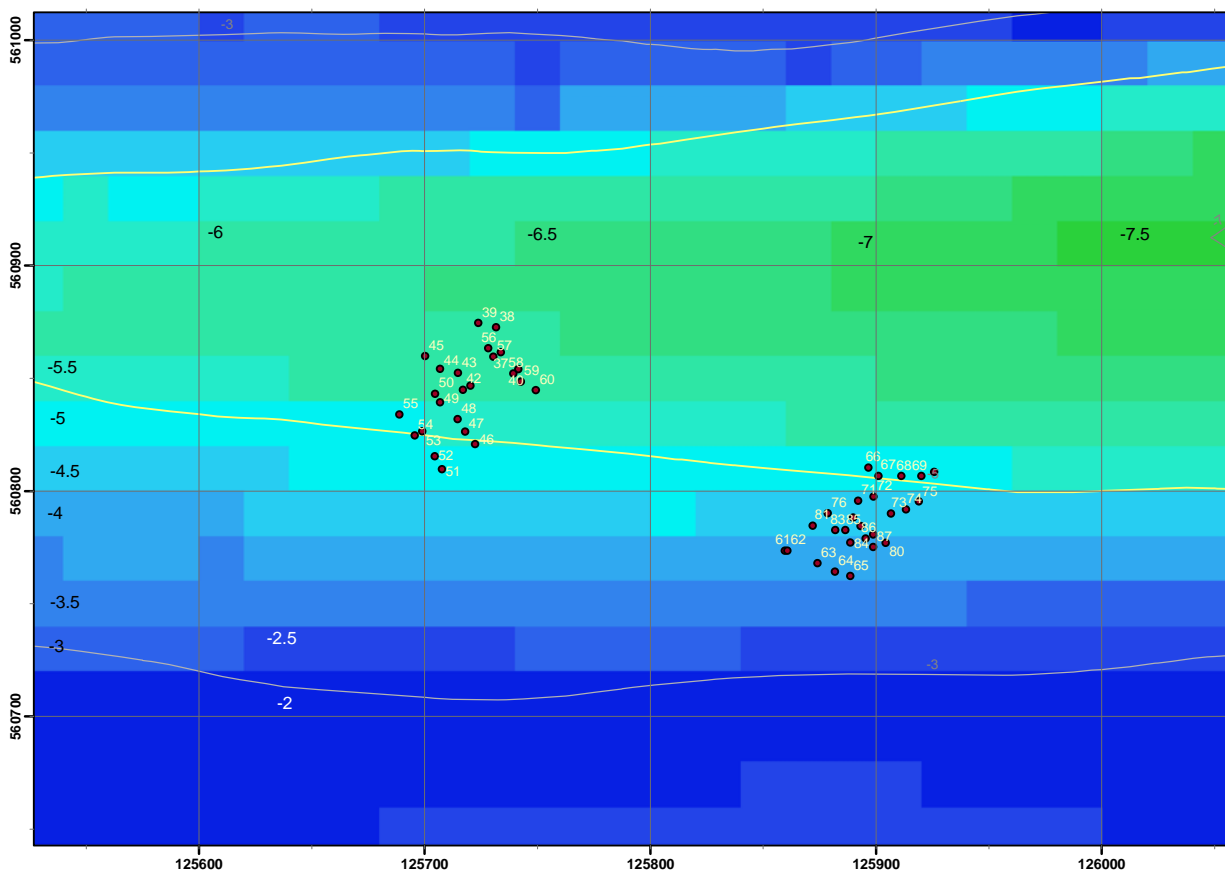


Fig. 4.2. Locatie van de monsters in het Oergat van 2006, de groep punten links zijn de monsters die genomen zijn op de locatie waar de korven in 2005 stonden en rechts de monsters die ter vergelijking genomen zijn als referentie. De assen zijn in meters (Rijksdriehoek projectie). Kleuren geven de diepte aan.

Tabel 4.1. Overzicht van de bemonsteringen in 2005, 2006 en 2007.

datum	locatie	type MZI	code	parameter bemonsterd
26-09-2005	K1 Oergat	korven	K105	organisch koolstof en bodemdieren
27-09-2005	K2 Malzwin	korven	K205	organisch koolstof en bodemdieren
27-09-2005	N1 Malzwin	netten	N105	organisch koolstof en bodemdieren
28-09-2005	N2 Malzwin	netten	N205	organisch koolstof en bodemdieren
02-11-2006	K1 Oergat	locatie korven 05, maar geen korven aanwezig	K106	organisch koolstof en bodemdieren
02-11-2006	K3 Oergat	referentiegebied	K306	organisch koolstof en bodemdieren
04-10-2007	N1, N2 Malzwin	netten	N107	organisch koolstof

De bemonsteringen zijn uitgevoerd met een bodemhapper (boxcore) (2005 en 2006) of met duikers (2007). Voor het bepalen van het aantal soorten bodemdieren (2005 en 2006) werden bodemmonsters van 0.06 m<sup>2</sup> en 0.5 m diep genomen met een boxcore. De monsters werden gezeefd over een 1 mm zeef en het aantal dieren op soort gebracht en geteld. Per MZI werden 14-35 monsters genomen in een gebied rondom de MZI. De korven van het Oergat zijn bemonsterd in een centrale zone tussen de korven (7 monsters) en drie zones tot 30 m n noorden en ten zuiden van de korven (ieder 4-6 monsters). De korven in het Malzwin zijn ook tussen de korven bemonsterd (6 monsters) en daarnaast in een zone van 10-20 m ten noorden en ten zuiden van de korven (ieder 4 monsters). De monsternamen van de netten in het Malzwin beslaan 5 zones voor de noordelijke netten: een centrale zone tussen de netten (9 monsters), en vier zones op 30-80 m afstand van de netten ten noorden, ten oosten, ten zuiden en

ten westen van de netten (ieder 4-6 monsters). De exacte monsterlocaties zijn weergegeven in Meesters *et al.* (2007).

Voor het bepalen van het organisch koolstof gehalte van de bodem werden 5 cm diepe monsters van de bodem genomen met een steekbuis met een diameter van 2.5 cm. In 2005 en 2006 werden de organisch koolstof monsters uit de boxcores voor de diersoorten gehaald en in 2007 werden de monsters direct op de bodem verzameld met duikers. In 2007 is voor duikers gekozen omdat de netten te dicht bij elkaar lagen om goed te kunnen monstereken met een boxcore vanaf een schip. In 2007 zijn 40 monsters genomen met duikers op de locaties N1 en N2 in het Malzwin. De monsterpunten zijn verspreid over de in 2005 geïdentificeerde zones. De exacte monsterlocaties zijn weergegeven in De Mesel *et al.* (2008). Een beschrijving van de analyse van het organische koolstofgehalte (gecorrigeerd voor  $\text{CaCO}_3$ ) van het sediment is te vinden in Meesters *et al.* (2007).

De resultaten van de bodembemonsteringen zijn statistisch geanalyseerd. Hierbij is gekeken naar het effect van locatie (zowel de zones binnen een MZI locatie, als verschillen tussen MZI locaties) en van jaar op de soorten samenstelling van de bodemdieren, het aantal soorten bodemdieren en de hoeveelheid organisch materiaal in de bodem. Details van de analyses worden gegeven in Meesters *et al.* (2007) en De Mesel *et al.* (2008).

#### 4.2.3. Modelberekeningen

De modelberekeningen hebben zich geconcentreerd op de vraag: Over welk gebied kan de (pseudo)faeces van MZI's zich verspreiden en wat is de flux van deeltjes naar de bodem? Hiertoe zijn twee modellen geconstrueerd. Beide modellen hebben zich gericht op de situatie waarvan de meeste gegevens bekend waren: West 6 in het Malzwin. Het eerste model (bijlage C in Meesters *et al.*, 2007) berekent op basis van oogstgegevens uit 2005 schattingen van de (pseudo)faeces productie. Hierbij zijn aannamen gedaan over filtratiesnelheid en opname van deeltjes. De schatting van de (pseudo)faeces productie levert een concentratie van de deeltjes in het water. Met behulp van aannamen over de uitzinksnelheid van deze deeltjes is de verspreiding van de deeltjes berekend bij verschillende stroomsnelheden. De gegevens over stroomsnelheden zijn maximale stroomsnelheden afkomstig van het RIKZ. Het tweede model berekent ook de productie van (pseudo)faeces op basis van informatie over de aanwezigheid en de grootte van mosselen op de netten in 2005 (De Mesel *et al.* 2008). Wederom zijn waarden voor filtratiesnelheid, opname van deeltjes en uitzaksnelheid van (pseudo)faeces gebaseerd op laboratorium metingen. De stroomsnelheden zijn in dit model gegevens om de 2 uur op 5 verschillende dieptes in de waterkolom. Deze zijn verkregen uit modelberekeningen van Gerben De Boer, WL | Delft Hydraulics. Naast uitzinken van de deeltjes is in dit model ook het opnieuw opwerpen (resuspensie) gemodelleerd. Het verschil tussen die twee processen is wat er daadwerkelijk aan organisch materiaal op de bodem aanwezig zal blijven. De situatie van 2005 (17 longlines met netten) is vergeleken met die in 2007 (36 longlines met netten). Daarnaast zijn de berekende organisch koolstof gehalten vergeleken met de gemeten waarden. Details van de modelberekeningen worden gegeven in bijlage C van Meesters *et al.* (2007) en in De Mesel *et al.* (2008).

## 4.3. Resultaten

### 4.3.1. Veldmetingen bodemdieren

#### *Verschillen binnen locaties*

Per locatie zijn de centrale monsters onder de MZI vergeleken met monsters die zijn genomen op grotere afstand tot de MZI. Op de locatie Oergat (code K105) werd in 2005 een significant verschil in soortensamenstelling van bodemdieren gevonden tussen de centrale en de noordelijke monsters, maar niet tussen de zuidelijke en de centrale monsters (Tabel 4.2). Er werden minder soorten en meer wormen gevonden tussen de korven, het centrale deel van de locatie. In 2005 waren hier wel korven aanwezig en in 2006 niet. In 2006 verschilde het aantal soorten niet significant tussen de zones binnen de locatie Oergat (Tabel 4.3). Tussen het referentiegebied en het gebied van de korven bestond in 2006 wel een significant verschil in het gemiddeld aantal soorten. Op de locatie korven Malzwin 2005 (code K205) werd een significant verschil tussen de zuidelijke monsters en monsters tussen de korven gevonden (Tabel 4.2). Er zijn per monster zeer weinig soorten gevonden. Dit maakt interpretatie van het resultaat lastig. In de monsters van de locatie netten Malzwin in 2005 (code N105) werden 0-5 soorten en 0-10 individuen aangetroffen. Deze lage aantallen toonden geen significant verschil tussen zones (Tabel 4.2.). Voor de netten van N205 waren de aantallen soorten te laag om een betrouwbare vergelijking tussen de zones te kunnen uitvoeren. De korven laten een significante afwijking van de centrale monsters zien. Dit is zowel het geval voor de soortensamenstelling van bodemdieren in Oergat en Malzwin (Tabel 4.2) als voor het aantal soorten in het Oergat (Tabel 4.3). De netten laten geen significante verschillen tussen het centrale deel onder de MZI en de verder afgelegen zones zien.

#### *Verschillen tussen locaties*

Er zijn significante verschillen in soortensamenstelling van de bodemdieren tussen locaties aangetroffen. In 2005 verschilden alle locaties van elkaar, behalve de twee locaties met netten in het Malzwin (Tabel 4.2). Het aantal soorten was significant hoger op de locatie Oergat (code K105, gemiddeld 4.2 soorten per monster) in vergelijking met de locaties in het Malzwin (codes K205, N105 en N205, gemiddeld 0.5-1.2 soort per monster) (Tabel 4.3). In 2006 werd in het Oergat een significant verschil in soortensamenstelling gevonden tussen de locatie waar in 2005 korven hadden gestaan (code K106) en het referentiegebied (code K306) (tabel 4.2). Het aantal soorten was significant lager in het referentiegebied (code K306, gemiddeld 5.0 soorten per monster) in vergelijking met de locatie waar in 2005 korven hadden gestaan (code K106, gemiddeld 6.6 soorten per monster) (Tabel 4.3). Verschillen tussen locaties zijn het meest uitgesproken tussen Oergat en Malzwin, er wordt bijvoorbeeld alleen in het Oergat de zwaardschede *Ersis* sp. aangetroffen en niet in het Malzwin. Maar ook de korven in het Malzwin vertonen iets meer soorten dan de netten in het Malzwin.

#### *Verschillen tussen jaren*

Een locatie in het Oergat (K1) is in 2005 met korven en in 2006 zonder bemonsterd voor bodemdieren. Er werd geen significant verschil in soortensamenstelling van de bodemdieren of aantal soorten tussen de jaren gevonden (codes K105 ven K106 in tabel 4.2 en 4.3).

Tabel 4.2. Significante verschillen in soortensamenstelling bodemdieren binnen locaties (centrale deel t.o.v. de rest) en tussen locaties. Voor codes zie tabel x.1. – is niet geanalyseerd.

code	K105	K106	K205	K306	N105	N205
K105	ja					
K106	nee	nee				
K205	ja	-	ja			
K306	-	ja	-	nee		
N105	ja	nee	ja	-	nee	
N205	ja	-	ja	-	nee	nee

Tabel 4.3. Significante verschillen in aantal soorten bodemdieren binnen locaties (centrale deel t.o.v. de rest) en tussen locaties. Voor codes zie tabel x.1. – is niet geanalyseerd.

code	K105	K106	K205	K306	N105	N205
K105	ja					
K106	nee	nee				
K205	ja	-	nee			
K306	-	ja	-	nee		
N105	ja	-	nee	-	nee	
N205	ja	-	nee	-	nee	-

#### 4.3.2. Veldmetingen organisch koolstof gehalte

##### *Verschillen binnen locaties*

Op de locatie Oergat (code K105) werden in 2005 significant hogere koolstofgehalten tussen de korven gevonden vergeleken met monsters die zijn genomen op grotere afstand tot de korven (Tabel 4.4). Deze waren afnemend met toenemende afstand tot de korven. In 2006 (code K106) werd dit patroon niet teruggevonden (Tabel 4.4). Toen had de centrale zone tussen de korven juist de laagste gehalten. Ook de referentie locatie (code K306) liet geen significant effect zien van zone op organisch koolstof gehalte. De meeste monsters die tussen de korven in het Malzwin genomen zijn (code K205) hebben een significant hoger percentage organisch koolstof dan de monsters die verder verwijderd van de korven zijn genomen (Tabel 4.4). Op de locatie netten Malzwin (code N105) werd in 2005 geen significant verschil gevonden in het gemiddeld percentage organisch koolstof van de verschillende zones. In 2007 werd wel een significant verschil in organisch koolstofgehalte tussen de zones aangetroffen (code N107 in tabel 4.4). Het aantal monsters was te klein om verschillen tussen zones van de locatie N2 netten Malzwin (code N205) te analyseren. Van de zeven vergelijkingen binnen een locatie werd drie maal een significant hoger percentage organisch koolstof in het centrale deel onder de MZI's aangetroffen.

##### *Verschillen tussen locaties*

In 2005 werden significante verschillen in organisch koolstofgehalte van de bodem aangetroffen tussen de locaties korven in het Oergat en Malzwin (code K105 en K205) en een van de netten locaties in het Malzwin (codes N105). De andere net locatie (code N205) verschilde alleen significant van de locatie korven in het Oergat (code K105). De locaties in het Malzwin vertoonden onderling geen significante verschillen (Tabel 4.4). In 2006 werd een significant lager percentage organisch koolstof aangetroffen op de referentie locatie (code K306) dan op de locatie waar het jaar daarvoor korven hadden gestaan (code K106).

##### *Verschillen tussen jaren*

In het Oergat op de locatie waar korven hebben gestaan werd geen significant verschil in organisch koolstofgehalte aangetroffen tussen 2005 en 2006 (code K105 en K106 in tabel 4.4). De locatie N1 netten

Malzwin vertoont in 2007 een significant hoger organisch koolstofgehalte dan in 2005 (codes N105 en N107 in tabel 4.4 en figuur 4.3).

Tabel 4.4. Significante verschillen in organisch koolstof gehalte bodem binnen en tussen locaties. Voor codes zie tabel x.1. – is niet geanalyseerd.

code	K105	K106	K205	K306	N105	N107	N205
K105	ja						
K106	nee	nee					
K205	nee	-	ja				
K306	-	ja	-	nee			
N105	ja	-	ja	-	nee		
N107	-	-	-	-	ja	ja	
N205	ja	-	nee	-	nee	-	-

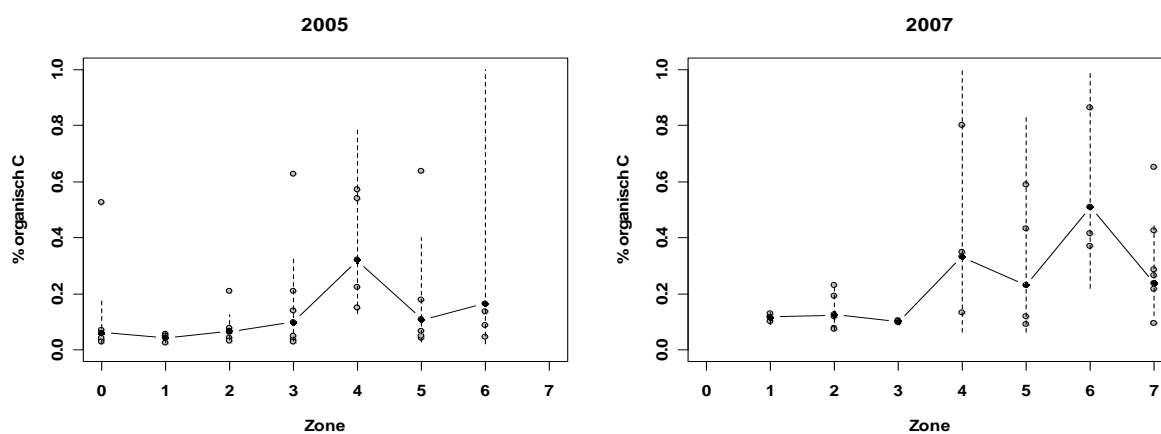


Fig. 4.3. Gemiddeld percentage organisch koolstof en 95% confidentie interval (stippellijn) per zone in 2005 (links) en 2007 (rechts) op locatie N1 netten Malzwin. De geometrische gemiddelden zijn weergegeven als zwart gevulde cirkels. Individuele datapunten zijn weergegeven als grijze cirkels. Zone 2, 3, 4 en 6 liggen onder de netten, 0, 1, 5 en 7 naast de netten.

#### 4.3.3. Relatie bodemdieren en organisch koolstof gehalte

De relatie tussen bodemdieren en organisch koolstof gehalte van de bodem is in 2005 en 2006 onderzocht. In het Oergat is in 2005 een significant omgekeerd verband gevonden tussen het organisch koolstofgehalte en het aantal soorten. Dit betekent dat bij een toename van het organisch koolstofgehalte, het aantal soorten afneemt (Fig. 4.4). In 2006 was dit verband niet meer aanwezig. Op de andere locaties was dit verband niet significant. Opvallend is dat in 2006 het referentiegebied in het Oergat een lager percentage organisch koolstof had dan de korven locatie, maar ook een lager aantal soorten.

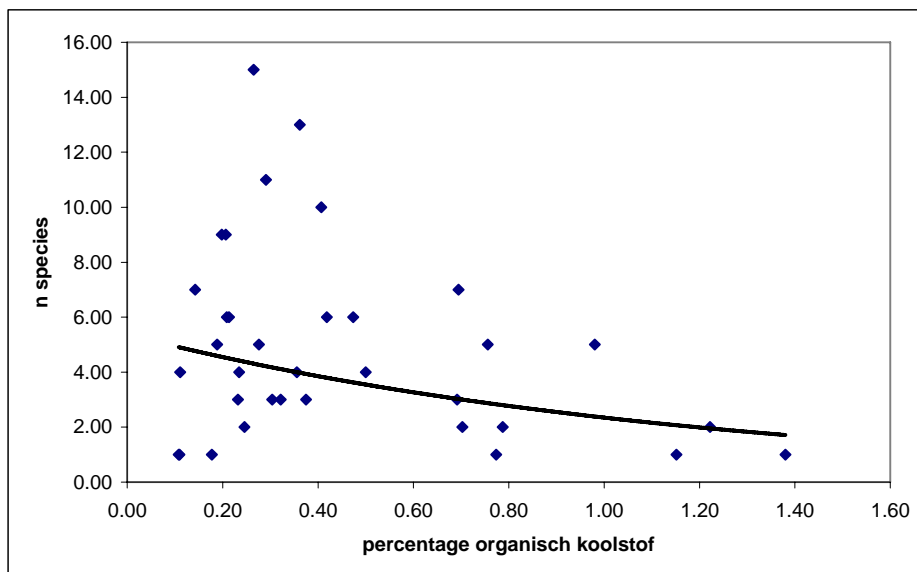


Fig. 4.4. Korven Oergat. Aantal soorten tegen het organisch koolstofgehalte met een exponentiële regressielijn. Regressie:  $\log(n \text{ soorten}) = 0.73 - 0.36 * (\text{perc. C})$ ;  $p = 0.04$ ,  $r^2_{\text{adj}} = 0.096$ .

#### 4.3.4. Modelberekeningen organisch koolstof gehalte

De modelberekeningen laten zien dat het door de MZI geproduceerde materiaal naar de bodem kan zakken. Het eerste model, dat geen rekening houdt met extra verspreiding van de deeltjes door dispersie (verspreiding in het water) en resuspensie (opwerveling van de bodem), voorspelt een accumulatie van ongeveer 4 g AFDW m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup> tot op 500 m van de MZI. Op 2 km afstand is de accumulatie nog maar 1 g AFDW m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>. Een flux van maximaal 4 g AFDW m<sup>-2</sup>d<sup>-1</sup> zal in arme bodemomstandigheden zoals puur zand (70 g organisch materiaal m<sup>-2</sup>cm<sup>-1</sup> diepte) zichtbaar moeten zijn in de metingen, maar in min of meer 'normale' gebieden (700 g organisch materiaal m<sup>-2</sup>cm<sup>-1</sup> diepte) nauwelijks. Over 100 dagen is de toevoer weliswaar 400 g AFDW m<sup>-2</sup>, maar in de praktijk is dit getal dus een onbekende hoeveelheid lager door het resuspensieproces, plus de dispersie loodrecht op de stroming.

Het tweede model toont aan dat in theorie, dus zonder rekening te houden met resuspensie, maar wel met dispersie, een accumulatie kan optreden in de buurt van de MZI tot 175 g C m<sup>-2</sup> jaar<sup>-1</sup> (5 g AFDW m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup> in het MZI seizoen) bij de opstelling in 2005 en tot 275 g C m<sup>-2</sup> jaar<sup>-1</sup> (23 g AFDW m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup> in het MZI seizoen) in 2007. Deze maximale organische aanrijking zou echter beperkt blijven tot een kleine oppervlakte onder de netten. De gradiënt in organische aanrijking zou scherp zijn, waardoor de concentratie aan organisch materiaal sterk afneemt met afstand tot de netten. In realiteit zal een partikel dat sedimenteert opnieuw in suspensie worden gebracht, getransporteerd worden en op een andere plek sedimenteren. Wanneer dit proces in rekening wordt gebracht, toont het model geen accumulatie van organisch materiaal in de buurt van de MZI's. Vermoedelijk ligt dit aan de hoge hydrodynamische activiteit in de buurt van West 6 in de Waddenzee. Het valt te verwachten dat toch enige aanrijking zal voorkomen ten gevolge van biologische processen – zoals invang van organisch materiaal door benthos – en ruimtelijke variaties in de stromingen, maar de grootte van deze effecten kan met dit model niet worden ingeschat. Te verwachten valt dat MZI-installaties in beschutte systemen, waar resuspensie veel lager is, een grotere impact hebben op hun omgeving. De uitzinking van (pseudo)faeces vindt daar vermoedelijk meer lokaal plaats.

#### 4.3.5. Vergelijking organisch koolstof gehalte modelberekeningen en veldmetingen

De resultaten van het model zijn gevalideerd aan de hand van analyses van organisch koolstof in de sedimenten in en rond de MZI van West 6 in het najaar van 2005 en 2007. In beide jaren zijn in dezelfde zones de hoogste koolstofgehalten gevonden. Op twee van de vier locaties onder de MZI is de concentratie hoger dan op locaties naast de MZI. Een verhoging werd door het model voorspeld wanneer geen rekening wordt gehouden met resuspensie. Uit de metingen blijkt dat twee van de drie locaties naast de MZI hoge koolstof waarden hadden. Alle bemonsterde zones liggen binnen de het gebied dat volgens het model beïnvloedt kan worden door de MZI's als geen rekening wordt gehouden met resuspensie, dus er is niet echt sprake van een referentiezone.

### 4.4. Discussie

#### 4.4.1 Effecten van MZI's op soortensamenstelling en aantal soorten bodemdieren

Voor het bestuderen van effecten van MZI's op de bodem zijn naast referentie locaties van een ongestoorde situatie die vergelijkbaar is, verschillen binnen MZI locaties en verschillen op MZI locaties tussen jaren het meest relevant. De bodem onder de korven in het Oergat en Malzwin lieten een significante afwijking in soortensamenstelling en aantal soorten bodemdieren van de centrale monsters zien ten opzichte van de verder afgelegen zones. Er werd een gemeenschap aangetroffen die meer gedomineerd werd door wormen. Dit komt overeen met het effect van de depositie van faeces op de soortensamenstelling van bodemdieren dat in de literatuur wordt beschreven (zie Meesters *et al*, 2007). Een herbemonstering van de locatie het Oergat een jaar later, nu zonder korven, laat geen significant verschil zien in soortensamenstelling van de bodemdieren of aantal soorten van het centrale deel in vergelijking met de andere zones. Om te onderzoeken of het gevonden effect in het Oergat werd veroorzaakt door de aanwezigheid van de MZI of door natuurlijke verschillen binnen het gebied werd een iets verder op gelegen referentiegebied bemonsterd. Met betrekking tot de soortensamenstelling is in 1 jaar tijd niet veel veranderd ter plekke van de korven, terwijl de locatie waar de korven stonden significant anders was dan de referentielocatie in vergelijkbare omstandigheden slechts een honderdtal meters daarvan verwijderd. Dit kan ofwel betekenen dat een opgetreden effect na 1 jaar nog zichtbaar was, of dat de referentie locatie altijd al afweek van de MZI locatie voor de plaatsing van de korven. De netten in het Malzwin lieten geen significante verschillen tussen het centrale deel onder de MZI en de andere zones zien. Hieruit kan worden geconcludeerd dat op de onderzochte locaties, korven een effect hebben op de soortensamenstelling van de bodemdieren en netten niet. Mogelijk wordt de stroomsnelheid tussen de korven door de opstelling van de korven meer vertraagd dan bij netten waardoor sedimentatie optreedt.

#### 4.4.2 Effecten van MZI's op organisch koolstof gehalte bodem

De modelberekeningen geven aan dat het door de MZI geproduceerde materiaal kan uitzinken en op de bodem terecht kan komen. In hoeverre er ook ophoping van materiaal op de bodem optreedt, hangt af van de verspreiding van de deeltjes in de waterkolom, de sedimentatiesnelheid, invangings van het materiaal door bodemorganismen en het opnieuw opwerpen van het materiaal van de bodem. De verspreiding en opwerveling wordt bepaald door de lokale stromingsomstandigheden en de invangings door de aanwezigheid van bodemdieren en hun levenswijze (mogelijkheid tot bioturbatie en filtratie). Het model dat rekening hield met verspreiding en opwerveling berekende geen ophoping van organisch koolstof onder de netten in het Malzwin. De metingen lieten echter wel zien dat het organisch koolstof gehalte van de bodem hoger was onder de netten dan op enige afstand van de netten. Dit verschil kan mogelijk verklaard worden doordat het model geen rekening houdt met invangings van organisch materiaal door bodemdieren of met zeer lokale stromingspatronen.



De veldmetingen toonden significant hogere percentages organisch koolstof tussen de korven in Oergat en Malzwin in 2005. In het Oergat werd dit effect niet meer gevonden in 2006 toen de korven niet meer aanwezig waren. In het Oergat op de locatie waar korven hebben gestaan werd voor alle monsterpunten samen geen significant verschil in organisch koolstof gehalte aangetroffen tussen 2005 en 2006. Op de referentie locatie werd een significant lager percentage organisch koolstof aangetroffen dan op de locatie waar het jaar daarvoor korven hadden gestaan. Deze resultaten wijzen op een mogelijk effect van de korven op het organisch koolstof gehalte van de bodem. Ook hier geldt echter weer dat het opgetreden effect na 1 jaar nog zichtbaar was, of dat de referentie locatie altijd al afweek van de MZI locatie. De gevonden percentages (tot 1.4%) zijn overigens te laag om zuurstofloosheid van de bodem te veroorzaken.

Op de locatie N1 netten Malzwin werd in 2005 geen significant verschil gevonden in het gemiddeld percentage organisch koolstof van de verschillende zones, maar in 2007 wel. Daarnaast vertoonde de locatie in 2007 een significant hoger organisch koolstof gehalte in alle zones dan in 2005. Dit kan een gevolg zijn van (1) de opschaling van de MZI, of (2) een Waddenzee breed of lokaal effect, of (3) een gevolg van de verschillende bemonsteringmethodes in beide jaren. De bemonstering door de duikers in 2007 gebeurde op het moment van kentering van het getij. De stroomsnelheden waren op dat moment laag waardoor een piek in sedimentatie van organisch materiaal zou kunnen optreden. Sedimentatie van partikels op het moment van bemonsteringen werd ook waargenomen door de duikers (van Moorsel, pers. comm.). De boxcore bemonstering uit 2005 was niet zo strikt afhankelijk van het getij en kon ook gebeuren bij hogere stroom- en dus lagere sedimentatiesnelheden. Echter, de organisch koolstofbepaling betrof de bovenste 5 cm en is dus een combinatie van een stuk integratie over de tijd (van gesedimenteerd materiaal en materiaal dat door bodemorganismen in de bodem gebracht wordt) en een momentopname. Berekeningen geven aan dat bemonstering tijdens kentering niét de oorzaak kan zijn van een verhoogde waarde organisch koolstof in de monsters uit 2007 (De Mesel *et al.*, 2008). Aangezien er niet gemonsterd is voordat de MZI geplaatst werd, is het onmogelijk om te bepalen wat de (natuurlijke) organisch koolstofgehalten vóór de plaatsing waren. De literatuur geeft aan dat gehalten hoger dan 0.2%, zoals die in 2007 zijn aangetroffen, vrij zeldzaam zijn in de buurt van het Malzwin (De Mesel *et al.*, 2008). De meest voor de hand liggende verklaring voor het toegenomen percentage organisch koolstof in 2007 is de opschaling van de MZI. Effecten van (1) een methodisch verschil (geen bemonsteringen met duikers en met boxcore op hetzelfde moment) en (2) temporele variatie (geen referentie locatie in 2005 en 2007) zijn echter niet te uitsluiten.

## 5. Effect van MZI's op vogels en zeezoogdieren

### 5.1. Inleiding

De aanwezigheid van een MZI-installatie kan gevaar opleveren voor schepen en voor vogels en zeezoogdieren. Schepen lopen het risico op aanvaring en zeezoogdieren kunnen in een installatie verstrikt raken. Daarom stelt de vergunning in het kader van de Wet Beheer Rijkswaterstaatswerken (Wbr) veiligheidseisen aan MZI-installaties, zoals het aanbrengen van een markering die de installaties goed zichtbaar maakt. Voor de veiligheid van vogels en zeezoogdieren stelt ook de vergunning in het kader van de Natuurbeschermingswet (Nb-wet) eisen aan de installatie: de constructie moet zodanig worden uitgevoerd dat er geen zeezoogdieren binnen kunnen komen.

Daarnaast kunnen werkzaamheden en vaarbewegingen die rond MZI-installaties plaatsvinden verstoring van vogels en zeehonden veroorzaken. De werkzaamheden betreffen het neerleggen, inspecteren, onderhouden, oogsten en verwijderen van MZI-installaties. Het neerleggen van een experimentele MZI-installatie vorm neemt enkele dagen in beslag. Het plaatsen van een grootschaliger MZI-installatie duurt langer. Een schip brengt de constructie naar de locatie. Deze wordt vervolgens in de bodem bevestigd met ankers en/of palen en, afhankelijk van het type, uitgerust met drijvers. De netten en/of touwen worden in de waterkolom gebracht en aan de constructie bevestigd. Deze werkzaamheden verstoren de omgeving voornamelijk door het geluid en de fysieke aanwezigheid van schepen en werktuigen. Inspectie vindt maximaal één maal per week plaats. De omvang van de installatie is niet van invloed op die frequentie, maar wel op de duur van de inspectie. Het benodigde vervoer en de inspectiemethode hangen af van de locatie en het type MZI-installatie. Meestal varen de inspecteurs met een schip naar de betreffende locatie en vervolgens met een kleinere boot naar de installaties. Soms controleren duikers de mosselen en de constructie, maar meestal gebeurt dit door de netten, touwen en spoelen gedeeltelijk boven water te halen. Het inspecteren en onderhouden van de installatie veroorzaakt dus met name verstoring door scheepvaartgeluid. De oogst vindt plaats in de zomer en/of herfst met een vaartuig of oogstponon. De resultaten tot nu toe duiden erop dat dit meerdere malen per groeiseizoen gebeurt. Het oogsten neemt enkele dagen in beslag. Ook het oogsten veroorzaakt vooral verstoring door scheepvaartgeluid.

In Nederland worden in de winter MZI-installaties mogelijk verwijderd. Dat hangt af van de staat van de installaties en het te plegen onderhoud. In de Waddenzee moeten MZI-installaties in de wintermaanden vanwege het risico op ijsgang verwijderd worden. Verwijdering van een MZI-installatie veroorzaakt verstoring door scheepsbewegingen. Verschillende ondernemers gaan na of het mogelijk is de verankering te laten liggen als die is voorzien van zogenoemde ijsbetonning.

Dit hoofdstuk bevat een expert judgement over de risico's van MZI's met betrekking tot vogels en zeezoogdieren.

### 5.2. Methode

Alle MZI ondernemers zijn, i.v.m. de vergunningverlening, sinds 2005 verplicht om observaties aan de aanwezigheid van vogels en zeezoogdieren bij hun opstellingen te rapporteren. Deze informatie is gebruikt bij de evaluatie van effecten van MZI's op vogels en zeezoogdieren. Ter validatie van de observaties van de ondernemers zijn in 2007 steekproefsgewijs mensen van IMARES meegegaan tijdens inspecties van MZI ondernemers voor een inventarisatie van aanwezige vogels en of zeehonden.

In de eerste plaats zijn waarnemingen uitgevoerd naar verdrinking van vogels en zeehonden die verward raken in de netten. Daarnaast hadden de waarnemingen betrekking op het mogelijk versturende effect op vogels en zeehonden van de netten en de vaartochten naar en in de omgeving van de MZI-installaties. Het derde aandachtspunt was het gebruik van MZI-installaties door vogels en zeehonden als rustplaats, uitkijkplaats en voedselbron.

De waarnemingen werden gedaan door schippers tijdens inspecties van hun MZI-installatie. Zij hadden de opdracht naar zeehonden en vogels uit te kijken en grotere concentraties aan deze dieren in de omgeving van de installatie te melden. Ook moesten ze melding maken van verdrinkingsgevallen. Tabel 5.1 geeft een overzicht van de rapportages over de periode 2005 tot en met 2007 die zijn geanalyseerd. Daarnaast brachten medewerkers van IMARES in 2007 acht bezoeken aan MZI-installaties (zie tabel 5.2). Zij voerden dezelfde waarnemingen uit.

Tabel 5.1. Waarnemingen van MZI ondernemers aan vogels en zeehonden in periode 2005-2007.

Project	Locatie	Jaar	Waarnemingen aan vogels en zeehonden	
			informatie in rapport	tellingen uitgevoerd
Prins en Dingemanse	Malzwin	2005	ja	nee
Prins en Dingemanse	Malzwin	2006	ja	nee
Prins en Dingemanse	Malzwin	2007	nee	-
WIETEX	Malzwin	2005	ja	ja
WIETEX	Malzwin	2006	ja	ja
WIETEX	Malzwin	2007	ja	ja
WIETEX	Texelstroom	2005	ja	nee, want geen aanw.
WIETEX	Texelstroom	2006	ja	ja
WIETEX	Texelstroom	2007	ja	ja
WIETEX	Oergat	2005	ja	ja
EMERGO	Scheurrak	2006	ja	nee
EMERGO	Scheurrak	2007	ja	nee
EMERGO	Vuilbaard	2007	ja	nee
West 6	Malzwin	2005	ja	nee
West 6	Malzwin	2006	ja	nee
West 6	Malzwin	2007	-	-
Buizer	Voordelta	2005	nee	-
Buizer	Voordelta	2006	nee	-
Buizer	Malzwin	2006	nee	-
Zoetewij	Keeten (OSWD 31 en 32)	2006	ja	ja
Zoetewij	Keeten (OSWD 31 en 32)	2007	-	-
Neeltje Jans	Vuilbaard	2005	nee	-
Neeltje Jans	Vuilbaard	2006	nee	-
Neeltje Jans	Vuilbaard	2007	ja	nee
Neeltje Jans	Krammer	2005	nee	-
Neeltje Jans	Krammer	2006	nee	-
Neeltje Jans	Krammer	2007	ja	nee
Neeltje Jans	Mastgat 19	2005	nee	-
Neeltje Jans	Mastgat 19	2006	nee	-
Neeltje Jans	Mastgat 19	2007	ja	nee
Neeltje Jans	Veerhaven Kruiningen	2005	nee	-
Neeltje Jans	Brouwershavense Gat	2005	nee	-
Neeltje Jans	Brouwershavense Gat	2006	nee	-
Neeltje Jans	Brouwershavense Gat	2007	ja	nee
Neeltje Jans	Kabbelaarsbank	2007	ja	nee
Neeltje Jans	Kous	2007	ja	nee
Neeltje Jans	Bollen van de Ooster	2007	ja	nee
Lüme	voor Haringvlietluisen	2006	ja	nee
Lüme	voor Haringvlietluisen	2007	ja	nee
IMOZA	Doove Balg 31/32	2005	ja	nee, want geen aanw.
IMOZA	Doove Balg 31/32	2007	ja	ja
IMOZA	Malzwin	2005	ja	nee, want geen aanw.
IMOZA	Malzwin	2007	ja	ja
IMOZA	Bollen	2007	ja	ja
IMOZA	Vlieter	2005	ja	nee, want geen aanw.
IMOZA	Stompe	2005	ja	nee, want geen aanw.
IMOZA	Stompe	2007	ja	ja
IMOZA	Verversgat	2005	ja	nee, want geen aanw.
IMOZA	Verversgat	2007	ja	ja
IMORO	Oosterom 31	2007	ja	nee
IMORO	Inschoot 7	2007	ja	nee
Zeeparels	Scheurak 62,63,64	2007	ja	ja
Zeeparels	Doove Balg 19	2007	ja	ja
Roem van Yerseke	Schaar van Renesse	2007	ja	nee
Roem van Yerseke	Aardappelbult	2007	ja	nee
Roem van Yerseke	Brouwersdam	2007	ja	nee
Roem van Yerseke	Hinder	2007	ja	nee
MIOS	Val Zierkzee (OSW)	2007	ja	nee
vd Berg	Mastgat 15	2007	-	-
vd Berg	Hammen 17	2007	-	-
MarineCultuur Oosterschelde	Wieringen 36 en 37	2007	ja	nee, want geen aanw.
Grevelingen Cultures	Locatie 1	2007	ja	nee
Grevelingen Cultures	Locatie 2	2007	ja	nee
Grevelingen Cultures	Locatie 3	2007	ja	nee
Grevelingen Cultures	Locatie 4	2007	ja	nee
Grevelingen Cultures	Locatie 5	2007	ja	nee
Grevelingen Cultures	Locatie 6	2007	ja	nee
Grevelingen Cultures	Locatie 7	2007	ja	nee
Grevelingen Cultures	Locatie 8	2007	ja	nee
Grevelingen Cultures	Locatie 9	2007	ja	nee
Grevelingen Cultures	Locatie 10	2007	ja	nee
Grevelingen Cultures	Locatie 11	2007	ja	nee
Grevelingen Cultures	Locatie 12	2007	ja	nee
vd Kreeke	Locatie 1	2007	ja	nee
vd Kreeke	Locatie 2	2007	ja	nee
vd Kreeke	Locatie 3	2007	ja	nee
vd Kreeke	Locatie 4	2007	ja	nee
vd Kreeke	Locatie 5	2007	ja	nee
vd Kreeke	Locatie 6	2007	ja	nee
vd Kreeke	Locatie 7	2007	ja	nee

Tabel 5.2. Waarnemingen van IMARES medewerkers aan vogels en zeehonden in 2007.

Project	Locatie	Datum	Waarnemer IMARES	vogels aanwezig	zeehonden aanwezig
Prins en Dingemane	Waddenzee	11-Sep-07	Martin de Jong	ja	nee
West 6	Waddenzee	11-Sep-07	Martin de Jong	ja	nee
WIETEX	Waddenzee	11-Sep-07	Martin de Jong	ja	ja
IMOZA	Waddenzee	11-Sep-07	Martin de Jong	nee	nee
EMERGO	Oosterschelde	7+19-Sep-07	Emiel Brummelhuis	ja / nee	nee
Zoetewij / Dhooge	Oosterschelde	7+19-Sep-07	Emiel Brummelhuis	ja	nee
MIOS	Oosterschelde	7+19-Sep-07	Emiel Brummelhuis	ja	nee
Neeltje Jans	Oosterschelde	7+19-Sep-07	Emiel Brummelhuis	ja	nee
Neeltje Jans	Voordelta	7+12+19-Sep-07	Emiel Brummelhuis / Johan Jol	ja	nee
Roem van Yerseke	Voordelta	7+12+19-Sep-07	Emiel Brummelhuis / Johan Jol	ja	nee

Zeehonden worden zelden op zee waargenomen, uitzonderingen hierop kunnen voorkomen bijvoorbeeld vlak bij een ligplaats wanneer de zeehonden door verstoring te water zijn gegaan. Om deze reden werd besloten om naast de waarnemingen vanuit schepen ook bestaande data over de verspreiding van de gezenderde zeehonden in deze gebieden te analyseren. Hiervoor werd de overlap bepaald tussen locatie van gezenderde zeehonden en de MZI gebieden. Deze laatste werden gedefinieerd als de locatie van de MZI met een buffer van 1 km erom heen. De twee soorten zeehonden, de gewone zeehond en de grijze zeehond, werden voor verschillende onderzoeken gezenderd, en op verschillende locaties (zie tabel 5.3).

Tabel 5.3. Overzicht van de zendergegevens gebruikt in de analyse, inclusief soort gezenderde; datum van zenderen, datum stopzetting en locatie. Grijze zeehonden zijn vetgedrukt.

AANTAL EN SOORT	BEGIN DATUM	EINDE DATUM	LOCATIE
3 gewone zeehonden	Okt 2004	Mrt 2005	<i>Vliehors</i>
5 gewone zeehonden	Okt 2004	Mrt 2005	<i>Rottumeroog</i>
<b>5 grijze zeehonden</b>	<b>Apr 2005</b>	<b>Nov 2005</b>	<b><i>Noorderhaaks</i></b>
6 gewone zeehonden	Okt 2005	Mrt 2006	<i>Vliehors</i>
6 gewone zeehonden	Nov 2005	Mrt 2006	<i>Hansweert</i>
<b>6 grijze zeehonden</b>	<b>Nov 2005</b>	<b>Mrt 2006</b>	<b><i>Vliehors</i></b>
6 gewone zeehonden	Mrt 2007	Mei 2007	<i>Vliehors</i>
6 gewone zeehonden	Apr 2007	Mei 2007	<i>Hansweert</i>
<b>2 grijze zeehonden</b>	<b>Mei 2007</b>	<b>Sep 2007</b>	<b><i>Vliehors</i></b>

Zenderdata werd gefilterd en geïnterpoleerd naar 2 uur waarnemingen, het aantal locatiepunten varieert tussen 500 en 2500 punten per dier; in totaal 43.622 locaties voor de gewone zeehonden, 23.972 voor de grijze zeehonden.

## 5.3. Resultaten

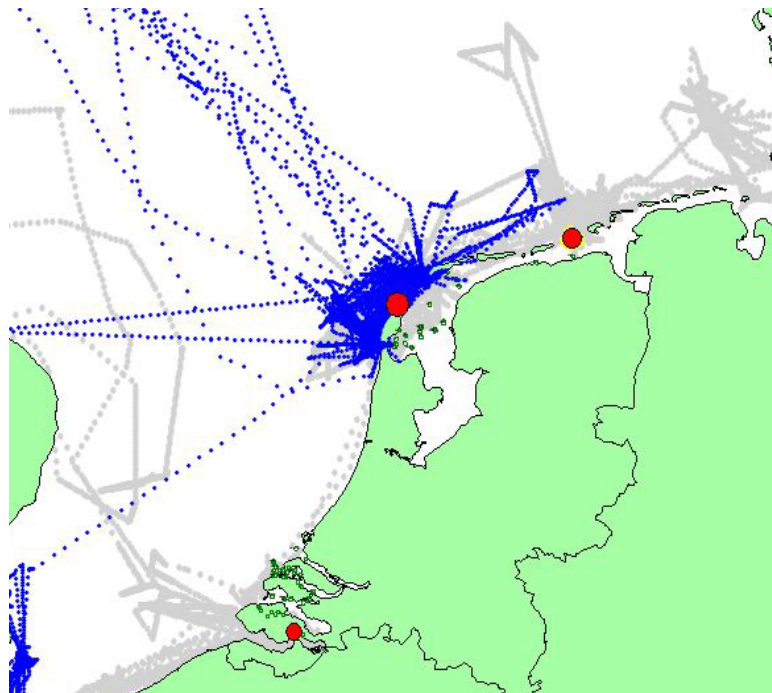
### 5.3.1. Waarnemingen van vogels en zeezoogdieren

De waarnemingen leverden een algemeen beeld op. In één geval werd een zeehond gezien op enige afstand van de MZI-installatie, maar nooit in de directe omgeving. De waarnemers zagen soms wel en soms geen vogels. In de meeste gevallen ging dit om maximaal enkele tientallen meeuwen, sterns en aalscholvers, maar soms ook om kleine aantallen eiders en futen. De meeste van deze vogels gebruiken de drijvende delen van MZI-installaties als rustplaats. Soms foerageren zij op de boeilijnen. Verdrinkingsslachtoffers zijn tot nu toe niet gerapporteerd. Ook werd geen melding gemaakt van ingevangen vissen in de netten.

De schippers constateerden geen bijzonderheden. Dat kan komen omdat ze niet gericht kijken omdat ze geen geroutineerde waarnemers zijn. Het kan ook komen omdat ze bij het naderen van de MZI-installatie hun aandacht nodig hebben voor het navigeren. Echter, de waarnemingen van medewerkers van IMARES, die wel geroutineerde waarnemers zijn, leveren hetzelfde beeld op.

Uit waarnemingen van bemanningsleden van MS Phoca, behorend tot de vloot van het ministerie van LNV in de Waddenzee, blijkt dat sommige MZI-installaties relatief vaak worden bezocht. Op hun weg van en naar de installaties verstoren schepen soms grote groepen rustende of foeragerende eiders. Die bevinden zich op enige afstand van de installaties, veelal buiten de betonde vaargeulen. Ook rondvaartboten die MZI-installaties als bezienswaardigheid op hun programma hebben, kunnen voor verstoring zorgen. De ecologische betekenis van deze extra vaarbewegingen door MZI ondernemers en rondvaartboten en de daarmee gepaard gaande verstoringen is voornamelijk onduidelijk.

Ondanks de grote afstand tussen het zender gebied en de MZI's werd 203 maal overlap geconstateerd tussen de locatie van de gewone zeehonden en een MZI gebied, zowel in de Waddenzee (Malzwin, Texelstroom) als in de Voordelta (Fig. 5.1). Hiervan waren er 23 in de periode dat de MZI's actief waren. Voor de grijze zeehonden was dit beduidend lager; er werd maar 9 keer overlap geconstateerd.



Figuur 5.1. Verspreiding van de gezenderde zeehonden. Grijsse punten: gewone zeehond; blauwe punten de grijze zeehond. Rode punten zender locaties.

### 5.3.2. Effect op de kwaliteit van het leefgebied

MZI-installaties kunnen de leefkwaliteit voor vogels en zeezoogdieren in het gebied rond MZI's aantasten. Mogelijk versturende effecten hangen samen met de aanwezigheid van de installatie zelf en met de werkzaamheden die er plaatsvinden.

#### *Aanwezigheid van de installatie*

MZI-installaties maken vrijwel geen geluid en zijn niet verlicht. Van verstoring door licht en geluid is dus waarschijnlijk geen sprake. De fysieke aanwezigheid van een MZI-installatie kan een versturend effect hebben op de omgeving door de zichtbaarheid van drijvende objecten. Daarom is in de NB-vergunning vastgelegd dat zo'n installatie minimaal 500 meter van de rustplaatsen van vogels moet worden geplaatst en 1500 meter van de rustplaatsen van zeezoogdieren. De verstoringafstand van 1500 meter voor zeehonden werd bepaald voor kleine voorbijvarende recreatie schepen (Brasseur & Reijnders 1994). Verstoringafstanden voor stilliggende werkschepen zijn niet bepaald. Uit het onderzoek van Brasseur & Reijnders (1994) bleek ook dat grotere luidruchtige bronnen een grotere verstoringafstand gaven. Bij intensieve activiteit met grote schepen is onbekend welke afstand men moet hanteren. Deze afstand kan mogelijk per gebied variëren. In gebieden met weinig andere activiteiten is deze afstand waarschijnlijk belangrijker dan in drukker gebieden. Het bepalen van welke afstand onder welke omstandigheden minimaal nodig is vraagt meer onderzoek. Bij de locatiekeuze spelen ook de vaarroutes van en naar de MZI-installatie een rol. Door met locatie en vaarroute rekening te houden, blijven eventuele versturende effecten tot een minimum beperkt.

#### *Werkzaamheden*

Het neerleggen, inspecteren, onderhouden, oogsten en verwijderen van MZI-installaties kan verstoring door geluid, licht en fysieke aanwezigheid veroorzaken. Lichtemissies zijn overigens minimaal, want de meeste werkzaamheden vinden plaats bij daglicht.

De schepen die de mosselcultuur gebruikt, produceren geluid. Dat heeft, gezien het soort schepen en de aantallen ten opzichte van het huidige gebruik, geen invloed op het achtergrondniveau of het stiltegebied. De voorwaarden om verstoring te voorkomen uit de Nb-wetvergunning zouden volledige bescherming moeten bieden.

## 5.4 Discussie

De resultaten geven een eerste indruk van het effect van MZI's op vogels en zeehonden. Op basis van de waarnemingen kan worden geconcludeerd dat momenteel geen negatieve effecten van MZI's voor vogels zijn aangetoond. Voor zeehonden zijn er onvoldoende gegevens verzameld om effecten uit te sluiten. Voor vogels kunnen MZI's als rustplaats dienen en dat kan worden gezien als een positief effect. Hierbij is belangrijk te vermelden dat de waarnemingen snapshots zijn. De verspreiding van eidereenden wordt jaarlijks bepaald in de periode november tot en met februari. De MZI's zijn dan meestal al niet meer actief. Om een betere indruk te krijgen van het effect van MZI's op vogels kunnen aanvullende gebiedsbrede tellingen in augustus - oktober worden gedaan. Augustus is de rui tijd van eidereenden. Mogelijk zijn ze dan gevoeliger voor verstoring.

De zenderproeven met zeehonden werden niet specifiek opgezet voor deze analyse. Desondanks laten deze resultaten zien dat er wel degelijk overlap kan zijn tussen de zeehonden en de MZI locatie. Dit benadrukt het belang van de locatiekeuze voor MZI's zodat deze, en vooral de activiteiten eromheen, de dieren niet storen. Dit met name wanneer men in de zomermaanden actief is, wanneer de dieren voor de geboorteperiode en aansluitende verharing meer afhankelijk zijn van het Waddengebied. Zeehonden kunnen ook specifiek worden gezenderd in een gebied in de buurt van een MZI. Daarbij wordt op de MZI een ontvanger geplaatst zodat bekend wordt wanneer een gezenderde zeehond in de buurt van de MZI is.

Hoewel er bij de huidige MZI omvang geen aanwijzingen zijn voor verstoring zal bij opschaling en uitbreiding van de MZI locaties het effect op vogels en zeehonden gemonitord moeten worden. Dit kan door informatie te verzamelen over MZI activiteiten zoals aanwezigheid en bewegingen van schepen en die te koppelen aan de verspreiding van vogels en zeehonden.

## 6. Conclusies en aanbevelingen

### 6.1 Conclusies

#### 6.1.1. Variatie in zaadinvang en groei van het zaad

Gebaseerd op het huidige PRODUS onderzoek en de eerdere onderzoeken in het kader van ESSENSE en Verbetering Broedval Mosselen kunnen de volgende conclusies worden getrokken: De meeste larven zijn aanwezig in april. De meeste broedval vindt plaats van mei tot en met juli. Gemiddeld 7 weken na een piek in aantallen larven wordt een piek in broedval gevonden. Soms treedt ook een larvenpiek in het najaar op. De verschillen in maximale concentraties aan larven zijn groot, zowel tussen verschillende locaties als tussen verschillende jaren op dezelfde locatie. De Waddenzee laat over het algemeen meer broedval zien dan de Oosterschelde. Opvallend is dat bij een zelfde larvenconcentratie de broedval hoger is in de Waddenzee dan in de Oosterschelde. Dit suggereert dat de overleving van larven in de Waddenzee beter is dan in de Oosterschelde. In de Oosterschelde vindt meer broedval plaats in het westen en in de noordelijke tak, dan in het centrale en oostelijk deel. In de Waddenzee zijn dergelijke ruimtelijke verschillen minder duidelijk. De groeigegevens uit 2006 tonen dat de mosselen een grotere eindmaat bereiken in de Waddenzee dan in de Oosterschelde. Dit heeft waarschijnlijk te maken met een beter voedselaanbod in de Waddenzee.

#### 6.1.2. Effect van MZI's op bodemfauna en bodemstructuur

Op de onderzochte locaties (Malzwin en Oergat) heeft de bodem rond korven in 2005 een significant andere soortensamenstelling van de bodemdieren (meer wormen) en significant hogere percentages organisch koolstof dan de bodem op grotere afstand tot de MZI. De gevonden percentages organisch koolstof (tot 1.4%) zijn overigens te laag om zuurstofloosheid van de bodem te veroorzaken. Een herbemonstering van de locatie het Oergat in 2006, nu zonder korven, laat zien dat een verhoogd organisch koolstof gehalte tussen de korven niet meer aanwezig was. De locatie waar de korven stonden was significant anders dan een locatie in vergelijkbare omstandigheden slechts een honderdtal meter hiervan verwijderd (lager koolstofgehalte, maar ook lager aantal soorten). Dit kan ofwel betekenen dat een opgetreden effect na 1 jaar nog zichtbaar was, of dat de referentie locatie altijd al afweek van de MZI locatie voor de plaatsing van de korven.

De bodem onder netten in het Malzwin laat geen verschil in soortensamenstelling of aantal soorten zien met het omringende gebied. Op de locatie N1 netten Malzwin werd in 2005 geen significant verschil gevonden in het gemiddeld percentage organisch koolstof van de verschillende zones, maar in 2007 wel. Daarnaast vertoonde de locatie in 2007 een significant hoger organisch koolstof gehalte in alle zones dan in 2005. De meest voor de hand liggende verklaring voor het toegenomen percentage organisch koolstof in 2007 is de opschaling van de MZI. Op dit moment zijn effecten van een methodisch verschil of temporele variatie echter niet uit te sluiten.

Modelberekeningen laten geen ophoping van organisch koolstof onder de netten in het Malzwin zien als rekening wordt gehouden met resuspensie en verspreiding van het organisch materiaal. De veldmetingen lieten echter wel zien dat het organisch koolstof gehalte van de bodem hoger was onder de netten dan op enige afstand van de netten. Dit verschil kan verklaard worden doordat het model geen rekening houdt met invang van organisch materiaal door bodemdieren of met zeer lokale stromingspatronen.

#### 6.1.3. Effect van MZI's op vogels en zeehonden

De gerapporteerde observaties aan vogels en zeezoogdieren van MZI ondernemers zijn geanalyseerd. Verschillende MZI's zijn bezocht door IMARES medewerkers voor vogeltellingen. Met behulp informatie van gezenderde zeehonden is onderzocht of het verplaatsingsgedrag van deze dieren mogelijk wordt beïnvloed door de aanwezigheid van MZI's.



De resultaten geven een eerste indruk van het mogelijk effect van MZI's op vogels en zeehonden. De waarnemingen van medewerkers van IMARES leveren daarbij hetzelfde beeld op als dat van de MZI ondernemers. Op basis van deze waarnemingen kan worden geconcludeerd dat momenteel geen negatieve effecten van MZI's voor vogels zijn aangetoond. Voor zeehonden zijn er onvoldoende gegevens verzameld om effecten uit te sluiten. De zenderproeven laten zien dat er overlap kan zijn tussen de zeehonden en de MZI locatie. Dit benadrukt het belang van de locatiekeuze voor MZI's zodat deze, en vooral de activiteiten eromheen de dieren niet storen. Dit is vooral van belang in de zomermaanden, wanneer de grootste activiteit plaatsvindt en de zeehonden voor de geboorteperiode en aansluitende verharig meer afhankelijk zijn van het Waddengebied. Voor vogels kunnen MZI's als rustplaats dienen. De ecologische betekenis van extra vaarbewegingen door MZI ondernemers en rondvaartboten en de daarmee gepaard gaande verstoringen van vogels is voornamelijk onduidelijk.

## 6.2. Aanbevelingen

Bij opschaling van de MZI's zijn de volgende aandachtspunten van belang:

1. Met behulp van een zogenaamde MZI kanskaart kunnen de meest geschikte gebieden worden geïdentificeerd. Een dergelijke kaart zou informatie moeten bevatten over gebruik van het gebied, maar ook informatie over diepte, stroomsnelheid, larven concentraties en broedval succes.
2. Mosselen nemen deeltjes op uit de waterkolom. Dit kan nadelig zijn voor naburige mosselen. Wat de maximale grootte van het gebied is waar effectief mosselzaad kan worden ingevangen is onbekend. Wat de effecten zijn van een MZI op het fytoplankton en larven aanbod in de omgeving en bij welke concentratie aan MZI's er een limiet komt aan de draagkracht zijn vragen die nader onderzoek vergen. Dit kan onder meer door modelberekeningen en veldmetingen uit te voeren.
3. Het is niet bekend of het ontbreken van effecten op de bodem bij een kleinschalige installatie een garantie is dat dit niet anders zal zijn bij een grootschalige installatie. Het verhoogde organisch koolstofgehalte bij een opgeschaalde MZI in het Malzwin geeft aan dat monitoring belangrijk is. Een monsternamen voorafgaand aan installatie van de MZI is dan essentieel voor een goede interpretatie van de resultaten.
4. Bij opschaling en uitbreiding van de MZI locaties zal het effect op vogels en zeehonden gemonitord moeten worden door informatie te verzamelen over MZI activiteiten zoals aanwezigheid en bewegingen van schepen en die te koppelen aan de verspreiding van vogels en zeehonden. Zeehonden kunnen ook specifiek worden gezenderd in een gebied in de buurt van een MZI. Daarbij wordt op de MZI een ontvanger geplaatst zodat bekend wordt wanneer een gezenderde zeehond in de buurt van de MZI is. Om een betere indruk te krijgen van het effect van MZI's op eidereenden kunnen aanvullende gebiedsbrede tellingen in augustus - oktober worden gedaan. Augustus is de rui tijd van eidereenden. Ze zijn dan gevoeliger voor verstoring. Voor andere vogelsoorten kunnen andere perioden van belang zijn.
5. Mogelijk kunnen ook positieve effecten optreden op bijvoorbeeld de aanwezigheid van garnalen, of de vorming van zaadbanken. Hierover zijn nog uitsluitend incidentele waarnemingen bekend die niet zijn gestaafd met onderzoeksgegevens.

## Kwaliteitsborging

IMARES beschikt over een ISO 9001:2000 gecertificeerd kwaliteitsmanagement systeem (certificaatnummer: 08602-2004-AQ-ROT-RvA). Dit certificaat is geldig tot 15 december 2009. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV Certification B.V. Het laatste controle bezoek vond plaats op 16-22 mei 2007. Daarnaast beschikt het chemisch laboratorium van de afdeling milieu over een NEN-EN-ISO/IEC 17025:2000 accreditatie voor testlaboratoria met nummer L097. Deze accreditatie is geldig tot 27 maart 2009 en is voor het eerst verleend op 27 maart 1997, deze accreditatie is verleend door de Raad voor Accreditatie. Het laatste controlebezoek heeft plaatsgevonden op 12 juni 2007.

## Dankwoord

Graag bedanken wij de volgende personen of instanties voor hun inzet: de andere leden van het PRODUS 1c team Arnold Bakker, Ainhoa Blanco, Monique Blankendaal, Bert Brinkman, Emiel Brummelhuis, Johan Craeymeersch, Jenny Cremer, Arno Dekker, Ad van Gool, Henk van het Groenewoud, Johan Jol, Martin de Jong, Jeroen Kals, Andre Meijboom, Jack Perdon, Peter Reijnders, Hans Verdaat, Liesbeth van der Vlies, Ronald de Vos, Jeroen Wijsman; verschillende MZI ondernemers voor aanleveren van monsters of toestemming verlenen voor onderzoek bij hun installaties; de bemanning van de LNV schepen Valk, Kokhaan en Phoca voor het installeren, bemonsteren en verwijderen van de MONICUBES, de bemanning van de TX 63 en EcoSub voor de bodembemonsteringen.

## Referenties

- Brasseur S.M.J.M. & P.J.H.Reijnders (1994). Invloed van diverse verstoringsbronnen op het gedrag en habitatgebruik van gewone zeehonden: consequenties voor de inrichting van het gebied. IBN - rapport (ISSN 0928-6888 ; 113) 62 p.
- De Mesel I, Meesters HWG, Meijboom A, Wijsman JWM (2008) Onderzoeksproject Duurzame Schelpdiervisserij (PRODUS) - Deelproject 1C, Impact van MZI's op organische koolstof in de bodem, Analyse aan de hand van het model DEPOMOD en veldmetingen. IMARES Rapport C037/08.
- Kamermans, P., E. Brummelhuis (2002). Productie van mosselzaad met collectoren. RIVO Rapport C010/02.
- Kamermans, P., S. Bouma, S.M. Veen (2002). Evaluatie van de mosselhangcultures in de Oosterschelde. RIVO Rapport C025/02.
- Kamermans P., E. Brummelhuis, J. Perdon, A. van Gool & J. Poelman (2004) Verbetering broedval mosselen. RIVO rapport C013/04.
- Maguire, J.A., T. Knights, G. Burnell, T. Crowe, F. O'Beirn, D.McGrath, M. Ferns, N. McDonough, N. McQuaid, B. O'Connor, R. Doyle, C. Newell, R. Seed, A. Smaal, T. O'Carrol, L. Watson, J. Dennis & M. O'Conneide (2007). Management recommendations for the sustainable exploitation of mussel seed in the Irish Sea. Marine Environment & Health Series 31, 83 pp.
- Meesters H.W.G., A.G. Brinkman, A. Meijboom, F. E. Fey-Hofstede, M.L. de Jong, P.W. van Leeuwen, C.M. Niemeijer, H. Verdaat, W. Lewis (2007) Beïnvloeding bodemfauna en organisch koolstof door mosselzaadinvanginstallaties en transport van slib. IMARES Rapport C135/07.
- Scholten, M. C. Th., F.A. Veenstra, R.H. Jongbloed (2007) Perspectieven voor mosselzaadinvang (MZI) in de Nederlandse kustwateren Een evaluatie van de proefperiode 2006-2007 IMARES Rapport C113/07.
- Smaal, A.C. (2002). ESSENSE Final Report.

# Verantwoording

Rapport C075/08  
Projectnummer: 4394102903

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door twee collega-onderzoekers.

Akkoord: Norbert Dankers  
senior onderzoeker

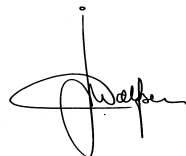
Handtekening:



Datum: oktober 2008

Akkoord: Jan van Dalven  
senior onderzoeker

Handtekening:



Datum: oktober 2008

Aantal exemplaren:	35
Aantal pagina's:	49
Aantal tabellen:	8
Aantal figuren:	18
Aantal bijlagen:	3

## Bijlage A. Checklist voor MZI ondernemers

### Informatie over MZI locatie:

Naam ondernemer en project	
Coördinaten MZI installatie (WGS 84)	
Diepte van locatie (m)	

### Informatie over MZI constructie:

Ruimtebeslag (inclusief benodigde ruimte voor verankering en bewegingen schip, maar exclusief ruimte nodig voor markering) RWS adviseert een strook van ca. 70 meter rondom de MZI installatie te reserveren voor markeringen.	
Type substraat (bv Xmas tree rope, of net)	
Type verankering en constructiewijze alsmede aantal	
Totale hoeveelheid uitgehangen substraat (bv 5000 m of 1000 m <sup>2</sup> )	

### Informatie over broedval, groei en aanhechting:

Invangprestaties van het substraat	standaard PRODUS monitoringsinstallatie op eigen locatie uithangen en monsters aanleveren of zelf mosseltjes tellen (iedere 2 weken aantal per m <sup>2</sup> net of m touw, geeft ook informatie over moment van afvallen)
Groei prestaties van het broed	standaard PRODUS monitoringsinstallatie op eigen locatie uithangen en monsters aanleveren of zelf groei monitoren (iedere 2 weken van 50 mosseltjes de lengte bepalen)
Welke mosselsoort vangen we op ( <i>Mytilus edulis</i> , <i>M. galloprovincialis</i> , <i>M. trosulus</i> )	monsters aanleveren bij PRODUS voor analyse

**Informatie over oogst:**

Datum uithangen invang substraat	
Datum oogst	
Hoeveelheid geoogst (m <sup>3</sup> en kg)	
Wat is het break-even punt van het opgeschaalde MZI concept	
Grootte van het zaad	monsters aanleveren bij PRODUS of zelf van 50 mosseltjes de lengte bepalen
Prestatie zaad op perceel	monsters aanleveren bij PRODUS of zelf aantal per m <sup>2</sup> en lengte bepalen (b.v. 1x per 2 maanden)

**Informatie over effecten op omgeving:**

Zichtbaarheid constructies (zichtbaar voor scheepvaart en onzichtbaar voor recreanten?)	foto's met slecht en goed weer, dichtbij en ver af (b.v. 500-1000 m). Aanduiding van de betreffende RAL-kleur. Ook de Wbr-vereisten spelen bij het landschappelijk beeld een belangrijke rol. Derhalve ook goede visualisatie van bebakening etc.
Effect op de bodemdieren en bodemstructuur (inclusief het aspect van evt. bodembeschadiging a.g.v. het plaatsen en verwijderen van de verankering)	Na enige discussie is besloten dat IMARES nog eens naar de bevindingen van 2005/2006 kijkt en aangeeft op welke locaties aanvullende bodemonsters genomen dient te worden. Gezien de te gebruiken methodiek, is het beste dat dit door of onder begeleiding van IMARES gebeurt
Effect op vogels en zeezoogdieren	observaties aan vogels en zeezoogdieren aanleveren bij PRODUS (zowel qua monitorings-, plaatsings- en (tijdelijke) verwijderings als onderhoudsactiviteiten. Hierbij kan met name gedacht worden aan verstoring van vogels en zeehonden op nabij gelegen droogvallende platen tijdens deze werkzaamheden (hoe vaak? En op welke afstand van droogvallende platen uitgevoerd etc. ?). Voorts registratie en determinatie van evt. slachtoffers.

# Bijlage B1. Instructies MZI ondernemers voor monitoren zaadinvang

Project Onderzoek naar Duurzame Schelpdiervisserij (PRODUS); deelproject 1c Alternatieve mosselzaadwinning

Het PRODUS project onderzoekt mogelijkheden voor duurzame schelpdiervisserij en wordt gefinancierd door LNV en de schelpdiersector. Deelproject 1c handelt over het gebruik van mosselzaadinvangsystemen (MZI's). Een van de vragen binnen het deelproject 1c is "Wat is de ruimtelijke variatie in zaadinvang". Om deze vraag te beantwoorden is contact gezocht met alle partijen die MZI's hebben geïnstalleerd in 2005.

Het gaat in het totaal om 8 projecten met MZI's op 22 locaties verspreid over Waddenzee, Noordzee, Ooster- en Westerschelde. Iedere partij wordt verzocht om 3 stukken Xmas tree rope uit te hangen en deze iedere keer dat de MZI wordt bezocht te wegen met een veerunster. De gewichten worden doorgegeven aan het RIVO. Bijgevoegd vindt u een protocol en invullijst.

In 2005 is het PRODUS project gestart na de meest gunstige tijd voor zaad invang. De resterende tijd van dit seizoen kan echter worden gebruikt voor het uittesten van het systeem (ophanging, stevigheid constructie, gebruiksvriendelijkheid) en het protocol (uitvoerbaarheid). Hierdoor kunnen eventuele kinderziekten worden opgespoord en verholpen zodat in 2006 direct met een werkend systeem en protocol gestart kan worden.

## *Benodigdheden (geleverd door RIVO)*

3x 50 cm Xmas tree rope gelabeld met een nummer (1-3)  
ophangstelsysteem  
invulformulier  
veerunster

## *Protocol*

1. Haak touwen los van bevestigingspunten aan ophangstelsysteem en laat 5 minuten uitlekken
2. Beschrijf aanzicht touw op formulier (veel of weinig mosselzaad, grootte mosseltjes op het oog, veel of weinig andere begroeiing, type andere begroeiing – b.v. zakpijpen, wier, anemonen, slib)
3. Pak veerunster aan bovenkant vast en draai stelschroef op nul.
4. Hang ieder touw aan veerunster, lees gewicht af (1 klein streepje is 0,2 kg) en vul gewicht in op formulier
5. Fax of mail formulier naar RIVO, of bel informatie door aan RIVO

Heel hartelijk dank voor uw medewerking!

Pauline Kamermans  
Tel 0113-672302  
Fax 0113-573477  
Email [pauline.kamermans@wur.nl](mailto:pauline.kamermans@wur.nl)

<i>naam project</i>					
<i>datum</i>	<i>locatie</i>	<i>nummer touw</i>	<i>aanzicht touw</i>	<i>gewicht touw (kg)</i>	<i>opmerkingen</i>



## Bijlage B2. Enquête MZI ondernemers over monitoren zaadinvang

**Datum:**

**Interviewer:**

**MZI:**

Is er door jullie gemeten?	
Is er gemeten op alle locaties?	
Hoe beviel het ophangen van de touwen?	
Zelf opgehangen of laten ophangen?	
Hoe beviel het meten van de touwen?	
Zelf gemeten of laten meten?	
Zijn er hierbij verbeterpunten (materiaal, formulier, meetapparatuur)?	
Was er diefstal of verlies geconstateerd?	
Hoe vaak is er gemeten?	
Doet u volgend jaar weer mee?	
Welke meetfrequentie is haalbaar voor 2006?	
Afspraken maken over data aanlevering!	
Is al het zaad verkocht of uitgezaaid?	