

Meerjarige effectmetingen aan MZI's in de Westelijke Waddenzee en Oosterschelde, Deelproject 2: Depositie van organisch materiaal van MZI-mosselen op de bodem in Waddenzee en Oosterschelde 2009

Pauline Kamermans & Ilse De Mesel

Rapport C081/10



IMARES Wageningen UR

(IMARES - institute for Marine Resources & Ecosystem Studies)

Opdrachtgever:	Ministerie van LNV Directie Kennis Postbus 20401 2500 EK Den Haag
BAS code:	BO-02-012-009
Publicatiedatum:	juli 2010

IMARES is:

- een onafhankelijk, objectief en gezaghebbend instituut dat kennis levert die noodzakelijk is voor integrale duurzame bescherming, exploitatie en ruimtelijk gebruik van de zee en kustzones;
- een instituut dat de benodigde kennis levert voor een geïntegreerde duurzame bescherming, exploitatie en ruimtelijk gebruik van zee en kustzones;
- een belangrijke, proactieve speler in nationale en internationale mariene onderzoeksnetwerken (zoals ICES en EFARO).

© 2010 IMARES Wageningen UR

IMARES is onderdeel van Stichting DLO,
geregistreerd in het Handelsregister
nr. 09098104,
IMARES BTW nr. NL 8113.83.696.B16

De Directie van IMARES is niet aansprakelijk voor gevolgschade, noch voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van IMARES; opdrachtgever vrijwaart 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 uit dit rapport mag weergegeven en/of gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier gebruikt worden zonder schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

A_4_3_1-V9.1

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	3
Samenvatting	4
1. Inleiding.....	5
2. Kennisvraag.....	6
3. Methoden	7
3.1 Selectie MZI-locaties	7
3.2 Monstername van sediment.....	7
3.3 Monstername feces MZI-mosselen.....	8
3.4 Monsteranalyse	8
3.5 Data-analyse.....	9
4. Resultaten en discussie	10
4.1. Organisch C en C/N-ratio.....	10
4.2. Stabiele-isotopenratio $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ en $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$	10
5. Conclusies.....	15
6. Kwaliteitsborging	16
Dankwoord.....	16
Referenties	17
Verantwoording	18
Bijlage A. Monsternamepunten.....	19

Samenvatting

Het opschalen van het areaal aan mosselzaadinvanginstallaties (MZI's) in de Westelijke Waddenzee en Oosterschelde heeft mogelijk ecologische gevolgen. Een van de kennislacunes betreffende effecten van MZI's op de omgeving is het effect op de bodemstructuur en bodemdieren door uitzinking van mosselfeces en pseudofeces.

De bodem onder verschillende types MZI-systemen in de Waddenzee en de Oosterschelde is direct na installatie en op het moment van grootse biomassa bemonsterd. De MZI's waren enerzijds gelegen in geulen, op plaatsen waar voorheen ook reeds MZI's zijn opgehangen, en anderzijds boven percelen die in het verleden zijn gebruikt voor mosselbodencultuur. De bemonstering gebeurde langs transecten vanaf gebieden ver verwijderd van de MZI-systemen tot aan locaties tussen de MZI-sytemen. De monsters zijn gevriesdroogd en geanalyseerd op totaal organisch materiaal, de C/N-ratio's en de gehalten aan stabiele C- en N-isotopen. De hoeveelheid organisch koolstof geeft een beeld van de organische verrijking van de bodem, maar niet of ook al het materiaal afbreekbaar is. De C/N-ratio is een maat voor de beschikbaarheid van het materiaal als voedselbron. De isotopen ^{13}C en ^{15}N , tenslotte, geven informatie over de herkomst van het materiaal.

Ook van de feces van MZI-mosselen zijn de stabiele isotopen bepaald. Door de signatuur van de feces te vergelijken met die van de bodemonsters, kan worden afgeleid of het organisch materiaal in de bodem afkomstig is of kan zijn van de feces.

Er zijn 9 transecten (5 in Waddenzee en 4 in Oosterschelde, 3 in geulen en 6 op percelen) bemonsterd van 1000 m aan weerszijden (in de stroomrichting) van de MZI tot onder de MZI. Op de schaal van het transect zijn geen aanwijzingen van verrijking van de bodem gevonden. Het is niet uit te sluiten dat lokaal (gebieden kleiner dan 50m afstand van de MZI) wel sprake is van verrijking, maar dat is met de gebruikte methode niet te achterhalen.

1. Inleiding

In de Nederlandse kustwateren vindt mosselzaadvisserij plaats. Deze wateren herbergen ook belangrijke natuurwaarden en de meeste wateren zijn derhalve aangewezen als natuurgebied in het kader van de Natuurbeschermingswet of de Europese Vogel- en Habitatrichtlijn. Op 21 oktober 2008 sloten het Ministerie van LNV, de mosselsector en natuurbeschermingsorganisaties het convenant 'Transitie mosselsector en natuurherstel in de Waddenzee', waarin de partijen overeenkomen dat zij gezamenlijk toewerken naar een mosselsector die onafhankelijk is van de bodemzaadvisserij in 2020. De mosselsector maakt daartoe gebruik van een nieuwe manier van zaadwinning met mosselzaadinvangsystemen (MZI).

Het opschalen van het areaal MZI's in de Westelijke Waddenzee en Oosterschelde, in combinatie met mosselpercelen en toenemend areaal wilde mosselbanken heeft mogelijk ecologische gevolgen. Een van de kennislacunes is wat het effect is op de bodemstructuur en bodemdieren onder en bij MZI's door uitzinking van mosselfeces.

Meerdere studies hebben veranderingen in bodemfauna onder mosselkwekerijen geconstateerd als gevolg van verrijking van de bodem met organisch materiaal (Mattsson & Linden, 1983; Hatcher et al., 1994; Grant et al., 1995; Stenton-Dozey et al., 1999; Mirto et al., 2000; Chamberlain et al., 2001; Hartstein & Rowden, 2004). Mattsson & Linden (1983) beschreven dit patroon het eerst. Het houdt in dat de oorspronkelijke macrofauna (in het onderhavige, Zweedse, geval gedomineerd door brokkelsterren (ophiuriden)) wordt overgenomen door een gemeenschap gedomineerd door kleine opportunistische borstelwormen (Polychaeta). Dit patroon heet ook wel het organische-verrijking-macrofauna-succesie-model (Pearson & Rosenberg, 1978). Andere studies troffen dit patroon niet aan. Dat was voornamelijk een gevolg van de hogere dynamiek ter plaatse veroorzaakt door golven en stromingen (da-Costa & Nalesso, 2006). De grootschalige mosselkwekerijen uit de gerefereerde studies verschillen van MZI-installaties in het feit dat mosselen er worden doorgekweekt tot consumptiegrootte en de installaties niet voor elke winter worden verwijderd.

Slikkige tot zandige sedimenten zijn karakteristiek voor veel ondiepe sublitorale gebieden. Deze worden op zich niet bedreigd door de sedimentatie van feces en pseudofeces uit de hangcultures. Toch kunnen lokale veranderingen het habitat (deels) ongeschikt maken voor een aantal soorten. Door organische verrijking kan de microbiële activiteit in de bodem sterk toenemen, met zuurstofarme of zuurstofloze sedimenten tot gevolg. Als MZI-installaties worden opgesteld in zones met een hoge primaire productiviteit, waar sowieso veel organisch materiaal naar de bodem gaat, dan blijven de gevolgen van de organische belasting door die MZI-installaties waarschijnlijk beperkt omdat de *relatieve* invloed dan geringer zal zijn.

In het kader van het Onderzoeksproject Duurzame Schelpdiervisserij (PRODUS) zijn twee modelstudies uitgevoerd naar de depositie en verspreiding van feces en pseudofeces van MZI-installaties in de Waddenzee (Kamermans et al., 2008; Meesters et al., 2007; De Mesel et al., 2008). De modelstudies tonen aan dat in theorie, zonder rekening te houden met verspreiding door stroming, organisch koolstof in de buurt van de MZI-installatie kan accumuleren. Wanneer rekening wordt gehouden met de verspreiding door stroming vindt geen meetbare organische verrijking in de buurt van de MZI-installatie plaats; in deze modelstudies betrof het evenwel een installatie van beperkte grootte.

In Nederland is, in het kader van hetzelfde PRODUS-project, een beperkte veldstudie uitgevoerd naar de effecten van MZI-installaties op de bodem in de Waddenzee bij twee typen MZI's (Meesters et al., 2007; De Mesel et al., 2008). Deze liet zien dat de bodemfauna in het centrum van een MZI-installatie armer kan zijn, dat wil zeggen: een geringere soortenrijkdom bevat en een hoger gehalte aan wormen. De locatie waar dit werd waargenomen had relatief lage stroomsnelheden. Na verwijdering van de MZI was een jaar later een verhoogd organisch-koolstofgehalte tussen de MZI's niet meer aanwezig. De locatie waar de MZI-installatie stond 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 referentielocatie altijd al afweek van de MZI-locatie voor de plaatsing van de MZI-installatie. Door het ontbreken van een nulmeting kan hier geen uitspraak over worden gedaan.

Op een andere, meer dynamische, locatie werd geen verschil in soortensamenstelling of aantal soorten geobserveerd met het omringende gebied. Er werd ook geen significant verschil gevonden in het gemiddeld percentage organisch koolstof van de verschillende zones.

Na twee jaar was het aantal MZI-installaties opgeschaald van 17 naar 36 en toen werd er wél een significant verschil gevonden in het gemiddeld percentage organisch koolstof van de verschillende zones. Daarnaast vertoonde de locatie na twee jaar een significant hoger organisch-koolstofgehalte in alle zones.

Modelberekeningen lieten geen ophoping van organisch koolstof onder MZI-installatie 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 is de opschaling van de MZI. Effecten van een methodisch verschil of temporele variatie zijn echter niet uit te sluiten.

In dit project is het onderzoek naar MZI-effecten op de bodem voortgezet. Dit onderzoek is uitgevoerd binnen het Beleidsondersteunend Onderzoek in het kader van LNV-programma's. Voor dit onderzoek konden alleen bodems worden geanalyseerd die al eerder verstoord zijn: MZI-locaties in geulen die al in gebruik waren in voorafgaande jaren en MZI-locaties op mosselpercelen die in gebruik zijn geweest voor mosselbodencultuur. In deze studie hebben we ons gericht op de verrijking van de bodem met organisch materiaal. Een vergelijking tussen de verschillende bemonsterde gebieden kan een inzicht verwerven in de omstandigheden waarin bodems kwetsbaar kunnen zijn. Een effect wordt eerder verwacht onder rustige dan onder dynamische omstandigheden. De stroomsnelheid is over het algemeen hoger in de geulen dan op de percelen.

De hoeveelheid organisch koolstof alleen geeft niet aan of ook al het materiaal afbreekbaar is. Daarom zijn ook de C/N-raties en de gehalten aan stabiele isotopen gemeten. De C/N-ratio geeft een indicatie van de versheid van het organisch koolstof. Ysebaert et al., (2009) vonden een verhoogde C/N-ratio op een mosselperceel in de Oosterschelde. De isotopen ^{13}C en ^{15}N geven informatie over de herkomst van het materiaal omdat organismen elke van de van nature aanwezige isotopen net iets anders verwerken (van Oevelen et al, 2006). Daardoor verandert bij onder andere de assimilatie de verhouding $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ en $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ en geeft aldus een verandering in die verhoudingen informatie over de weg die het materiaal gevolgd is. Ook feces van MZI-mosselen zijn op deze wijze geanalyseerd. Dit laatste geeft een beeld van de isotopensignatuur van het materiaal dat verantwoordelijk kan zijn voor de verrijking van de bodem. De mate van verandering in stabiele-isotopensignatuur is gebruikt bij een mesocosmstudie naar het effect van de aanwezigheid van krabben op van het sediment in mangrovebossen (Nerot et al., 2009). Hierbij werden meer negatieve waarden in $\delta^{13}\text{C}$ en meer positieve waarden in $\delta^{15}\text{N}$ gevonden in de mesocosms met krabben. Deze studie geeft aan dat veranderingen in stabiele-isotopensignatuur gebruikt kunnen worden om verrijking van de bodem door feces te bepalen.

Indien organische verrijking optreedt, is een bemonstering van bodemdieren relevant in nieuwe gebieden die nog niet eerder aan MZI-activiteiten zijn blootgesteld. Dit wordt relevant als bij het verdere MZI-opstalingsproces nieuwe gebieden in gebruik worden genomen.

2. Kennisvraag

Wat is het effect van de aanwezigheid van MZI's in de westelijke Waddenzee en Oosterschelde op de het gehalte aan organisch materiaal in de bodem door depositie van mosselfeces?

3. Methoden

3.1 Selectie MZI-locaties

Er zijn negen locaties geselecteerd voor de nulmeting (Tabel 1 en bijlage A). Drie daarvan bevonden zich in geulen en zes op percelen.

Tabel 1. MZI locaties waar bodembemonsteringen hebben plaatsgevonden in 2009.

gebied	locatie (naam project)	type substraat	geul of perceel	diepte (m)
Oosterschelde	Vuilbaard (EMERGO)	net	geul	4.8
	Hammen 64 (Dhooge)	touw	perceel	8.4
	Slaak (van IJsseldijk)	net	perceel	6.9
	OSWD 205/206 (SMY)	touw	perceel	20.5
Waddenzee	Malzwin (West 6)	net	geul	7.1
	Malzwin (PD)	net	geul	8.2
	Scheurrak 32 (EMERGO)	net	perceel	8.5
	Scheurrak 59 (EMERGO)	net	perceel	4.5
	Scheer 9 (SMY)	touw	perceel	7.5

3.2 Monstername van sediment

Bij de monitoring is de BACI-methodiek gevolgd. Dat wil zeggen dat er monsters zijn verzameld voor (*Before*) en na (*After*) de installatie van de MZI's en zowel op *Controle*- als op *Impact*-locaties. De negen MZI-locaties en type MZI-systemen zijn direct na installatie (*Before* of T0) van de MZI en op het moment van grootste biomassa (*After* of T1) bemonsterd langs transecten van gebieden ver verwijderd van de MZI-systemen (*Control*) tot tussen de MZI-sytemen (*Impact*). Per MZI-systeem liep het transect in de richting van de stroming van 1000 m verwijderd aan beide zijden tot tussen de MZI (Fig. 1). Bijlage A geeft een overzicht van de monsternamepunten, inclusief dieptes, coördinaten en kaartjes. Zoveel mogelijk werden alle monsters op gelijke diepte genomen. In praktijk was dit niet altijd mogelijk als gevolg waarvan sommige monsters op een iets andere locatie zijn genomen (iets dichterbij of verder verwijderd van de MZI). In een aantal gevallen was het niet mogelijk het volledige transect te bemonsteren omdat de geul te ondiep werd, of omdat de MZI te klein was.

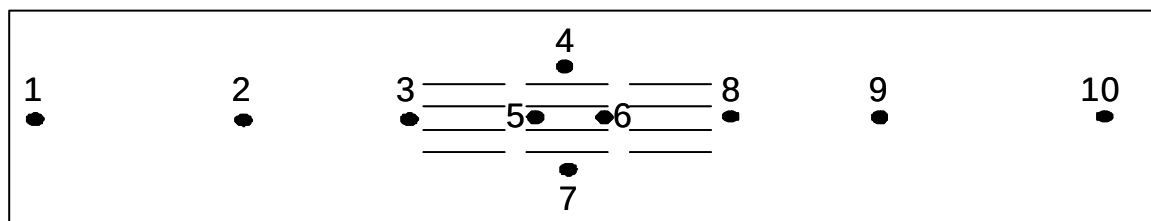


Fig. 1. Locatie van monsternamepunten (zwarte cirkels) ten opzichte van MZI (zwarte lijnen). 1= 1000 m richting Noordzee, 2= 500 m richting Noordzee, 3= 50 m voor MZI, 4= 50 m ten noorden van MZI, 5= tussen MZI aan Noordzee kant, 6= tussen MZI landinwaarts, 7= 50 m ten zuiden van MZI, 8= 50 m landinwaarts van MZI, 9= 500 m landinwaarts van MZI, 10= 1000 m landinwaarts van MZI.

Bij de volgende transecten is afgeweken van het schema uit figuur 1: Scheer 9 was te klein voor twee monsternamepunten binnen de MZI en werd het te ondiep aan de landwaartse zijde; Scheurrak 32 was te klein voor twee monsternamepunten tussen de MZI en het monsternamepunt 500m landinwaarts werd gesitueerd voorbij de aangrenzende MZI; bij Scheurrak 59 waren de monsternamepunten 500m en 1000m landinwaarts gesitueerd op een MZI-perceel, maar dit perceel bevatte een zeer kleine MZI ten noorden van de monsternamepunten; bij Hammen 64 konden alleen 340 m van de MZI monsternamepunten worden gevonden met dezelfde diepte; Vuilbaard was te klein voor twee monsternamepunten tussen de MZI; OSWD 206 was te diep

voor 1000m landinwaarts en Slaak was te diep voor 1000m richting Noordzee en er was geen ruimte zonder MZI op 500m en 1000m landinwaarts.

Het gebruik van de door LNV beschikbaar gestelde schepen Phoca en Kokhaan had consequenties voor de te gebruiken monsterapparatuur aangezien deze schepen niet zijn uitgerust voor bemonsteringen met een box core waarmee ongestoorde sedimentmonsters genomen kunnen worden. Daarentegen is van een Van Veen-happer gebruik gemaakt, waarbij de kans bestaat dat het sediment wordt opgeduwd. Ter controle van de mate van verstoring van het sedimentoppervlak zijn monsters genomen met de Texel 63 waarbij beide typen apparatuur werden vergeleken. Er is gebruik gemaakt van een Van Veen-happer met luikjes aan de bovenkant, zodat monsters van bovenaf konden worden genomen. De vergelijking van apparatuur heeft plaatsgevonden voorafgaand aan de transectbemonsteringen. Visuele inspectie van het sedimentoppervlak liet zien dat het mogelijk is om met de Van Veen-happer geschikte monsters te nemen.

Per monsternamepunt werd 1 monster met een Van Veen-happer genomen. Zodra het monster aan dek was zijn de luikjes geopend en werd het bovenstaande water voorzichtig afgeheveld. Vervolgens werden drie monsters genomen met een plastic 30 ml pipet waarvan de punt was afgezaagd zodat het een diameter had van 2.3 cm. Alleen de bovenste sectie van het sediment (overeenkomend met 1.2 cm) werd bemonsterd en in een glazen potje verzameld. Per hap werden de drie sedimentmonsters gemengd. Een Van Veen-hap waarbij het sedimentoppervlak niet horizontaal in de happer zat werd afgekeurd, en er werd een nieuw monster genomen. De monsters werden bewaard in een koelbox totdat ze werden opgeslagen bij -20 °C tot analyse.

3.3 Monstername feces MZI-mosselen

Om de stabiele-isotopensignatuur van de feces van mosselzaad te bepalen zijn op 13 augustus en 29 september zijn ongeveer 100 mosselen verzameld van de MZI in de Vuilbaard. Deze mosselen zijn in een koelbox naar het lab getransporteerd. Daar is alle aangroei verwijderd en zijn ze schoongespoeld. Vervolgens zijn ze een half uur in gefiltreerd zeewater geplaatst. Daarna is het water gefiltreerd over een Whatman GF/F-filter om zo de feces in te vangen. De filters zijn bewaard bij -20 °C.

3.4 Monsteranalyse

De monsters zijn gevriesdroogd, gemalen en geanalyseerd op particulier organisch koolstof (POC) en stikstof (PON) met een Carlo Erba elemental analyzer, type NA-1500. De stabiele-isotopenratios $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ en $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ zijn geanalyseerd met behulp van elemental analyzer-isotope ratio mass spectrometry (EA-IMRS). De analyses zijn uitgevoerd door het NIOO-CEME. De verschillen tussen de gevonden isotopenratios en de 'standaard'-waarden worden uitgedrukt in de δ -waarden (Nier & Gulbrandsen, 1939; Slater et al, 2001). De $\delta^{13}\text{C}$, bijvoorbeeld, is gedefinieerd als:

$$\delta^{13}\text{C} = \frac{\left(\frac{^{13}\text{C}}{^{12}\text{C}}\right)_{\text{monster}} - \left(\frac{^{13}\text{C}}{^{12}\text{C}}\right)_{\text{standaard}}}{\left(\frac{^{13}\text{C}}{^{12}\text{C}}\right)_{\text{standaard}}} * 1000 \quad (\text{‰})$$

De $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ -standaard is de verhouding zoals die wordt aangetroffen in het carbonaat *Vienna-Pee-Dee Belemnite* (Boschker et al, 1999), die voor $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ die van atmosferisch stikstof. Beide standaarden worden door het Internationaal Atoomagentschap in Wenen bewaakt (IAEA-N-1 and USGS25, I.A.E.A., Wenen, Oostenrijk).

3.5 Data-analyse

Verschillen in parameters tussen *Before* (T0) en *After* (T1) zijn berekend door de waarden van T0 af te trekken van T1. Deze verschilwaarden van de *Control*/locaties (1000 m richting Noordzee, 500 m richting Noordzee, 500 m landinwaarts van MZI, 1000 m landinwaarts van MZI) zijn vergeleken met verschilwaarden van de *Impact* locaties (50 m voor MZI, 50 m ten noorden van MZI, tussen MZI aan Noordzeekant, tussen MZI landinwaarts, 50 m ten zuiden van MZI, 50 m landinwaarts van MZI). De significantie van deze vergelijkingen is non-parametrisch getest met de Mann-Whitney U-test (Sokal & Rohlf, 1995). Per transect en per parameter is een test uitgevoerd met SPSS 15.0. Een significantieniveau van 5% is aangehouden.

4. Resultaten

4.1. Organisch C en C/N-ratio

Het gemiddelde organisch-koolstofgehalte van het sediment varieerde sterk per transect; van 0.02% in het Malzwin (MZI PD) tot 1.9% bij OSD 206 (Fig. 2). De waarden waren over het algemeen hoger in de Oosterschelde dan in de Waddenzee. Het percentage organisch koolstof aangetroffen in het sediment was veel lager dan dat van mossselfeces (12%). Op geen van de transecten is een significante verhoging van het organisch-koolstofgehalte gevonden onder en op 50 meter afstand van de MZI's in vergelijking met 500 m en 1000 m er vandaan ($P > 0.05$, Tabel 2).

De C/N-ratio van het sediment was over het algemeen hoger op tijdstip T1 dan op T0 (Fig. 3). De C/N-ratio van mossselfeces was lager dan of ongeveer gelijk aan waarden gevonden in het sediment. Ook hier werd variatie gevonden langs de transecten, maar geen significante verhoging onder en op 50 meter afstand van de MZI's ($P > 0.05$, Tabel 2). Alleen op het transect PD was de C/N-ratio significant hoger op T1 dan op T0 op 500 m en 1000 m afstand van de MZI, maar niet onder de MZI en op 50 meter er vandaan ($P = 0.01$, Tabel 2). Er is geen verklaring voor dit onverwachte resultaat.

Tabel 2. P waarden van Mann-Whitney U-test. Verschillen in parameters tussen Before (T0) en After (T1) van de Control-locaties (op 500 m en 1000 m afstand van de MZI) zijn vergeleken met verschillen in parameters tussen T0 en T1 van de Impact-locaties (op 50 m afstand en onder de MZI). Waarden onder 0.05 geven een significant verschil tussen Control- en Impact-locaties aan.

parameter	verschil in organisch C	verschil in C/N-ratio	verschil in stabiele-isotopen-ratio $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$	verschil in stabiele-isotopen-ratio $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$
transect				
Scheurrak 59	0.762	0.914	1.000	1.000
Scheurrak 32	0.556	0.905	0.556	0.905
Scheer 9	1.000	1.000	0.667	0.667
PD	1.000	0.010	0.114	0.762
West 6	0.067	0.762	0.610	0.257
Vuilbaard	0.786	0.786	1.000	1.000
Slaak	0.857	0.571	0.571	0.857
Hammen 64	0.857	0.643	0.429	0.643
OSWD 206	0.393	0.250	0.071	0.786

4.2. Stabiele-isotopenratio $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ en $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$

Het $\delta^{13}\text{C}$ -isotopensignatuur van het sediment varieerde tussen -26 (Scheurrak 32) en -18 (Vuilbaard) (Fig. 4). De waarde voor mossselfeces was -21. Er werd geen significant verschil gevonden tussen transectdelen onder en op 50 meter afstand van de MZI's in vergelijking met 500 m en 1000 m er vandaan ($P > 0.05$, Tabel 2).

Het $\delta^{15}\text{N}$ -isotopensignatuur van het sediment varieerde tussen 13.3 (Vuilbaard) en -1.8 (West 6) (Fig. 5). De waarde voor mossselfeces was 10. Er werd geen indicatie gevonden dat onder en op 50 meter afstand van de MZI's de isotopensignatuur is veranderd richting mossselfeces ($P > 0.05$, Tabel 2).

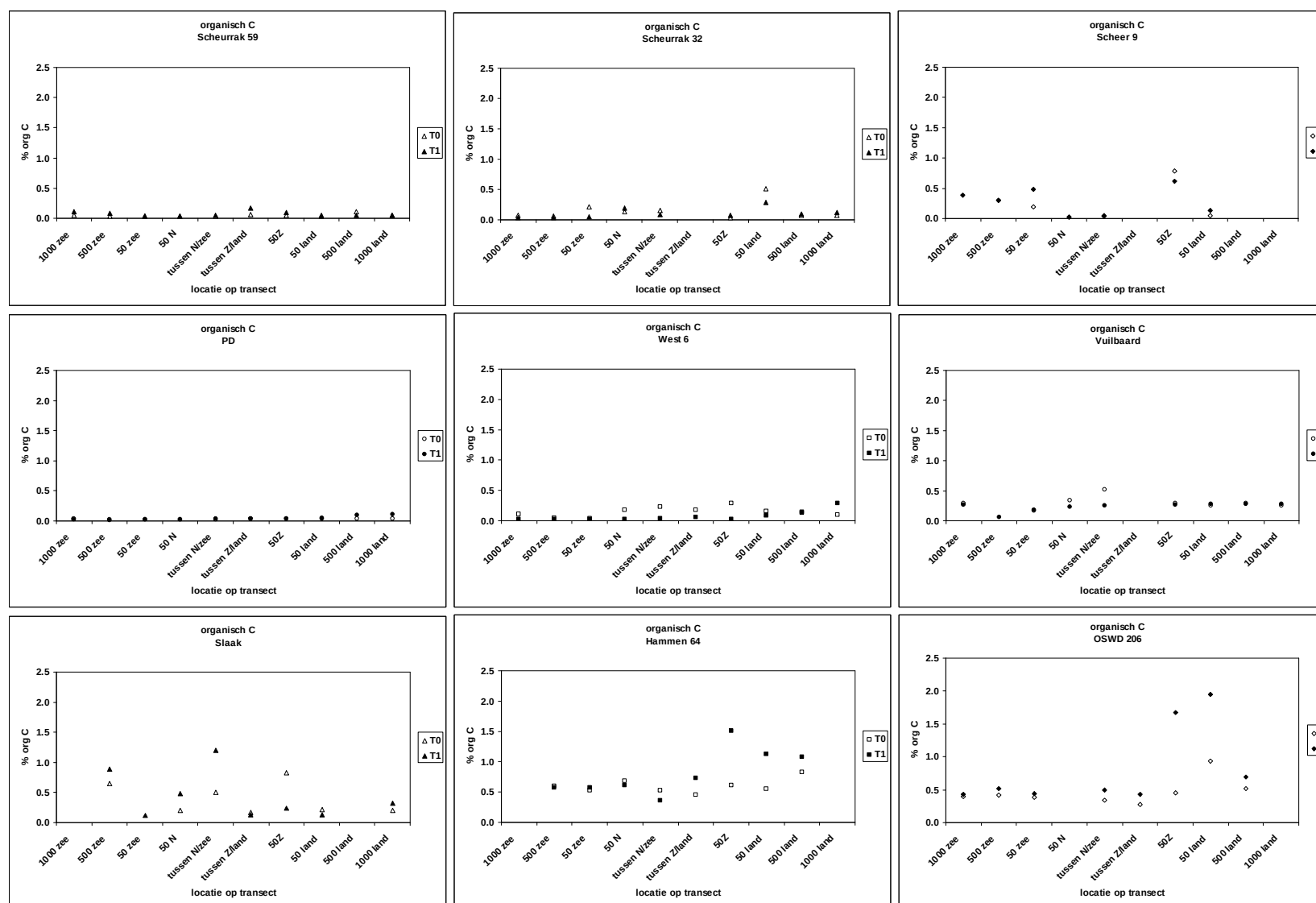


Fig. 2. Organisch-koolstofgehalte van sediment langs transecten bij MZI-installaties in de Waddenzee en Oosterschelde. Ter vergelijking het organisch-koolstofgehalte van mossel feces is 12.18%.

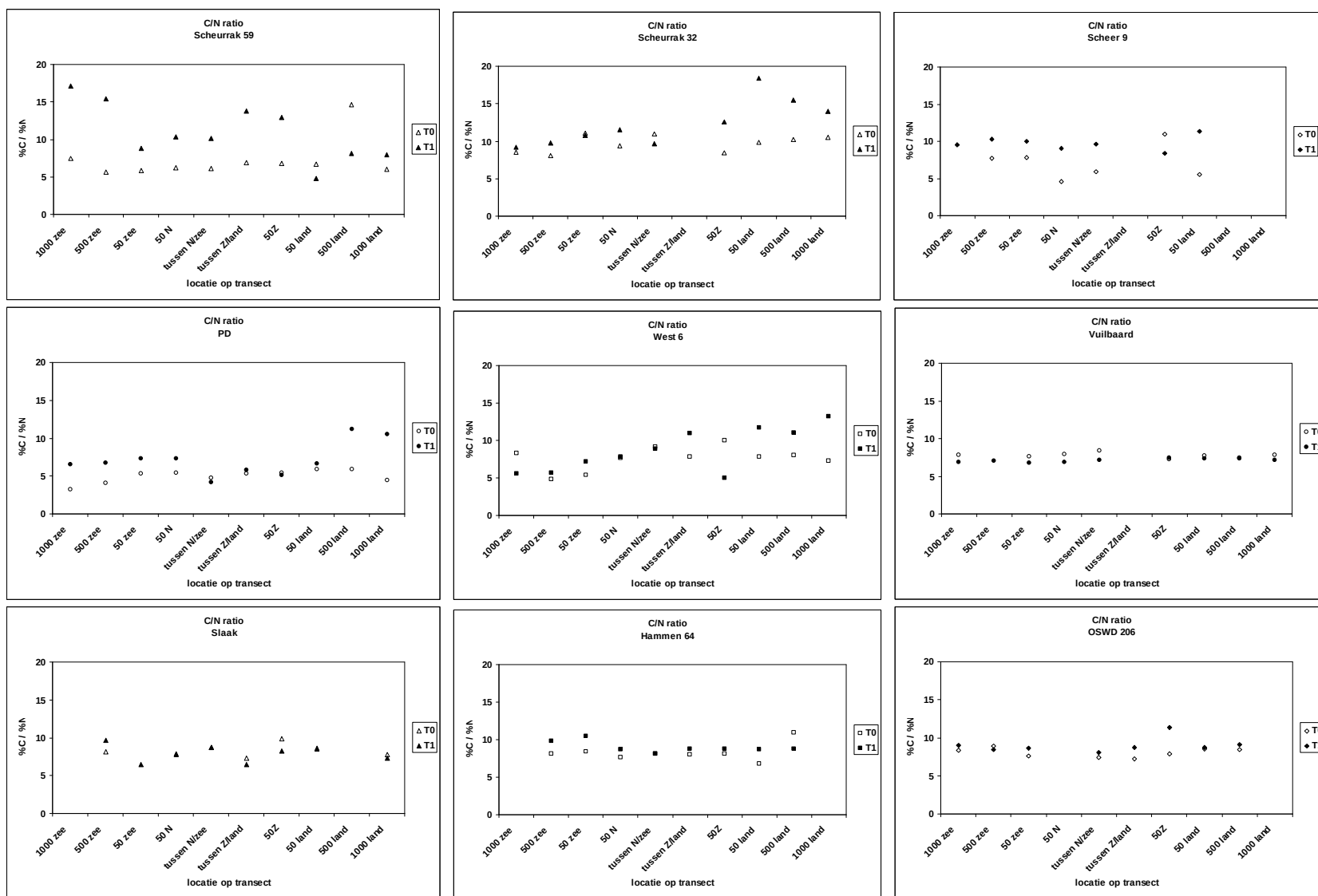


Fig. 3. C/N-ratio van sediment langs transecten bij MZI-installaties in de Waddenzee en Oosterschelde. Ter vergelijking: de C/N-ratio van mossselfeces is 6.08.

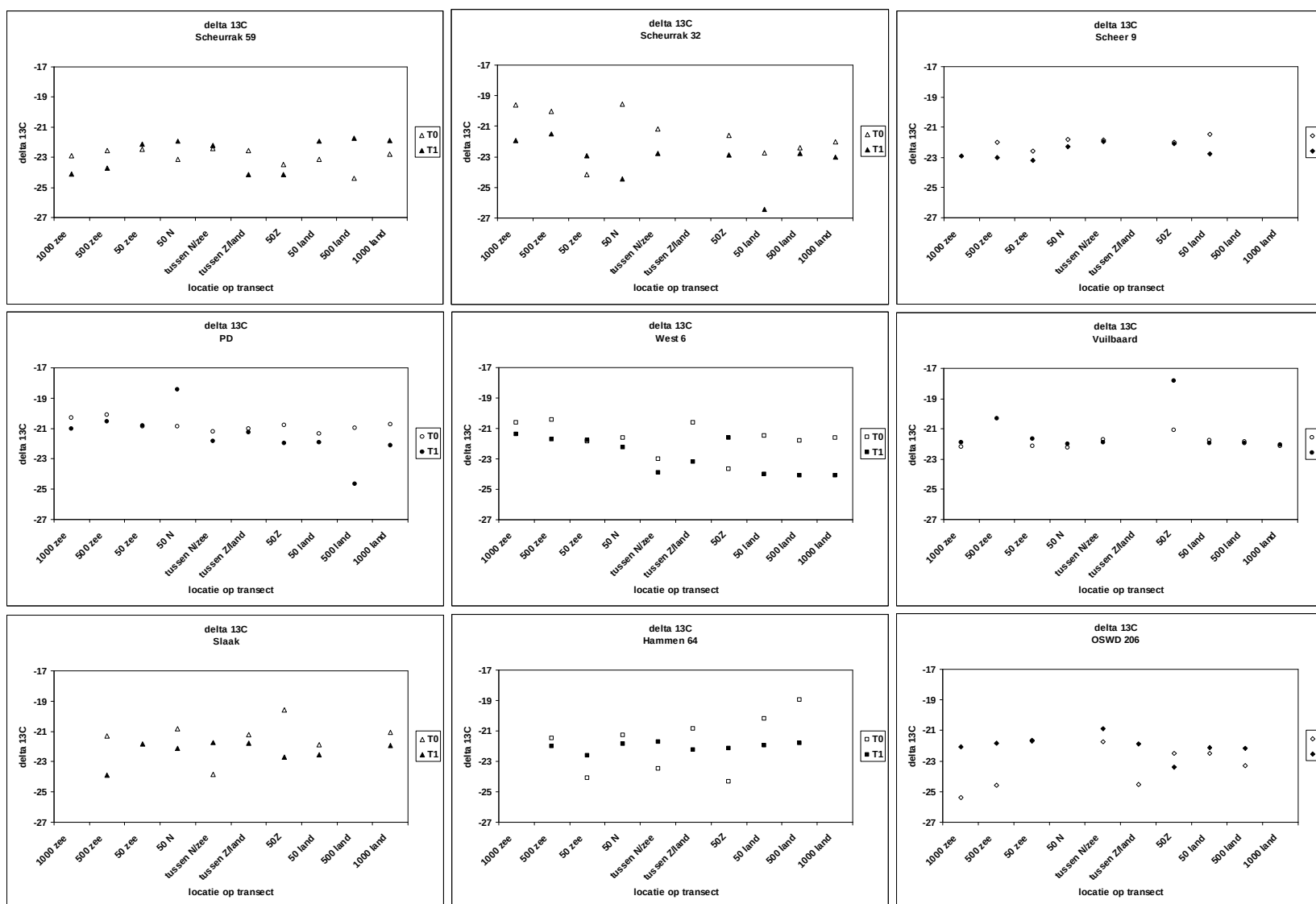


Fig. 4. Stabiele-isotopenratio $\delta^{13}\text{C}$ van sediment langs transecten bij MZL-installaties in de Waddenzee en Oosterschelde. Ter vergelijking: de stabiele-isotopenratio $\delta^{13}\text{C}$ van mossefeces is -21.04.

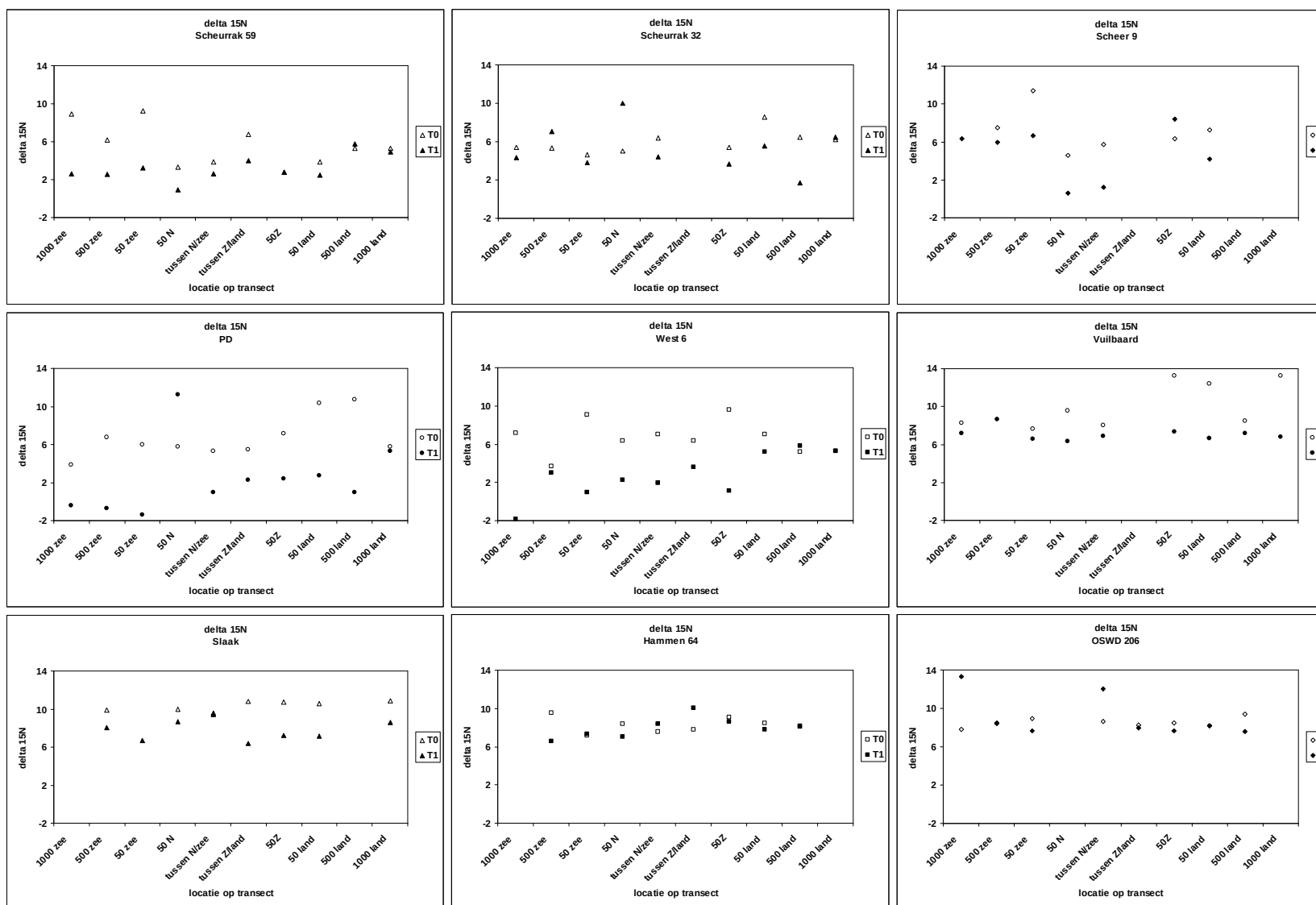


Fig. 5. Stabiele-isotopenratio $\delta^{15}\text{N}$ van sediment langs transecten bij MZL-installaties in de Waddenzee en Oosterschelde. Ter vergelijking: de stabiele-isotopenratio $\delta^{15}\text{N}$ in mossesfeces is 9.89.

5. Discussie

Monsternamen heeft plaatsgevonden bij MZI-locaties in geulen die al in gebruik waren in voorafgaande jaren en MZI-locaties op mosselpercelen die in gebruik zijn geweest voor bodemcultuur. Dit kan de resultaten hebben beïnvloed in die zin dat het detecteren van effecten moeilijker is in bodems die al zijn blootgesteld aan mosselfecesdepositie. Extreme verhogingen van de parameterwaarden zouden echter wel zichtbaar geworden zijn.

De gevonden koolstof- en stikstofgehalten van het sediment zijn ongeveer gelijk aan waarden gemeten door Ysebaert et al (2009) op een mosselperceel in het Brabants Vaarwater (organisch koolstof 0.8% en C/N-ratio 9.6). Eerdere bemonstering van het sediment uitgevoerd bij West 6 onder de MZI en tot 80 m van de MZI vandaan liet een percentage organisch koolstof zien dat varieerde tussen 0.05% en 0.6% in 2005 en 0.1% en 0.9% in 2007 (Meesters et al., 2007; de Mesel et al., 2008). In 2009 varieerde het gehalte tussen de MZI van West 6 en op 50 m afstand van de MZI van 0.03% tot 0.3%. Dit is lager dan in 2005 en 2007. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat in 2005 en 2007 de bovenste 5 cm van het sediment is bemonsterd, terwijl in 2009 alleen de bovenste 1.2 cm is bemonsterd. De bodem bij de MZI van West 6 bevat veenlagen. Met een monsterdiepte van 5 cm is de kans groter dat deze laag wordt bemonsterd dan met een monsterdiepte van 1.2 cm.

De transectbemonstering is bedoeld als een eerste inventarisatie van eventuele effecten. Zodoende is gekozen voor verschillende transecten (5 in Waddenzee en 4 in Oosterschelde) met als consequentie dat per transect minder monsters genomen konden worden. Dit betekent dat de schaal waarop gekeken is behoorlijk grof is. Alleen effecten die zich uitstrekken over gebieden groter dan 50m afstand van de MZI kunnen op deze manier worden gedetecteerd. Op deze schaal werd geen effect gevonden dat groter was dan de lokale variatie. Er kan geen uitspraak worden gedaan over aanwezigheid of afwezigheid van effecten op kleine schaal.

Bij hangcultures van mosselen zijn de effecten meestal beperkt tot gebieden vlak bij de cultuur. Hartstein and Stevens (2005) observeerden een significant effect van depositie op het sediment onder hangcultures in beschutte gebieden, die afnamen tot natuurlijke waarden op ongeveer 30–50 m afstand van de cultuur. Voor een meer open locatie vonden ze geen indicatie van depositie onder de cultuur en tot op 200 m van de cultuur afstand. Ze concludeerden dat er voldoende stroming was bij de cultuur in de meer geëxponeerde locatie voor opwerveling en dispersie van mosselfeces, waardoor er geen impact op het sediment optrad. Deze verklaring kan ook gelden voor de hier bestudeerde locaties, omdat MZI's worden geplaatst in gebieden met relatief veel stroming. De conclusie sluit ook aan bij de modelberekeningen van Meesters et al (2007) en De Mesel et al (2008), die voor de locatie West 6 lieten zien dat, wanneer rekening wordt gehouden met de verspreiding door stroming, er geen organische verrijking in de buurt van de MZI-installatie plaats vindt.

6. Conclusie

Indien er een effect van depositie van feces van MZI-mosselen onder of in de buurt van MZI's aanwezig is moet dit zichtbaar worden bij de transectbemonstering. Het grootste effect wordt verwacht op het moment van grootste mosselbiomassa aan de MZI's: er zullen voor de gekozen meetvariabelen onder en in de buurt van de MZI's andere waarden worden aangetroffen dan op monsterstations verder van de MZI vandaan. Hierbij zou een verhoging van het organisch koolstofgehalte, een hogere C/N-ratio en een verschuiving van de stabiele-isotopensignalen $\delta^{13}\text{C}$ en $\delta^{15}\text{N}$ richting mosselfeces worden verwacht. Dit effect is niet gevonden bij de transectbemonsteringen. Het is niet uit te sluiten dat lokaal (gebieden kleiner dan 50m afstand van de MZI) wel sprake is van verrijking, maar dat is met de gebruikte methode niet te achterhalen.

Op basis van dit resultaat heeft de opdrachtgever voor 2010 besloten geen verder onderzoek uit te laten voeren naar effecten van depositie van organisch materiaal van MZI-mosselen op bodemfauna en bodemstructuur.

Kwaliteitsborging

IMARES beschikt over een ISO 9001:2000 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem (certificaatnummer: 08602-2004-AQ-ROT-RvA). Dit certificaat is geldig tot 15 december 2012. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV Certification B.V. Het laatste controlebezoek vond plaats op 26-28 april 2010. Daarnaast beschikt het chemisch laboratorium van de afdeling Milieu over een NEN-EN-ISO/IEC 17025:2005 accreditatie voor testlaboratoria met nummer L097. Deze accreditatie is geldig tot 27 maart 2013 en is voor het eerst verleend op 27 maart 1997; deze accreditatie is verleend door de Raad voor Accreditatie.

Dankwoord

Graag bedanken wij de bemanning van de LNV schepen Phoca en Kokhaan, Daan van Grieken, Simon de Vries, Anneke van den Brink, Marnix Poelman, Karin Troost en Ad van Gool voor hulp bij de monsternamen en monsterverwerking en de bedrijven die in 2009 medewerking hebben verleend aan de bemonstering bij hun MZI project.

Referenties

- Boschker, H. T. S., J. F. C. De Brouwer and T. E. Cappenberg. (1999). The contribution of macrophyte derived organic matter to microbial biomass in salt-marsh sediments: Stable carbon isotope analysis of microbial biomarkers. *Limnol. Oceanogr.*, **44**, 309–319.
- da-Costa, K. G. and R. C. Nalesso (2006). Effects of mussel fanning on macrobenthic community structure in Southeastern Brazil. *Aquaculture* 258(1-4): 655-663.
- Chamberlain, J., T. F. Fernandez, P. Read, T. D. Nickell and I. M. Davies (2001). Impacts of biodeposits from suspended mussel (*Mytilus edulis* L.) culture on the surrounding surficial sediments. *ICES J. Mar. Sci.* 58: 411–416.
- Grant, J., A. Hatcher, D. B. Scott, P. Pocklington, C. T. Schafer and G. V. Winters (1995). A multidisciplinary approach to evaluating impacts of shellfish aquaculture on benthic communities. *Estuaries* 63: 269–275.
- Hartstein and Rowden (2004). Effect of biodeposits from mussel culture on Macroinvertebrate assemblages at sites of different hydrodynamic regime *Mar. Env. Res.* 56: 339-357
- Hartstein ND, Stevens CL (2005) Deposition beneath long-line mussel farms. *Aquac Eng* 33:192–213
- Hatcher, A., J. Grant and B. Schofield (1994). Effects of suspended mussel culture (*Mytilus* spp.) on sedimentation, benthic respiration and sediment nutrient dynamics in a Coastal Bay. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 115: 219–235.
- Kamermans, P., M. Poelman, E. Meesters, I. De Mesel, C. Smit, S. Brasseur (2008) Onderzoek naar Duurzame Schelpdiervisserij (PRODUS) Eindrapport deelproject 1c Rapport C075/08
- Mattsson, J. and O. Linden (1983). Benthic macrofauna succession under mussels, *Mytilus edulis* L. (*Bivalvia*), cultured on hanging long-line. *Sarsia* 68: 97–102.
- Meesters HWG, Brinkman AG, Meijboom A, Fey-Hofstede FE, De Jong ML, Van Leeuwen PW, Niemeijer CM, Verdaat H & Lewis W. 2007. Beïnvloeding bodemfauna en organisch kolstof door mosselzaadinstallaties en transport van slib. Wageningen IMARES/Texel Rapport C135/07
- Mesel I De, Meesters HWG, Meijboom A, Wijsman JWM. 2008. Impact van MZI's op organische koolstof in de bodem. Wageningen IMARES/Texel Rapport C037/08 Scholten MCTh, Veenstra FA, Jongbloed RH, Poelman M, Kamermans P, Van Hoof LJW, Brinkman AG, De Mesel IG, Meesters EHWG, Tamis JE, Smit CJ, Roos-Klein Lankhorst J & Van Tatenhoven JPM. 2007. Perspectieven voor mosselzaadinvang (MZI) in de Nederlandse kustwateren. een evaluatie van een proefperiode 2006-2007. Wageningen IMARES. 124 pp
- Mirto, S., R. L. Rosam, R. Danovaro and A. Mazzola (2000). Microbial and meiofaunal response to intensive mussel-farm biodeposition in the coastal sediments of the Western Mediterranean. *Mar. Poll. Bull.* 40: 244–252.
- Nerot, C., T. Meziane, A. Provost-Govrich, H. Rybarczyk, S. Yip Lee (2009). Role of grapsid crabs, *Parasesarma erythrodictyla*, in entry of mangrove leaves into an estuarine food web: a mesocosm study. *Mar. Biol.* 156: 2343-2352.
- Nier, A.O. & E.A. Gulbransen. 1939. Variations in the relative abundance of the carbon isotopes *J. Am. Chem. Soc.* 61: 697-698.
- Pearson, T. H. and R. Rosenberg (1978). Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment *Ocean. Mar. Bio. Rev.* 16: 229–311.
- Slater C, T. Preston and L.T. Weaver (2001). Stable isotopes and the international system of units. *Rapid Commun. Mass Spectrom.* 15: 1270-1273
- Sokal, R.R. & Rohlf, F.J. (1995) *Biometry, the principles and practice of statistics in biological research*, 887 pp.
- Stenton-Dozey, J.M.E., L.F. Jackson & A.J. Busby (1999). Impact of mussel culture on macrobenthic community structure in Saldanha Bay, South Africa. *Mar. Pollut. Bull.* 39: 357-366.
- van Oevelen D, Soetaert K, Middelburg JJ, Herman, P.M. J., Moodley L, Hamels I, Moens T, Heip CHR. (2006) Carbon flows through a benthic food web: Integrating biomass, isotope and tracer data *JOURNAL OF MARINE RESEARCH* 64: 453-482.
- Ysebaert, T., M. Hart, P.M. J. Herman (2009). Impacts of bottom and suspended cultures of mussels *Mytilus* spp. on the surrounding sedimentary environment and macrobenthic biodiversity *Helgol Mar Res* 63: 59–74

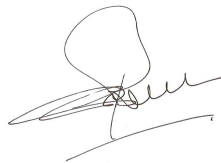
Verantwoording

Rapport C081/10
Projectnummer: 4304100008

Verantwoording

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en het betreffende afdelingshoofd van IMARES.

Akkoord: Dr ir AG Brinkman
Onderzoeker IMARES afdeling Ecosystemen



Handtekening:

Datum: juli 2010

Akkoord: Dr. Birgit Dauwe
Afdelingshoofd Delta



Handtekening:

Datum: juli 2010

Aantal exemplaren:	20
Aantal pagina's:	24
Aantal tabellen:	2
Aantal figuren:	5
Aantal bijlagen:	1

Bijlage A. Monsternamepunten

monsternamepunt	Voorjaar datum	Najaar datum	Voorjaar tijd	Najaar tijd	Voorjaar windkracht	Najaar windkracht	Voorjaar windrichting	Najaar windrichting	Voorjaar diepte (m)	Najaar diepte (m)
Scheurrak 59 (1000m zee)	7/5/2009	15/9/2009	10:49	10:06	5 tot 6	5	ZW	ONO	5.1	4.7
Scheurrak 59 (500m zee)	7/5/2009	15/9/2009	11:03	10:12	5 tot 6	5	ZW	ONO	5.3	4.6
Scheurrak 59 (50m zee)	8/5/2009	15/9/2009	9:34	10:19	6 tot 7	5	ZW	ONO	5.0	3.8
Scheurrak 59 (tussen N)	8/5/2009	15/9/2009	9:44	10:25	6 tot 7	5	ZW	ONO	5.0	3.9
Scheurrak 59 (50m land)	8/5/2009	15/9/2009	9:54	10:30	6 tot 7	5	ZW	ONO	5.0	3.8
Scheurrak 59 (50m N)	8/5/2009	15/9/2009	10:05	10:37	6 tot 7	5	ZW	ONO	5.0	2.7
Scheurrak 59 (tussen Z)	8/5/2009	15/9/2009	10:17	10:14	6 tot 7	5	ZW	ONO	5.0	3.9
Scheurrak 59 (500m land)	8/5/2009	15/9/2009	10:30	10:43	6 tot 7	5	ZW	ONO	4.0	3.6
Scheurrak 59 (1000m land)	8/5/2009	15/9/2009	10:41	11:02	6 tot 7	5	ZW	ONO	4.0	3.2
Scheurrak 59 (50m Z)	8/5/2009	15/9/2009	10:58	10:49	6 tot 7	5	ZW	ONO	7.5	7.2
Scheer 9 (1000 m zee)	8/5/2009	20/8/2009	11:35	9:17	6 tot 7	4	ZW	ZZO	4.0	4.0
Scheer 9 (500 m zee)	8/5/2009	20/8/2009	11:43	9:31	6 tot 7	4	ZW	ZZO	7.0	7.0
Scheer 9 (50 m zee)	8/5/2009	20/8/2009	11:49	9:40	6 tot 7	4	ZW	ZZO	8.0	8.0
Scheer 9 (50 m Z)	8/5/2009	20/8/2009	12:02	9:50	6 tot 7	4	ZW	ZZO	8.0	8.0
Scheer 9 (50 m land)	8/5/2009	20/8/2009	12:22	10:00	6 tot 7	4	ZW	ZZO	8.0	8.0
Scheer 9 (50 m N)	8/5/2009	20/8/2009	12:37	10:10	6 tot 7	4	ZW	ZZO	1.5	1.5
Scheer 9 (tussen)	8/5/2009	20/8/2009	12:46	10:20	6 tot 7	4	ZW	ZZO	7.5	7.5
PD (tussen land)	8/5/2009	22/9/2009	13:45	11:02	6 tot 7	6	ZW	WZW	10.0	9.7
PD (tussen zee)	8/5/2009	22/9/2009	13:53	11:16	6 tot 7	6	ZW	WZW	6.0	7.3
PD (50m zee)	8/5/2009	22/9/2009	13:58	11:20	6 tot 7	6	ZW	WZW	6.0	7.6
PD (50m N)	8/5/2009	22/9/2009	14:04	11:09	6 tot 7	6	ZW	WZW	6.0	8.0
PD (50m Z)	8/5/2009	22/9/2009	14:12	11:44	6 tot 7	6	ZW	WZW	8.5	9.0
PD (50m land)	8/5/2009	22/9/2009	14:23	10:55	6 tot 7	6	ZW	WZW	11.0	10.2
PD (500m land)	8/5/2009	22/9/2009	14:35	10:50	6 tot 7	6	ZW	WZW	11.0	11.5
PD (1000m land)	8/5/2009	22/9/2009	14:44	10:42	6 tot 7	6	ZW	WZW	13.0	14.3
PD (500m zee)	20/5/2009	22/9/2009	11:51	11:25	3 tot 4	6	ZW	WZW	6.6	7.0
PD (1000m zee)	20/5/2009	22/9/2009	12:03	11:32	3 tot 4	6	ZW	WZW	6.4	7.3
West6 (50m zee)	20/5/2009	22/9/2009	9:23	9:51	3 tot 4	6	ZW	WZW	6.5	7.7
West6 (500m zee)	20/5/2009	22/9/2009	9:36	9:57	3 tot 4	6	ZW	WZW	6.5	7.1
West6 (1000m zee)	20/5/2009	22/9/2009	9:52	10:02	3 tot 4	6	ZW	WZW	6.8	8.0
West6 (tussen zee)	20/5/2009	22/9/2009	10:06	9:42	3 tot 4	6	ZW	WZW	7.0	7.6
West6 (50m Z)	20/5/2009	22/9/2009	10:20	9:36	3 tot 4	6	ZW	WZW	8.0	9.5
West6 (tussen land)	20/5/2009	22/9/2009	10:29	9:21	3 tot 4	6	ZW	WZW	6.5	7.6
West6 (50m N)	20/5/2009	22/9/2009	10:37	9:27	3 tot 4	6	ZW	WZW	4.5	5.3
West6 (50m land)	20/5/2009	22/9/2009	10:49	9:16	3 tot 4	6	ZW	WZW	6.5	8.0
West6 (500m land)	20/5/2009	22/9/2009	11:00	10:15	3 tot 4	6	ZW	WZW	6.1	6.8
West6 (1000m land)	20/5/2009	22/9/2009	11:12	10:23	3 tot 4	6	ZW	WZW	6.1	3.0
Scheurrak 32 (50m zee)	20/5/2009	15/9/2009	13:47	11:45	5	5	WZW	ONO	8.0	7.9
Scheurrak 32 (500m zee)	20/5/2009	15/9/2009	14:01	11:39	5	5	WZW	ONO	7.6	7.2
Scheurrak 32 (1000m zee)	20/5/2009	15/9/2009	14:12	11:33	5	5	WZW	ONO	8.2	7.6
Scheurrak 32 (50m N)	20/5/2009	15/9/2009	14:30	12:08	5	5	WZW	ONO	4.0	3.3
Scheurrak 32 (50m land)	20/5/2009	15/9/2009	14:40	12:18	5	5	WZW	ONO	8.6	7.7
Scheurrak 32 (tussen)	20/5/2009	15/9/2009	14:49	12:30	5	5	WZW	ONO	9	8
Scheurrak 32 (50m Z)	20/5/2009	15/9/2009	15:01	11:53	5	5	WZW	ONO	10.5	9.4
Scheurrak 32 (500m land)	20/5/2009	15/9/2009	15:19	12:42	5	5	WZW	ONO	9	4.5
Scheurrak 32 (1000m land)	20/5/2009	15/9/2009	15:28	12:49	5	5	WZW	ONO	9.0	7.9

	Voorjaar	Najaar	Voorjaar	Najaar	Voorjaar	Najaar	Voorjaar	Najaar	Voorjaar	Najaar
monsternamepunt	datum	datum	tijd	tijd	windkracht	windkracht	windrichting	windrichting	diepte (m)	diepte (m)
Vuilbaard (1000m zee)	12/5/2009	8/10/2009	9:38	9:38	6	1	ONO	ZO	5.2	5.3
Vuilbaard (500m zee)	12/5/2009	8/10/2009	10:13	9:58	6	1	ONO	ZO	3.6	4.3
Vuilbaard (50m zee)	12/5/2009	8/10/2009	10:23	10:11	6	1	ONO	ZO	4.2	4.9
Vuilbaard (tussen)	12/5/2009	8/10/2009	10:32	10:23	6	1	ONO	ZO	4.5	5.1
Vuilbaard (50m land)	12/5/2009	8/10/2009	10:45	10:47	6	1	ONO	ZO	4.6	5.3
Vuilbaard (50m Z)	12/5/2009	8/10/2009	10:57	10:54	6	1	ONO	ZO	4.9	5.6
Vuilbaard (50m N)	12/5/2009	8/10/2009	11:06	11:00	6	1	ONO	ZO	4.1	4.6
Vuilbaard (500m land)	12/5/2009	8/10/2009	11:23	11:16	6	1	ONO	ZO	4.2	4.9
Vuilbaard (1000m land)	12/5/2009	8/10/2009	11:38	11:24	6	1	ONO	ZO	4.2	4.8
Hammen 64 (340m zee)	12/5/2009	13/8/2009	12:51	12:55	6	3	ONO	NW	10.2	11.2
Hammen 64 (50m zee)	12/5/2009	13/8/2009	13:02	13:02	6	3	ONO	NW	9.0	10.0
Hammen 64 (tussen zee)	12/5/2009	13/8/2009	13:12	13:10	6	3	ONO	NW	8.5	9.3
Hammen 64 (tussen land)	12/5/2009	13/8/2009	13:19	13:19	6	3	ONO	NW	7.8	8.1
Hammen 64 (50m land)	12/5/2009	13/8/2009	13:30	13:27	6	3	ONO	NW	8.9	9.4
Hammen 64 (50m O)	12/5/2009	13/8/2009	13:39	13:37	6	3	ONO	NW	6.9	7.1
Hammen 64 (50m W)	12/5/2009	13/8/2009	14:24	14:13	6	3	ONO	NW	7.3	7.2
Hammen 64 (340m land)	12/5/2009	13/8/2009	14:33	14:01	6	3	ONO	NW	13.0	13.1
Slaak (500m zee)	13/5/2009	8/10/2009	10:01	14:00	5	stil	O	stil	9.7	9.0
Slaak (50m zee)	13/5/2009	8/10/2009	10:11	13:50	5	stil	O	stil	7.8	7.0
Slaak (tussen zee)	13/5/2009	8/10/2009	10:25	13:40	5	stil	O	stil	7.6	6.9
Slaak (50m Z)	13/5/2009	8/10/2009	10:40	13:33	5	stil	O	stil	6.9	6.3
Slaak (50m N)	13/5/2009	8/10/2009	10:51	13:28	5	stil	O	stil	7.3	6.6
Slaak (50m land)	13/5/2009	8/10/2009	11:04	13:19	5	stil	O	stil	8.4	8.1
Slaak (tussen land)	13/5/2009	8/10/2009	11:14	13:10	5	stil	O	stil	6.5	6.5
Slaak (1500m land)	13/5/2009	8/10/2009	11:30	12:56	5	stil	O	stil	6.4	6.2
OSWD 206 (50m zee)	13/5/2009	13/8/2009	13:28	9:19	4	3	O	NW	20.1	22.1
OSWD 206 (tussen zee)	13/5/2009	13/8/2009	13:36	9:47	4	3	O	NW	18.9	21.3
OSWD 206 (tussen land)	13/5/2009	13/8/2009	13:43	9:57	4	3	O	NW	20.1	21.6
OSWD 206 (50m Z)	13/5/2009	13/8/2009	13:54	10:07	4	3	O	NW	7.4	10.4
OSWD 206 (50m land)	13/5/2009	13/8/2009	14:12	10:17	4	3	O	NW	4.2	7.0
OSWD 206 (300m land)	13/5/2009	13/8/2009	14:20	10:26	4	3	O	NW	9.2	9.4
OSWD 206 (50m N)	13/5/2009	13/8/2009	14:45	10:34	4	3	O	NW	30.5	32.0
OSWD 206 (500m zee)	13/5/2009	13/8/2009	14:55	10:43	4	3	O	NW	18.1	20.6
OSWD 206 (900m zee)	13/5/2009	13/8/2009	15:09	10:53	4	3	O	NW	18.3	18.5

	Schip NB	Schip NB	Schip NB	Schip OL	Schip OL	Schip OL
monsternamepunt	Graden	Min	Min/60	Graden	min	Min/60
Scheurrak 59 (1000m zee)	53	4	0.0682	5	2	0.0414
Scheurrak 59 (500m zee)	53	4	0.0690	5	2	0.0487
Scheurrak 59 (50m zee)	53	4	0.0713	5	3	0.0566
Scheurrak 59 (tussen N)	53	4	0.0716	5	3	0.0586
Scheurrak 59 (50m land)	53	4	0.0720	5	3	0.0605
Scheurrak 59 (50m N)	53	4	0.0727	5	3	0.0581
Scheurrak 59 (tussen Z)	53	4	0.0696	5	3	0.0600
Scheurrak 59 (500m land)	53	4	0.0727	5	3	0.0657
Scheurrak 59 (1000m land)	53	4	0.0750	5	4	0.0720
Scheurrak 59 (50m Z)	53	4	0.0685	5	3	0.0607
Scheer 9 (1000 m zee)	53	2	0.0345	4	56	0.9489
Scheer 9 (500 m zee)	53	2	0.0345	4	57	0.9565
Scheer 9 (50 m zee)	53	2	0.0351	4	57	0.9637
Scheer 9 (50 m Z)	53	2	0.0345	4	58	0.9767
Scheer 9 (50 m land)	53	2	0.0354	4	58	0.9792
Scheer 9 (50 m N)	53	2	0.0361	4	58	0.9770
Scheer 9 (tussen)	53	2	0.0355	4	58	0.9765
PD (tussen land)	52	59	0.9851	4	50	0.8459
PD (tussen zee)	52	59	0.9843	4	49	0.8328
PD (50m zee)	52	59	0.9841	4	49	0.8301
PD (50m N)	52	59	0.9860	4	50	0.8394
PD (50m Z)	52	58	0.9823	4	50	0.8394
PD (50m land)	52	59	0.9853	4	50	0.8484
PD (500m land)	52	59	0.9859	4	51	0.8571
PD (1000m land)	52	59	0.9858	4	51	0.8650
PD (500m zee)	52	58	0.9827	4	49	0.8236
PD (1000m zee)	52	58	0.9803	4	49	0.8183
West6 (50m zee)	52	58	0.9752	4	50	0.8414
West6 (500m zee)	52	58	0.9734	4	50	0.8337
West6 (1000m zee)	52	58	0.9727	4	49	0.8269
West6 (tussen zee)	52	58	0.9768	4	50	0.8469
West6 (50m Z)	52	58	0.9795	4	51	0.8503
West6 (tussen land)	52	58	0.9790	4	51	0.8545
West6 (50m N)	52	58	0.9766	4	51	0.8509
West6 (50m land)	52	58	0.9809	4	51	0.8592
West6 (500m land)	52	58	0.9826	4	51	0.8655
West6 (1000m land)	52	59	0.9848	4	52	0.8741
Scheurrak 32 (50m zee)	53	4	0.0780	5	5	0.0965
Scheurrak 32 (500m zee)	53	4	0.0751	5	5	0.0907
Scheurrak 32 (1000m zee)	53	4	0.0725	5	5	0.0850
Scheurrak 32 (50m N)	53	4	0.0827	5	6	0.1021
Scheurrak 32 (50m land)	53	4	0.0820	5	6	0.1051
Scheurrak 32 (tussen)	53	4	0.0810	5	6	0.1033
Scheurrak 32 (50m Z)	53	4	0.0796	5	6	0.1044
Scheurrak 32 (500m land)	53	5	0.0889	5	7	0.1248
Scheurrak 32 (1000m land)	53	5	0.0906	5	7	0.1323

	Schip NB	Schip NB	Schip NB	Schip OL	Schip OL	Schip OL
monsternamepunt	Graden	Min	Min/60	Graden	min	Min/60
Vuilbaard (1000m zee)	51	37	0.6324	3	50	0.8490
Vuilbaard (500m zee)	51	37	0.6302	3	51	0.8572
Vuilbaard (50m zee)	51	37	0.6290	3	51	0.8620
Vuilbaard (tussen)	51	37	0.6281	3	51	0.8640
Vuilbaard (50m land)	51	37	0.6274	3	51	0.8654
Vuilbaard (50m Z)	51	37	0.6273	3	51	0.8629
Vuilbaard (50m N)	51	37	0.6287	3	51	0.8650
Vuilbaard (500m land)	51	37	0.6195	3	52	0.8828
Vuilbaard (1000m land)	51	37	0.6173	3	53	0.8888
Hammen 64 (340m zee)	51	38	0.6173	3	53	0.8875
Hammen 64 (50m zee)	51	38	0.6376	3	53	0.8874
Hammen 64 (tussen zee)	51	38	0.6397	3	53	0.8875
Hammen 64 (tussen land)	51	38	0.6419	3	53	0.8871
Hammen 64 (50m land)	51	38	0.6429	3	53	0.8864
Hammen 64 (50m O)	51	38	0.6397	3	53	0.8888
Hammen 64 (50m W)	51	38	0.6395	3	53	0.8854
Hammen 64 (340m land)	51	38	0.6459	3	53	0.8853
Slaak (500m zee)	51	39	0.6584	4	7	0.1267
Slaak (50m zee)	51	39	0.6566	4	7	0.1327
Slaak (tussen zee)	51	39	0.6564	4	8	0.1345
Slaak (50m Z)	51	39	0.6558	4	8	0.1343
Slaak (50m N)	51	39	0.6571	4	8	0.1344
Slaak (50m land)	51	39	0.6563	4	8	0.1367
Slaak (tussen land)	51	39	0.6558	4	8	0.1366
Slaak (1500m land)	51	39	0.6516	4	9	0.1594
OSWD 206 (50m zee)	51	32	0.5343	3	56	0.9453
OSWD 206 (tussen zee)	51	32	0.5339	3	56	0.9466
OSWD 206 (tussen land)	51	32	0.5337	3	56	0.9474
OSWD 206 (50m Z)	51	31	0.5331	3	56	0.9465
OSWD 206 (50m land)	51	31	0.5317	3	57	0.9510
OSWD 206 (300m land)	51	31	0.5313	3	57	0.9550
OSWD 206 (50m N)	51	32	0.5345	3	56	0.9476
OSWD 206 (500m zee)	51	32	0.5367	3	56	0.9397
OSWD 206 (900m zee)	51	32	0.5388	3	56	0.9351

Er zijn vier monsters mislukt: bij Vuilbaard (500m zee) voorjaar en OSWD 206 (50m N) voorjaar en najaar was het niet mogelijk om een betrouwbaar bodemonster te nemen vanwege een steile helling van de bodem en bij Scheer 9 (1000m zee) is het monsterpotje gebroken tijdens transport.

De kaarten op bladzijde 25 en 26 geven de monsternamepunten van de transecten in Waddenzee en Oosterschelde weer. De rode punten zijn de monsternamepunten, De groene vakken zijn mosselpercelen en de blauwe vakken de gedeelten van percelen waar een MZI vergunning voor was verleend.

