

Wegvisproef Japanse oesters in de Oosterschelde. Tussentijdse rapportage T₃

J.W.M. Wijsman⁽¹⁾, M. Dubbeldam⁽²⁾, E. van Zanten⁽³⁾

Rapport C061/07



¹ Wageningen IMARES, vestiging Yerseke

² Grontmij | AquaSense

³ RWS-RIKZ

Institute for Marine Resources and Ecosystem Studies

Wageningen **IMARES**

Opdrachtgevers: Provincie Zeeland
Postbus 153
4330 AD Middelburg

Ministerie van LNV
Postbus 20401
2500 EK Den Haag

- 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.

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



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

pag.

I. SAMENVATTING	1
II. SUMMARY	2
1 INLEIDING	1
1.1 AANLEIDING	1
1.2 DOELSTELLING	1
1.3 LEESWIJZER	2
2 OVERZICHT VAN DE PROEFLOCATIES EN MONITORINGSPLAN	3
2.1 PROEFLOCATIES	3
2.2 MONITORINGSPLAN	3
3 OESTERS OP PROEFLOCATIES	5
3.1 DOEL	5
3.2 VOORTPLANTING EN BROEDVAL VAN JAPANESE OESTERS	5
3.3 AANPAK	6
3.4 RESULTATEN T_3	7
3.5 EFFECT OP DRAAGKRACHT	10
4 OESTERS OP STORTLOCATIES	12
4.1 AANPAK	12
4.2 RESULTATEN	13
4.3 GEBRUIK VAN SCHELPE VAN MIDDELPLAAT	15
5 SEDIMENTSAMENSTELLING EN BODEMDIEREN	17
5.1 SEDIMENTSAMENSTELLING	17
5.1.1 <i>Bemonstering en analyse</i>	17
5.1.2 <i>Resultaten</i>	17
5.2 BODEMDIEREN	22
5.2.1 <i>Methodiek</i>	22
5.2.2 <i>Resultaten</i>	22
5.2.3 <i>Samenvattende conclusie van de T_0-T_3 bemonstering</i>	27
6 VOGELS	28
6.1 AANPAK	28
6.2 RESULTATEN	30
6.3 DISCUSSIE	34
7 MORFOLOGIE	36
7.1 AANPAK	36
7.2 UITWERKING:	36
7.2.1 <i>Vondelingsplaat</i>	36

7.2.2	<i>Zandkreek</i>	37
8	CONCLUSIES	40
	REFERENTIES	44
	BIJLAGE A: OVERZICHT MORFOLOGISCHE METINGEN T_0, T_1 EN T_3	45
	VERANTWOORDING	49

i. Samenvatting

In het voorjaar van 2006 is er een praktijkproef gestart om te onderzoeken of het noodzakelijk, zinvol en mogelijk is om de steeds verder oprukkende Japanse oesters te beheren. In het kader van deze proef zijn op vier locaties in de Oosterschelde door de Zeeuwse mosselvloot 12.5 miljoen kg Japanse oesters weggevisst met behulp van mosselkorren.

Het doel van deze proef is om na te gaan hoe effectief het bestand op geselecteerde proeflocaties kan worden verwijderd en eventueel hergebruikt d.m.v. toepassing van de mosselkor, tegen welke kosten, welke milieueffecten (morfologie, sedimentsamenstelling, bodemdiergemeenschap en vogels) dit met zich meebrengt en in welk tempo positieve (herstel sediment en bodemfauna) en negatieve effecten (herstel Japanse oester) zich voordoen. Dit voortgangsrapport beschrijft de resultaten van de monitoring tot en met de T_3 . (winter 2006-2007). Een laatste bemonstering (T_4) zal worden uitgevoerd in het najaar van 2007, waarbij de nadruk zal liggen bij de registratie van de langere termijn effecten.

De belangrijkste constatering zijn als volgt samen te vatten:

- Er is in de zomer van 2006 veel oesterbroed gevallen op de litorale proeflocaties Vondelingsplaat en Zandkreek. Het is de verwachting dat op de locatie Vondelingsplaat, waar veel schelpresten zijn achtergebleven na de bevissing, de oesterbank zich in 3 tot 5 jaar weer zal herstellen. Op de proeflocatie Zandkreek, die veel schoner is gevisst, zal het herstel aanzienlijk langer duren.
- Op de sublitorale proeflocaties is veel minder broed gevallen
- De oesters op de stortlocatie Lodijkse gat zijn na bijna een jaar nog niet afgestorven door verstikking. Wel is de indruk dat er veel schelpen zijn verdwenen door de stroming of begraven in het sediment.
- De sedimentsamenstelling blijkt niet sterk te zijn veranderd als gevolg van het wegvissen van de oesters. Op de proeflocaties Zandkreek en Vondelingsplaat is het sediment iets grover geworden.
- Het bodemleven is in het sediment tussen de oesters in het algemeen soortenrijker en diverser dan buiten de bank. De bodemdiersamenstelling van een sublitorale oesterbank vertoont veel overeenkomsten met de samenstelling van de referentie. Grote veranderingen in bodemdiersamenstelling als gevolg van het wegvissen zijn nog niet opgetreden.
- De meeste vogels lijken intensiever gebruik te maken van de oesterbank dan van de zand- en slikplaten, maar dat geldt niet voor alle vogels. Na een jaar lijken de weggeviste delen, wat betreft de vogels, nog niet te zijn hersteld.
- Doordat er een harde laag schelpen is achtergebleven heeft het wegvissen van de Japanse oesters op de Vondelingsplaat heeft niet geleid tot erosie. Op de beschut gelegen Zandkreek is er tijdens de visserij wel erosie opgetreden, maar deze heeft zich niet verder doorgezet.

ii. Summary

In March 2006, a total area of 50 ha Pacific oysters was removed from four natural oyster beds in the Oosterschelde. The goal of this experiment was to study how efficient the oysters could be removed with mussel dredges, what are the costs of removal, what are the environmental effects (morphology, sediment composition, macrofauna and birds) and what is the rate of recovery of the sediment, the benthic community and the oysters.

The present report is an interim report and presents the results of the monitoring of the short-term effects (up to T₃, winter 2006 - 2007). At the end of 2007, the final monitoring is planned in order to study the long-term effects (T₄).

The major observations can be summarized as follows:

- During the Summer of 2006 a lot of spat recruited on the littoral plots at the Vondelingsplaat and the Zandkreek. It is expected that the oyster bed in the Vondelingsplaat will recover within 3-5 years, since a lot of shell remains are present after fishing. At the location Zandkreek, it is expected that the recovery will take more time since less shell remains remained after fishing.
- At the sublittoral plots, the spat fall of oysters was much lower than on the Zandkreek and Vondelingsplaat.
- One year after dumping, the mortality of oysters by suffocation was less efficient than expected. However, many of the dumped oysters have disappeared from the dumping location due to currents or were buried in the sediment.
- The sediment composition did not change much due to the fishing activity. At the experimental plots Zandkreek and Vondelingsplaat the sediment became slightly coarser.
- In general the sediment within the oysters has a more diverse macrofauna community compared to the reference site. In the sublittoral plots the macrobenthos community within the oyster bed corresponds to the community outside the oyster bed. Major shifts in the macrofauna community related to the fishery have not been observed yet.
- Oyster beds seem to be more attractive to most of the wader birds than the reference areas. However, some birds prefer reference locations above the oyster bed. One year after fishing, the bird populations on the plots have not recovered yet.
- After fishing, a hard shell layer was left at the Vondelingsplaat. As a result no erosion took place at this dynamic location. At the sheltered Zandkreek, the initial erosion that was observed directly after fishing did not continue

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

De Japanse oester (*Crasostrea gigas*) ook wel creuse genaamd is een exoot die in 1964 voor het eerst in de Oosterschelde is geïntroduceerd na de massale sterfte van de platte oester (*Ostrea edulis*) die is opgetreden tijdens de strenge winter van 1962/1963. De Japanse oester heeft zich daarna sterk weten te ontwikkelen. Het areaal Japanse oesters in het litoraal van de Oosterschelde in 2005 is geschat op 775 ha. Het areaal in het sublitoraal is onbekend, maar wordt geschat op 700 ha (2.75 miljard kuub Smaal et al. 2005). Ook de dijklooiingen zijn grotendeels bedekt met Japanse Oester (De Kluijver & Dubbeldam 2003).

De dominantie van de Japanse Oesters in de Oosterschelde heeft zijn invloed op diverse functies van de Oosterschelde. De volgende effecten zijn genoemd als direct gevolg van de Japanse oesters (Smaal et al. 2005).

- Verandering habitat zachtsubstraat naar hardsubstraat
- Vermindering biodiversiteit harde substraten
- Overwoekering op schelpdierkweekpercelen
- Bezwaren voor recreatief gebruik
- Economische aspecten

Daarnaast kan de Japanse Oester mede een effect hebben op de ontwikkelingen die in de Oosterschelde optreden zoals zandhonger en vermindering van draagkracht (Wetsteyn et al. 2003, Geurts van Kessel 2004).

1.2 Doelstelling

Deze effecten van de ontwikkeling van de Japanse oesters hebben tot de vraag geleid of het wenselijk en noodzakelijk is over te gaan tot beheersmaatregelen, en welke maatregelen daarvoor in aanmerking komen. Hiertoe is in 2005 een verkenning uitgevoerd naar de beheersmogelijkheden van Japanse oester door het IMARES in samenwerking met MarinX (Smaal et al. 2005). Hierbij is in kaart gebracht wat de effecten zijn van de toename van Japanse oester en welke mogelijkheden er zijn om de massale ontwikkeling van oesters te beheersen. Er zijn drie beheersmaatregelen onderzocht:

1. maximale bestrijding, gericht op het minimaliseren van het totale wilde oester bestand in de Oosterschelde.
2. gecontroleerde ontwikkeling, waarbij er eerst een sanering plaats zal vinden alvorens er tot regulier beheer wordt overgegaan.
3. selectief bestrijden in gebieden, bijvoorbeeld op stranden, waar overlast optreedt voor recreanten.

Op basis van het onderzoek naar de beheersmogelijkheden (Smaal et al. 2005) is besloten om eerst een praktijkproef uit te voeren om antwoord te krijgen op een aantal vragen, die niet op voorhand zijn te beantwoorden.

Het doel van de huidige proef is

1. na te gaan hoe effectief het bestand op geselecteerde locaties kan worden verwijderd en eventueel hergebruikt d.m.v. toepassing van de mosselkor
2. welke milieueffecten dit met zich meebrengt
3. in welk tempo positieve (herstel sediment, bodemfauna) en negatieve effecten (herstel Japanse oesterbestand) zich voordoen

Ook in andere deltawateren evenals de Waddenzee lijkt de Japanse oester in opmars. Mogelijk gaat hij daar ook tot negatieve (e.g. overwoekering, voedselconcurrentie) en mogelijk positieve (e.g. specifiek habitat, verhoging biodiversiteit) effecten op het functioneren van het ecosysteem hebben (Cadée 2007). De resultaten van dit onderzoek kunnen mogelijk ook van nut zijn voor deze andere gebieden.

1.3 Leeswijzer

Dit rapport is een tussentijdse rapportage van het project BEJO (Monitoring Pilot Beheer Japanse Oesters) dat is uitgevoerd door een consortium van IMARES, Grontmij I AquaSense, RIKZ en MarinX, in opdracht van de Provincie Zeeland en het Ministerie van LNV. In dit rapport worden de resultaten beschreven van de wegvisproef tot en met de T_3 meting. Metingen tot en met de T_2 meting zijn beschreven in Wijsman et al. (2006).

In hoofdstuk 2 wordt beschreven hoe de locaties voor de proef zijn geselecteerd en hoe het monitoringsprogramma is opgebouwd. Hoofdstuk 3 beschrijft de ontwikkeling van de oesters op de proeflocaties. In dit hoofdstuk is tevens een schatting gemaakt (paragraaf 3.5) van het effecten van de Japanse oesters voor de totale draagkracht van de Oosterschelde. In hoofdstuk 4 wordt de verstikking van de Japanse oesters op de stortlocaties beschreven. De effecten op sedimentsamenstelling en bodemdieren wordt beschreven in hoofdstuk 5. In hoofdstuk 6 worden de resultaten van de vogelmetingen gepresenteerd. De resultaten van de morfologische metingen op de Vondelingsplaat en de Zandkreek zijn beschreven in hoofdstuk 7. De voorlopige conclusies van deze tussentijdse concept rapportage zijn weergegeven in hoofdstuk 8.

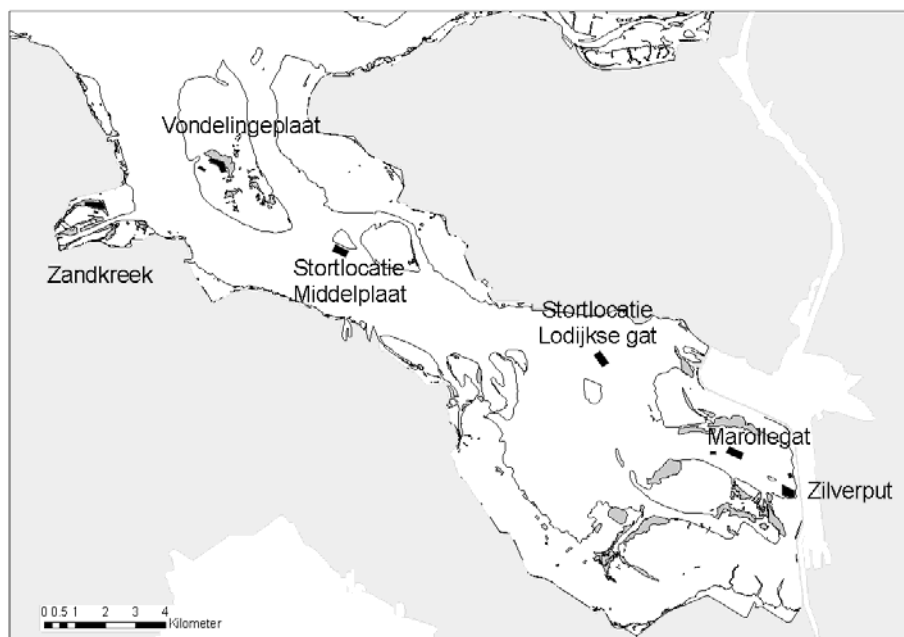
De auteurs willen iedereen danken die een bijdrage heeft geleverd aan de uitvoering van de T_3 bemonstering. Speciale dank gaat uit naar de bemanning van de Ye 25 en de Valk voor de hulp bij de uitvoering van de bemonstering. Emiel Brummelhuis was verantwoordelijk voor de bemonsteringen. Ad van Gool heeft de oesterbroedjes geteld. Rienk Geene heeft de vogels geteld op de Vondelingsplaat en de Zandkreek. David Temperman heeft de voor het uitvoeren van de vogeltellingen. De determinatie van het macrofauna is uitgevoerd door David Tempelman. Deze gegevens heeft Mario de Kluijver gebruikt voor de clusteranalyses. Ten slotte gaat dank uit Aad Smaal voor zijn opmerkingen en aanvullingen bij een eerdere versie van dit rapport.

Begeleiding van het project heeft plaatsgevonden vanuit het Visserij Initiatief Zeeland, werkgroep Japanse Oesters, bestaande uit Dhr. S. Knigge (ex-voorzitter), Dhr. H. van Wilgenburg (voorzitter), Dhr. J. Broodman, Dhr. J. Brilman (Provincie Zeeland), Dhr. G. Verschuren, (Ministerie LNV, directie regionale zaken vestiging Zuid), Dhr. H. van Geesbergen (PO mosselcultuur), Dhr. H. van den Bos, Dhr. G.J. van Veen (visserijkundig ambtenaar Oosterschelde), Dhr. M. Dubbeldam (Grontmij I AquaSense), Dhr. D. Schuilenburg (RWS dir Zeeland), Dhr. G. van Zonneveld (Zeeuwse Milieufederatie, ZMF), Dhr. M. van Stralen (MarinX), Dhr. A. Smaal en Dhr. J. Wijsman (IMARES).

2 Overzicht van de proeflocaties en monitoringsplan

2.1 Proeflocaties

Begin 2006 zijn er 4 proeflocaties gedefinieerd voor het onderzoek (Figuur 1). Locaties Zandkreek en Vondelingsplaat liggen in het litoraal op een gemiddelde diepte van respectievelijk 1.1 en 1.2 onder N.A.P. De locaties Marollegat en Zilverput liggen op een diepte van respectievelijk 4.0 en 2.5 meter onder NAP. Bij ieder proeflocatie is ook een referentielocatie geïdentificeerd. De referentielocaties liggen buiten de contouren van de oesterbank op een afstand van ongeveer 100 tot 400 meter van de proeflocaties. Een gedetailleerde beschrijving van de proef- en referentielocaties alsmede de stortlocaties is te vinden in (Wijsman et al. 2006).



Figuur 1. Overzicht proeflocaties en stortlocaties (zwart) in de zuidelijke tak van de Oosterschelde.

In de periode van 27 februari 2006 t/m 5 april 2006 zijn op de vier proefvakken van 12.5 ha (2 in het litoraal en 2 in het sublitoraal) de oesters weggevisht door de Zeeuwse mosselsector met behulp van mosselkorren. De weggevishte oesters zijn gestort op de twee aangewezen stortlocaties in de Oosterschelde (Lodijkse gat en Middelplaat). Door de oesters op een hoop te storten zouden de onderste oesters afsterven door verstikking. Na afsterven zouden de schelpresten weer kunnen worden opgevisht en hergebruikt (bijvoorbeeld als schelpengrit). Gedurende de proef zijn de ecologische en morfologische effecten en herstel gemonitored.

2.2 Monitoringsplan

Om de effectiviteit van de bevissing te kunnen meten en de ecologische en morfologische effecten te kunnen beoordelen wordt er bij dit onderzoek metingen gedaan op de proef- en referentielocaties aan diverse toestandsvariabelen:

- Oesterbestand
- Sediment samenstelling
- Bodemfauna
- Vogels

- Morfologie

Het monitoringsprogramma is onderverdeeld in vijf fasen. Niet iedere variabele wordt bij iedere fase gemeten. In Tabel 1 wordt een overzicht gegeven van de activiteiten die zijn/worden uitgevoerd tijdens de verschillende fasen:

- T₀: winter 2006, uitgangssituatie voor het wegvissen
- T₁: voorjaar 2006, situatie direct na het wegvissen
- T₂: zomer 2006, gericht op condities voor vestiging van bodemdieren
- T₃: najaar 2006, gericht op nieuwe broedval bodemdieren
- T₄: najaar 2007, gericht op lange termijn herstel

Tabel 1. Overzicht van de activiteiten die zijn gepland/uitgevoerd binnen het monitoringsprogramma van dit project (x= uitgevoerd/gepland; - = geen meting).

	oesters	stortlocatie	sediment	bodemdieren	vogels	morfologie
T ₀	x		x	x	x	x
T ₁	x	x	-	-	-	x
T ₂	-	x	x	-	-	-
T ₃	x	x	x	x	x	x
T ₄	x	x	x	x	x	-

De resultaten van de T₀ tot en met de T₂ zijn beschreven in Wijsman et al. (2006). De T₃ meting is voornamelijk gericht op het herstel van de bodemdierpopulatie. Er is gekeken hoeveel oesterbroed er op de beviste locaties is gevallen (2 t/m 6 februari 2007). Dit is vergeleken met de oesterbroedval op de referentiegebieden. Voor de gestorte oesters op de stortlocatie Lodijkse Gat is een schatting gemaakt van de overleving. De oesters op de stortlocatie Middelpaats zijn niet meer bemonsterd omdat daar inmiddels visserij heeft plaatsgevonden door schelpenvissers. De bodemdiersamenstelling, alsmede de fysische bodemkarakteristieken zijn verzameld en geanalyseerd. Op de litorale gebieden is gekeken naar het gebruik van de (weggeviste) oesterbank plaat door vogels (december 2006). Er is besloten om ook voor de T₃ morfologische metingen uit te voeren. Op de Vondelingsplaat en de Zandkreek zijn ook bodemhoogtemetingen uitgevoerd om de morfologische effecten in kaart te brengen.

Tijdens de T₃ meting is er geen nieuwe schatting gemaakt van het totale bestand aan oesters binnen de proefvakken omdat kan worden aangenomen dat dit niet sterk zal zijn veranderd ten opzichte van de T₁/T₂metingen.

3 Oesters op proeflocaties

3.1 Doel

In totaal zijn er tijdens de proef ongeveer 22 000 m³ (13.4 miljoen kg) aan oesters (levend en dood) opgevisst en gestort op de stortlocaties Middelpaalt en Lodijkse gat (Wijsman et al. 2006). Het herstel van de oesterbank is afhankelijk van de broedval en de overleving van de oesterbroedjes. Tijdens de T₃ meting is het aantal broedjes geteld op de proeflocaties, alsmede op de referentielocaties.

3.2 Voortplanting en broedval van Japanse oesters

De geslachten van Japanse oesters zijn gescheiden maar kunnen veranderen tijdens de ontwikkeling (Reise 1998). De larven ontwikkelen zich aanvankelijk als mannelijke oester maar veranderen later in een vrouwelijke oester (Kater 2003b). Japanse oesters kunnen in het eerste jaar al beginnen met voortplanten. De meeste Japanse oesters planten voort in juli en augustus (Diederich et al. 2005), maar ook in juni en september kan nog voortplanting plaats vinden (Kater 2003b). De voortplanting wordt voornamelijk door temperatuur bepaald. Voor populaties in Japan is de optimale temperatuur voor broedval 23-25 °C (Korringa 1976), maar ook bij lagere temperaturen (15 °C; populaties in British Columbia, 18°C; populaties in Engeland) is voortplanting mogelijk (Diederich et al. 2005). Een vrouwelijke oester produceert tussen de 1 miljoen en 100 miljoen eitjes per jaar (Kater 2003b).

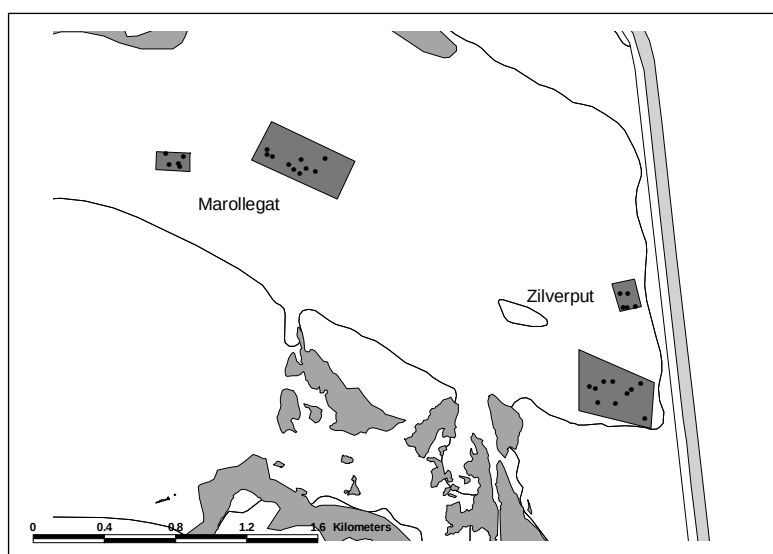
De bevruchting van de Japanse oesters vindt in de waterkolom plaats. Na bevruchting zweven de larven nog 21-30 dagen in het water alvorens ze zich vastzetten op een geschikt substraat (Diederich et al. 2005). Oesterschelpen vormen doorgaans een goed substraat voor vestiging van oesters (Figuur 2).



Figuur 2. Oesterschelp met oesterbroedjes op de Zandkreek, januari 2007 (foto: J. Wijsman)

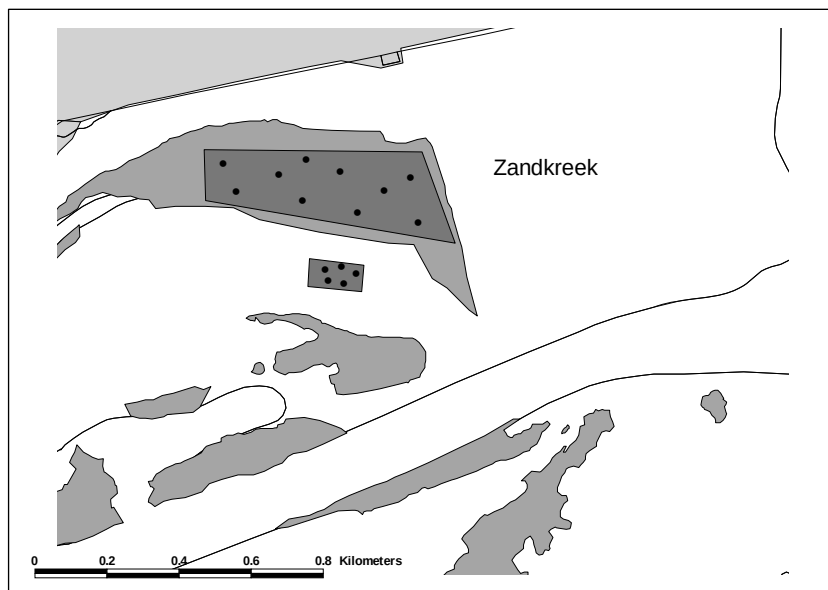
3.3 Aanpak

Begin februari zijn monsters genomen om het aantal broedjes te kwantificeren. De sublitorale locaties, Zilverput en Marollegat, zijn bemonsterd met de happer (1.062 m^2) aan boord van de Ye-25. Op de proeflocaties zijn 10 happen genomen, willekeurig verdeeld binnen het gebied. In de kleinere referentiegebieden zijn 5 happen genomen. De exacte locatie van de happen is geregistreerd met behulp van een positiebepalingssysteem en weergegeven in Figuur 3. Aan boord is een willekeurig deelmonster uit de happer genomen met een PVC ring (oppervlakte 0.047 m^2). Het deelmonster is gezeefd over een 1mm zeef en het aantal levende broedjes (broedval 2006) is geteld. Omdat aangenomen wordt dat de beschikbaarheid van substraat ook een belangrijke rol speelt bij het broedval succes is ook de totale hoeveelheid materiaal dat is achtergebleven op de zeef ($>1 \text{ mm}$) gewogen.

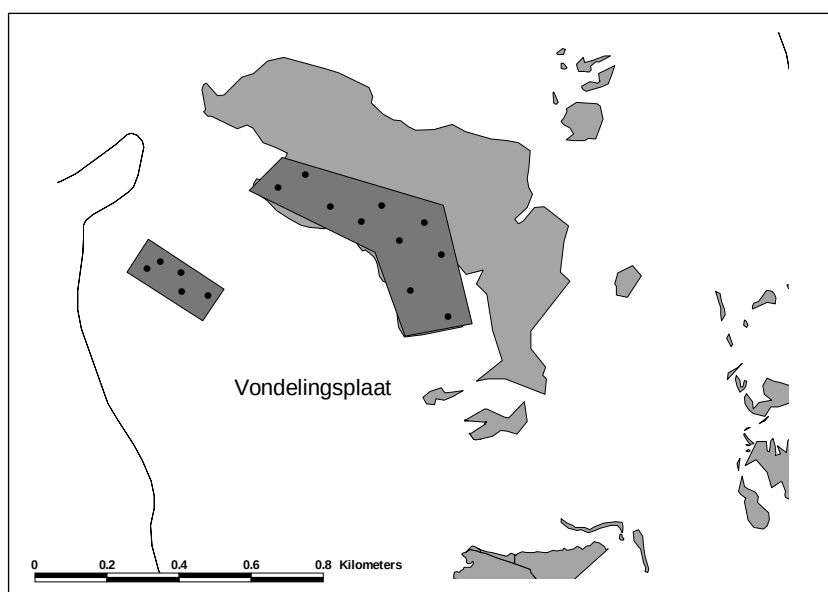


Figuur 3. Locaties in het Marollegat en Zilverput die zijn bemonsterd tijdens de T_3 meting

Op de litorale locaties Zandkreek en Vondelingsplaat zijn de bemonsteringen te voet tijdens laag water uitgevoerd. De locaties zijn met behulp van GIS van tevoren willekeurig verdeeld over de locaties uitgezet (Figuur 4 en Figuur 5). Op iedere locatie is een PVC ring (oppervlakte 0.047 m^2) willekeurig neergelegd. Het materiaal binnen de ring is verzameld, gezeefd over een 1 mm zeef en het aantal levende broedjes (broedval 2006) is geteld.



Figuur 4. Locaties in de Zandkreek die zijn bemonsterd tijdens de T_3 meting.



Figuur 5. Locaties op de Vondelingsplaat die zijn bemonsterd tijdens de T_3 meting.

3.4 Resultaten T_3

De gemiddelde hoeveelheid oesterbroedjes op de beviste locaties is geschat op 503 (standaard deviatie 1211) broedjes per m^2 . Dit is significant meer dan op de referentielocaties waar de gemiddelde dichtheid aan oesterbroedjes is geschat op 27 (standaard deviatie 61) broedjes per m^2 .

De meeste broedjes zijn aangetroffen op de litoraal gebieden Vondelingsplaat en Zandkreek (respectievelijk 1432, standaard deviatie 2154 en 562, standaard deviatie 424 broedjes per m^2). Vertaling naar het hele proefvak van 12.5 ha levert een schatting van het totaal aantal broedjes van 180 (s.e. 85) miljoen en 70 (s.e. 17)

miljoen broedjes in beide litorale proefvakken. De schelpresten die zijn achtergebleven na bevissing op de locatie Vondelingsplaat (ongeveer 17.5 kg m^{-2}) hebben een uitstekend substraat gevormd voor de broedval. Op de locatie Zandkreek, waar aanzienlijk minder schelpresten zijn achtergebleven ($8.9 \text{ kg schelpresten per m}^2$) is de broedval aanzienlijk minder.

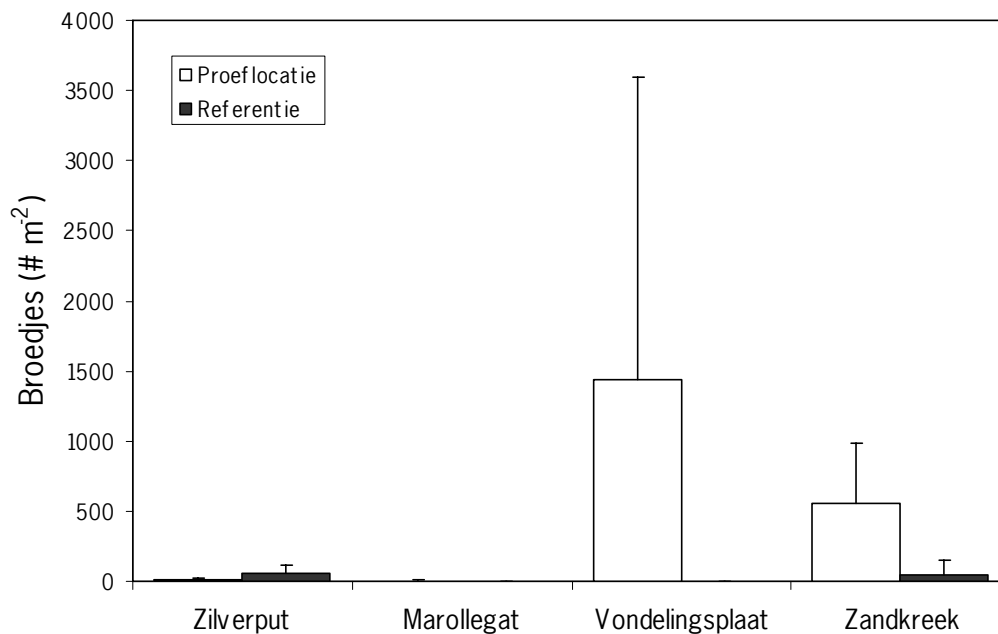


Figuur 6. Schelpresten op locatie Zandkreek januari 2007. Te zien zijn losliggende schelpresten op een modderige ondergrond (Foto: J. Wijsman).



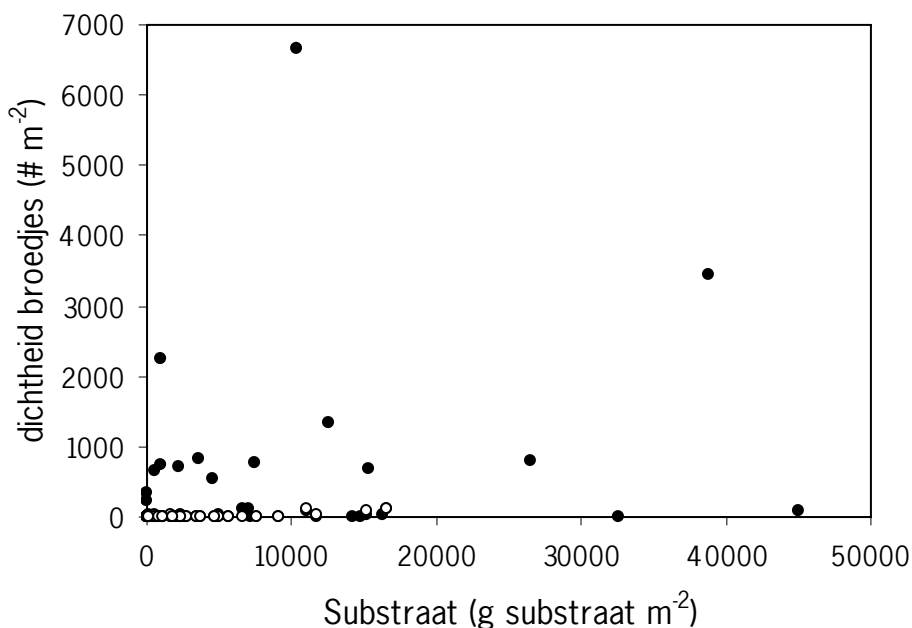
Figuur 7. Schelpresten op locatie Vondelingsplaat januari 2007. Te zien zijn de schelpresten die deels verankerd zitten in een zandige ondergrond (Foto: J. Wijsman).

Op de sublitorale locaties is relatief weinig broed gevallen. Op de locatie Zilverput en Marollegat is de dichtheid aan broedjes geschat op respectievelijk 6, met een standaarddeviatie van 14 en 2, met een standaarddeviatie van 7 broedjes per m^2 . Het is niet duidelijk waarom er op de sublitorale locaties significant minder oesters zijn gevallen dan op de litorale locaties. Ook op de sublitorale locaties was substraat aanwezig. Op de locatie Marollegat 1.4 kg m^{-2} en op Zilverput 3.4 kg m^{-2}



Figuur 8. Gemiddeld aantal broedjes per m² op de verschillende proeflocaties en referenties. De foutenbalken geven de standaarddeviatie aan.

Er blijkt geen duidelijk verband te zitten tussen de hoeveelheid substraat en de hoeveelheid broed (Figuur 9). Een lineaire regressie door de data geeft een R^2 van 0.06. Mogelijk zijn er andere factoren die een rol spelen zoals de kwaliteit van het substraat en de ligging ten opzichte van de laagwaterlijn. Broedvalsucces en overleving is trouwens afhankelijk van veel (complexe) factoren. Bijvoorbeeld in de kom van de Oosterschelde. Door de relatief hoge zwevend stofgehalten aldaar vindt er doorgaans wel goede broedval plaats, maar de overleving is gering. Ook kan predatie en visserij een rol spelen.



Figuur 9. Relatie tussen de dichtheid aan broedjes en de hoeveelheid substraat in het monster (omgerekend naar g substraat per m²). De zwarte bolletjes geven de data voor de litorale gebieden Zandkreek en Vondelingsplaat en de witte bolletjes voor de sublitorale gebieden Marollegat en Zilverput.

3.5 Effect op draagkracht

In totaal is er bij het experiment een enorme hoeveelheid aan oesters (22 000 m³) weggevisd. Echter als men kijkt naar het geschatte totale oppervlakte aan oesterbanken (ongeveer 1500 ha, Kater et al. 2002, Geurts van Kessel et al. 2003, Kater 2003a, Wijsman et al. 2006), dan is er "slechts" 3% van het totale areaal aan oesters weggevisd. Opgemerkt moet worden dat dichtheid van oesters in de oesterbanken sterk kan variëren (Perdon & Smaal 2000) van verspreid liggende oesters tot aaneengesloten banken. De gebieden die zijn uitgekozen voor de wegvissproef waren zeer dichte banken. Door Smaal et al. (2005) is geschat dat er 210 miljoen kg dode en levende oesters op de platen van de Oosterschelde liggen. Uitgaande van een gemiddelde biomassa (dood en levend materiaal) van 0.27 miljoen kg per ha (Kater & Baars 2003) is door Wijsman et al. (2006) de totale oesterbiomassa in het litoraal geschat op 206 miljoen kg. Er is geen goede schatting van het bestand van oesters in het niet droogvallende gedeelten en op de dijkvlooiingen van de Oosterschelde. In totaal is er tijdens de proef 12.5 miljoen kg oesters (levende oesters + dode schelpen) weggevisd (Wijsman et al. 2006). Dit is ongeveer 6 % van de totale hoeveelheid op de droogvallende gedeelten.

Van een deel van de levende oesters (totaal 12 monsters) die zijn verzameld tijdens de T₀ is het droogvleesgewicht (drogen in een stoof bij 70°C) en het asvrijdrooggewicht (gewichtsafname van het droogvlees na verassing in een moffeloven bij 520°C) bepaald. Het gemiddelde drooggewicht en asvrijdrooggewicht was respectievelijk 0.9% en 0.6% van het versgewicht. In termen van drooggewicht is de totale hoeveelheid aan oesters die is weggevisd tijdens de proef ongeveer 30 ton. Het bestand aan oesters (dood en levend) in litorale delen van de Oosterschelde is geschat op 206 miljoen kg (Wijsman et al. 2006). Ervan uitgaand dat een zelfde biomassa in de sublitorale delen van de Oosterschelde ligt kan het totale bestand worden geschat op ongeveer 400 miljoen kg. Uitgaande van een gemiddeld percentage levende oesters van 27% en een

drooggewicht/versgewicht ratio van 0.009 kan de totale biomassa aan oesters worden geschat op 972 ton droogvleesgewicht. Deze schatting is aan de voorzichtige kant, omdat de schatting voor het percentage levende oesters en drooggewicht/versgewicht ratio zijn bepaald voor dichte, aaneengesloten oesterbanken. Het is te verwachten dat oesterbanken met een lagere dichtheid een hoger vleespercentage hebben en minder dode schelpen. In 2000 is de biomassa oesters op de platen van de Oosterschelde al eens geschat op 2 700 ton droogvleesgewicht (Perdon & Smaal 2000). Bij deze laatste schatting is een hoger percentage levende oesters (50%) en een groter drooggewicht/versgewicht ratio (0.018) gebruikt. Aangenomen dat een zelfde biomassa in het sublitoraal ligt, kan de totale biomassa worden geschat op 5 400 ton droogvleesgewicht.

Een interessante vraag voor het beheer is nu hoeveel oesters er dienen te worden weggevist om effect te hebben op de draagkracht. De filtratiesnelheid van een oester is afhankelijk van de omgevingscondities (e.g. temperatuur, voedselconcentratie en -kwaliteit, droogval) en van het gewicht van de oester. Kleinere oesters filteren doorgaans meer water per g lichaamsgewicht dan grotere oesters. De gemiddelde filtratiesnelheid van Japanse oesters is ongeveer 4.5 liter per uur per gram drooggewicht (Haure et al. 2002). De hoeveelheid Japanse oesters die zijn weggevist (30 ton drooggewicht) hadden samen een potentiële filtratiecapaciteit van 3.24 miljoen m³ water per dag. Dit betekent dat ze er 850 dagen over doen om het volledige volume van de Oosterschelde (2.75 miljard kuub, Nienhuis & Smaal 1994) te filtreren. Het geschatte totale bestand aan Japanse oesters in de Oosterschelde (972 - 5 400 ton drooggewicht) hebben een potentiële filtratiecapaciteit van ongeveer 100 - 583 miljoen m³ water per dag, en zijn dus in potentie in staat het hele volume van de Oosterschelde in 5 – 25 dagen te filtreren en het voedsel eruit te halen. Uit eerdere berekeningen (Smaal et al. 1986) is geschat dat de in de Oosterschelde aanwezige kokkels en mosselen het volume van de Oosterschelde in 4 à 5 dagen filtreren. Het voedsel dat de Japanse oesters uit het water filtreren is in principe niet meer beschikbaar voor de overige schelpdieren zoals de mosselen. In het theoretische geval dat alle oesters uit het Oosterschelde systeem zouden worden verwijderd zal de graasdruk op het voedsel afnemen. Of het voedsel geheel ten goede zal komen aan de mosselen is niet op voorhand te zeggen en wordt onder andere bepaald door een scala van (vaak niet-lineaire) trofische voedselweb interacties.

4 Oesters op stortlocaties

4.1 Aanpak

De weggeviste oesters zijn gestort op twee stortlocaties: Lodijkse gat en Middelpaalt. In de winter 2006/2007 is men begonnen met het wegvissen van oesters op de stortlocatie Middelpaalt met als doel de schelpen te gebruiken voor de schelpenindustrie (zie paragraaf 4.3). De T_3 bemonstering heeft zich daarom beperkt tot de stortlocatie Lodijkse gat.

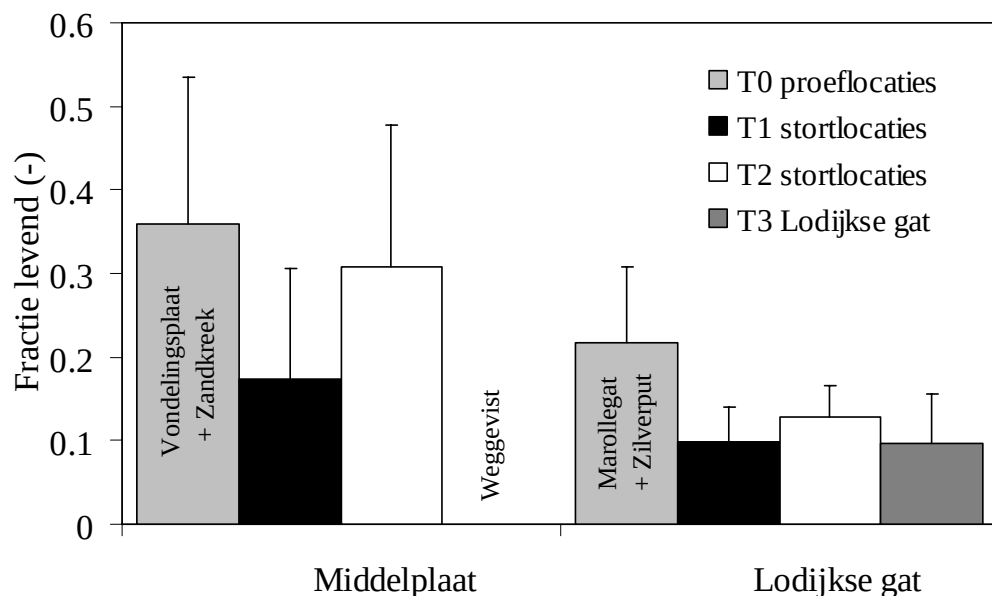
De oesters op de stortlocatie zijn bemonsterd met hetzelfde monstertuig (1.062 m² Happer, Ye-25) als bij de voorgaande bemonsteringen (Wijsman et al. 2006) op de proeflocaties. Het doel van de bemonstering op de stortlocatie is erop gericht informatie te krijgen in de effectiviteit van het afsterven van de gestorte oesters. Happen waar geen oesters in zijn aangetroffen zijn daarom terug overboord gezet en niet verder uitgezocht. Op de stortlocatie Lodijkse gat zijn voor de T_3 meting 10 happen genomen (Figuur 10). De happen zijn zoveel mogelijk genomen in de buurt van de stortboei en de exacte positie is geregistreerd met behulp van positiebepalingssysteem. De inhoud van de happen is uitgestort over de schudzeef en de schelpenresten van dode oesters zijn gescheiden van de levende oesters en gewogen. De fractie levende oesters is vergeleken met de vorige bemonstering, waarbij is getoetst met een T-toets, waarbij de fracties zijn getransformeerd door middel van een arcsinuswortel-transformatie.



*Figuur 10. Bemonsterlocaties op de stortlocatie Lodijkse gat voor de T_3 (●). De locatie van de stortboei is aangegeven met *.*

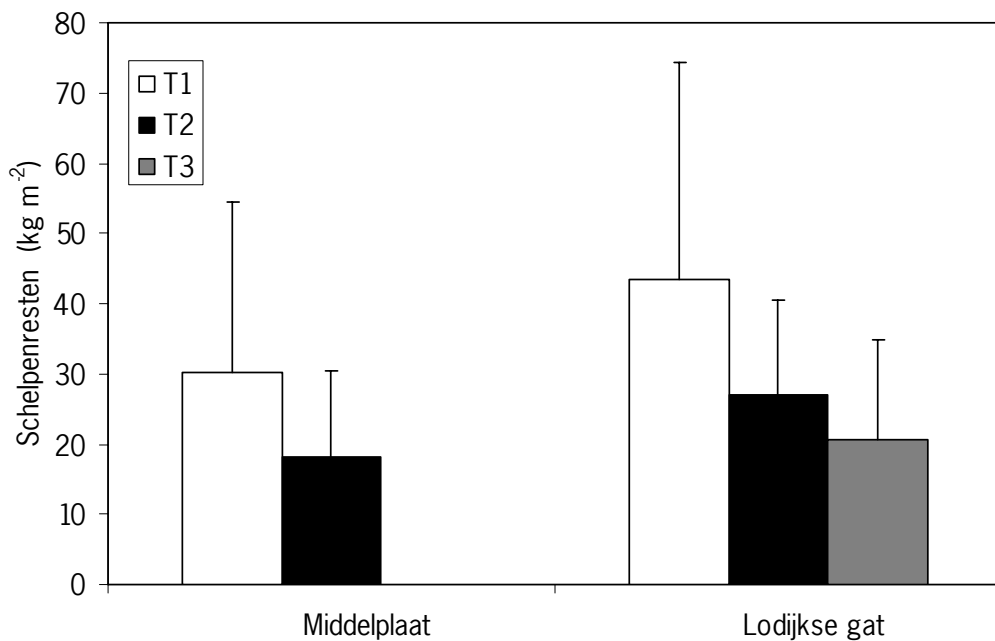
4.2 Resultaten

Op de stortlocatie Lodijkse gat was de fractie levende oesters bij de T_3 nog 10% ($\pm 6\%$). Dit is niet significant anders dan de fractie levende oesters tijdens de T_1 ($p=0.46$) en de T_2 ($p=0.13$) op deze locatie (Figuur 11).



Figuur 11. Gewichtsfractie levende oesters ($\pm$ stdev) op de proeflocaties tijdens de T_0 meting (grijze kolom) en op de stortlocaties tijdens de T_1 , T_2 en de T_3 bemonstering (alleen voor Lodijkse gat). Merk op dat de eerste grijze balken (T_0 proeflocaties) fracties levende oesters op de Vondelingsplaat/Zandkreek en Marollegat/Zilverput weergeven voor bevissing. Dit materiaal is gestort op respectievelijk de Middelpilaat en het Lodijkse gat.

Het materiaal dat gestort is op de Middelpilaat had tijdens de stort een hogere fractie levende oesters dan het materiaal dat gestort is op de stortlocatie Lodijkse gat ($p<0.05$). Na storten is op beide locaties de fractie levende oesters significant afgenomen ($p<0.05$) (Figuur 11). Dit is veroorzaakt door sterfte als gevolg van verstikking of beschadiging tijdens de bevissing. Opvallend is dat de fractie levende oesters weer is toegenomen bij de T_2 meting. Op de locatie Lodijkse gat is deze toename niet significant ($p=0.07$), maar op de stortlocatie middelpilaat is er sprake van een significante toename ($p<0.05$). Deze toename wordt niet veroorzaakt door een toename van het aantal levende oesters. Mogelijk is het een gevolg van het verdwijnen van lege schelpen van de stortplaats door wegspoeling of door begraving in de bodem. Het is ook mogelijk dat de schelpenmassa na de stort is ingeklonken waardoor de knijper tijdens de T_2 meting op de locatie Middelpilaat minder diep in de oesterbank is kunnen penetreren. Op zowel de stortlocatie Middelpilaat als Lodijkse gat lijkt het dat de gemiddelde biomassa aan oesters (levend en dood) per bemonstering afgenomen (Figuur 12). Er is echter alleen een significant verschil ($p<0.05$) tussen de hoeveelheid schelpresten bemonsterd per m^2 tussen de T_1 en de T_3 op locatie Lodijkse gat. In alle andere gevallen zijn de verschillen niet significant ($\alpha=0.05$).



Figuur 12. Verandering gemiddelde hoeveelheid schelpenresten in de happen op de stortlocaties Middelpaalt en Lodijkse gat. Foutenbalken geven standaard deviatie aan.

Er moet worden opgemerkt dat de bemonstering op de stortlocaties er niet op is gericht een schatting te maken van de hoeveelheden dode en levende schelpen, maar om de effectiviteit van het afsterven te volgen. Tijdens de bemonstering is daarom gericht gezocht naar locaties waar verwacht werd dat er oesters lagen, dus zoveel mogelijk in de buurt van de stortboei. Happen waar geen oesters in zaten zijn weer overboord gezet en zijn niet meegenomen in de analyse.

Uit de resultaten blijkt dat het afsterven de levende oesters door verstikking op de stortlocaties niet verloopt zoals van tevoren is ingeschat. De oesters zijn tijdens het storten te veel verspreid over de stortlocaties, zodat ze niet op een hoop liggen. Bij het maken van de visplannen is er wel afgesproken de oesters binnen de 12.5 hectare grote stortlocaties zoveel mogelijk op 1 van tevoren vastgestelde positie bij elkaar te storten. In de praktijk waren er, mede door de lange lostijden, vaak 5 boten tegelijk aan het storten zodat de gestorte oesters relatief ver uit elkaar zijn komen te liggen. Hoe meer de oesters verspreid zijn, hoe minder de kans op verstikking. Het is niet te verwachten dat de oesters alsnog zullen afsterven door verstikking. De schelpen vormen mogelijk een goed substraat voor nieuwe broedval indien de omgevingscondities geschikt zijn.

Om het afsterven van de oesters te verbeteren zouden ze meer op een hoop gestort dienen te worden. Er zijn ook alternatieve methoden denkbaar waardoor de afsterving zou worden verbeterd zoals het vermalen van de oesters voordat ze gestort worden. Ook zouden de oesters tijdelijk kunnen worden gestort in de zoete Volkerak-Zoommeer. Dit zal echter tot extra organische belasting van het meer leiden, waardoor de kans op de schadelijke blauwalgenbloei in het gebied toe kan nemen.

4.3 Gebruik van schelpen van Middelplaat

De schelpresten van de Japanse oesters kunnen worden gebruikt in de schelpenverwerkende industrie. Er kan ondermeer kippengrit van worden gemaakt. Enkele ondernemers hebben belangstelling getoond om de oesters weg te vissen. Een van de ondernemers is bezig geweest om op stortlocatie Middelplaat de schelpen weg te vissen met behulp van een zuigkor op een aangepast kokkelschip (Figuur 13 en Figuur 14). Met behulp van de zuigkor worden de schelpresten aan boord gezogen, waarna ze worden gewassen en verzameld in het ruim. Voor de industrie dienen de schelpen zo schoon mogelijk te zijn, d.w.z. de vleesresten dienen zo veel mogelijk te zijn verwijderd. Het aan land opslaan van de schelpen zou anders tot te veel stankoverlast gaan leiden.

Inmiddels is het vistuig van de YE-189 aangepast. In de vrije gebieden worden de (levende) oesters opgevist met een mosselkor. De schelpen worden gekraakt met een kraker en de vleesresten worden onder hoge druk van de schelpen gespoten. De schelpresten die op deze wijze zijn verzameld zien er op het oog schoon uit. Na verassing (520 °C) bleek het asvrij drooggewicht 1.5% van het drooggewicht te zijn. Dit materiaal zit voornamelijk opgeslagen in de schelpmatrix.



Figuur 13. Ye-142 aan het vissen op oesterschelpen met behulp van een zuigkor op de stortlocatie Middelplaat, januari 2007 (foto: J. Wijsman)



Figuur 14. Opgeviste schelpresten worden gespoeld en in het ruim gestort (foto: J. Wijsman)

5 Sedimentsamenstelling en bodemdieren

5.1 Sedimentsamenstelling

5.1.1 Bemonstering en analyse

Voor sedimentanalyse is een deelmonster van de toplaag (waar mogelijk tot 10 cm) genomen voor korrelgrootte en organisch stofgehalte. De deelmonsters zijn per locatie (met onderscheid naar weggeviste oesterbank en referentie) vervolgens bijeengevoegd tot een mengmonster, dat is geanalyseerd op droge stof (gewichtsperscentage), organische stof (chemische oxidatie, IB methode), totaal organisch koolstof (cf NEN 5756) en de minerale fracties (<500, <250, <180, <125, <106, <63, <16, en <2 μm). De analyses zijn bepaald op basis van gewichtspersentages.

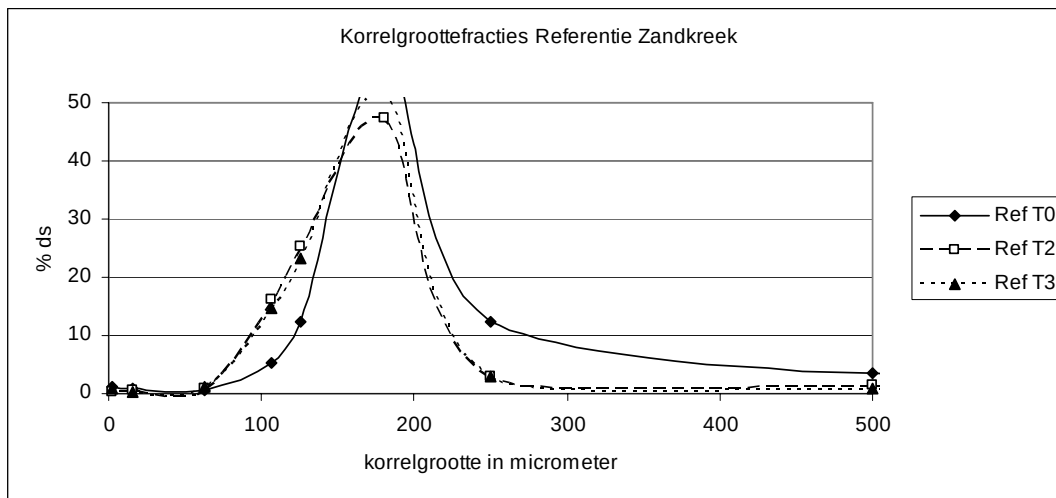
De korrelgrootteklasse <2 μm wordt lutum genoemd en bestaat uit kleimineralen. De deeltjesfractie kleiner dan 16 μm wordt silt genoemd en bestaat naast kleimineralen ook uit kwarts. De fractie tussen 2 en 63 μm heet silt en bestaat hoofdzakelijk uit kwarts, waar ook zand uit is opgebouwd. Silt is onderverdeeld in twee fracties: het sloefdeel (2-16 μm) en het lössdeel (16-63 μm). De fractie <63 μm wordt leem genoemd en speelt een rol bij het vochthoudend vermogen van de bodem. De fractie 63-250 μm wordt getypeerd als fijn zand, onderverdeeld in uiterst fijn zand (63-106 μm), zeer fijn zand (106-180 μm) en matig fijn zand (180-250 μm). De fractie 250-2000 μm is grof zand, onderverdeeld in matig grof zand (250-500 μm) en zeer grof zand (500-2000 μm). (Tabel 2). Al deze fracties spelen een specifieke rol in de eigenschappen en processen van de bodem en de verhouding geeft een beeld van de hydrodynamische condities ter plaatse.

Tabel 2. *Klassenindeling minerale fracties.*

Korrelgroottefractie	Benaming
$\leq 2 \mu\text{m}$	Lutum
2 – 16 μm	Sloef
16 – 63 μm	Löss
2 – 63 μm	Silt
63 – 106 μm	Uiterst fijn zand
106 – 180 μm	Zeer fijn zand
180 – 250 μm	Matig fijn zand
250 – 500 μm	Matig grof zand

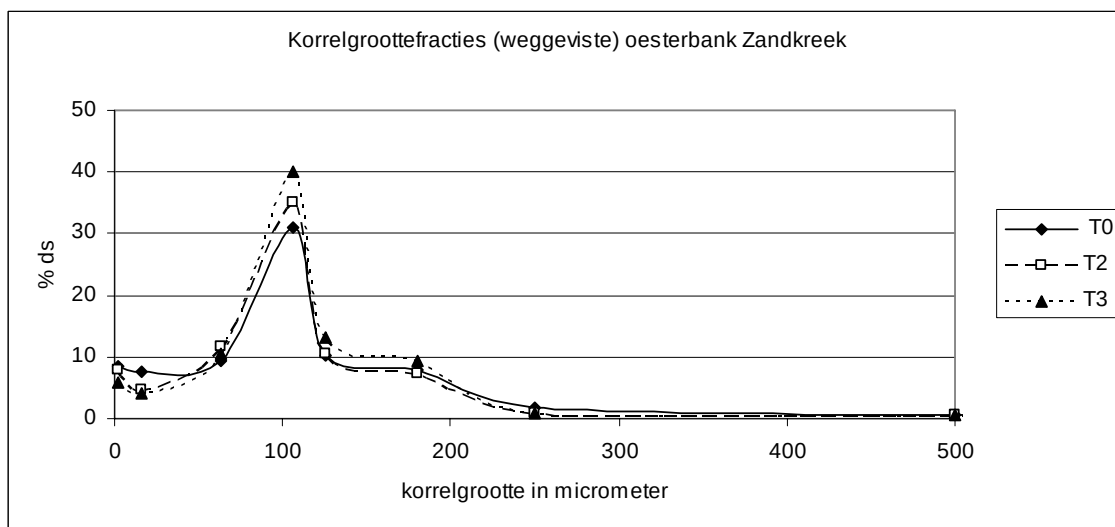
5.1.2 Resultaten

Op T_0 , T_2 en T_3 is van de referentie, de oesterbank (alleen T_0) en op T_2 en T_3 de weggeviste oesterbank een sedimentmonster genomen en geanalyseerd. In onderstaande figuren zijn de analyses weergegeven. Er is gewerkt met grootteklassen zoals weergegeven in Tabel 2. Op de x-as wordt de bovengrens van de klasse aangegeven. Bijvoorbeeld 63 μm geeft de gewichtsfractie aan (in percentage droge stof) van het sediment met een korrelgrootte tussen de 16 en 63 μm .



Figuur 15. Korrelgrootteanalyse op de referentielocatie in de Zandkreek

De referentie in de Zandkreek (Figuur 15) is een schoolvoorbeeld van een fijnzandig monster, vrijwel geen slib en tussen 63 en 250 μm ligt het grootste deel van de minerale delen (fijn zand dus). Op T_0 is het sediment iets grover van structuur dan op T_2 en T_3 . Deze laatste zijn vrijwel identiek.

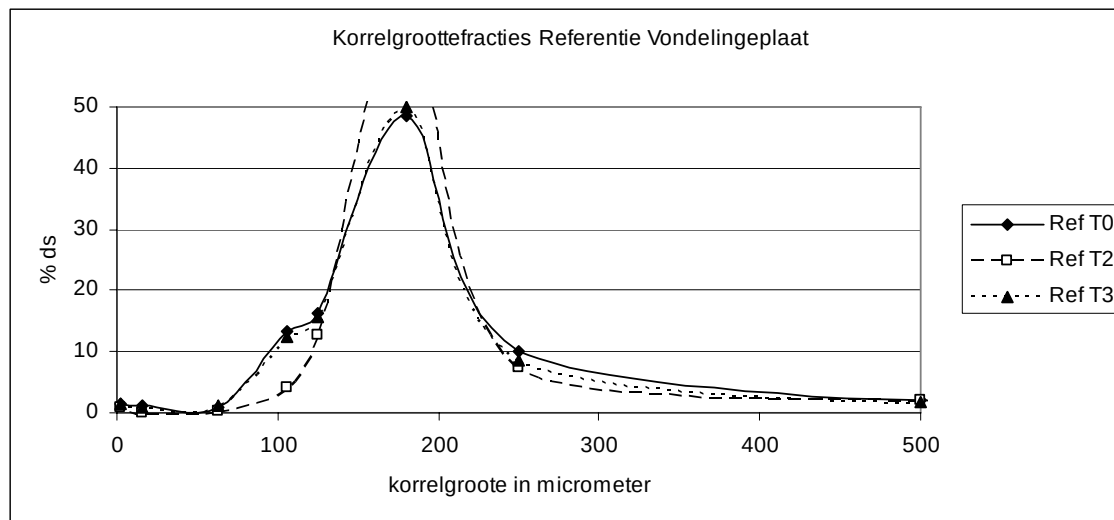


Figuur 16. Korrelgroottefracties op de (weggeviste) oesterbank in de zandkreek.

Op de oesterbank is de sedimentkarakteristiek duidelijk verschillend van de referentie (Figuur 16). Het sediment bestaat duidelijk uit fijner materiaal (uiterst- en zeer fijn zand) dan het sediment op de referentielocatie, ook na het wegvissen van de oesters. Het slibgehalte van bijna 10% en een fijne zandfractie die grotendeels tussen 63 en 106 μm ligt geven een duidelijk onderscheid. Na de bevissing blijft deze verdeling heel duidelijk bestaan, maar laten de opeenvolgende bemonsteringen een lichte in de tijd verlopende daling van het slibgehalte zien en een lichte stijging van de zandfractie.

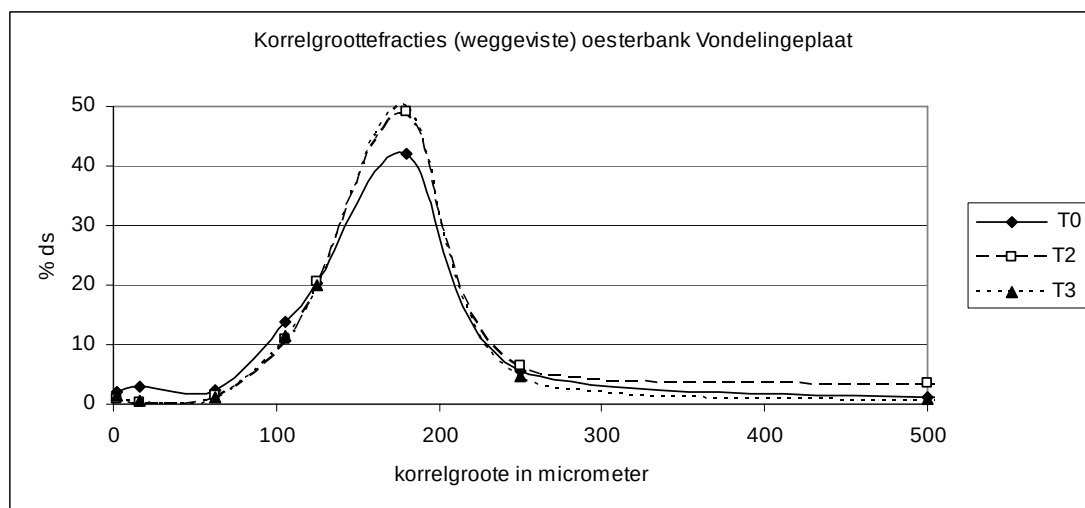
Er kan worden geconcludeerd dat het wegvissen van Japanse oesterbanken in de Zandkreek een slechts een zeer lichte verschuiving in sedimentsamenstelling laat zien, aangezien de oesters hier effectief zijn weggevisst. De

sedimentsamenstelling lijkt hier meer bepaald te worden door de beschutte geografische ligging van het gebied, dan door de morfologie van de oesterbank.



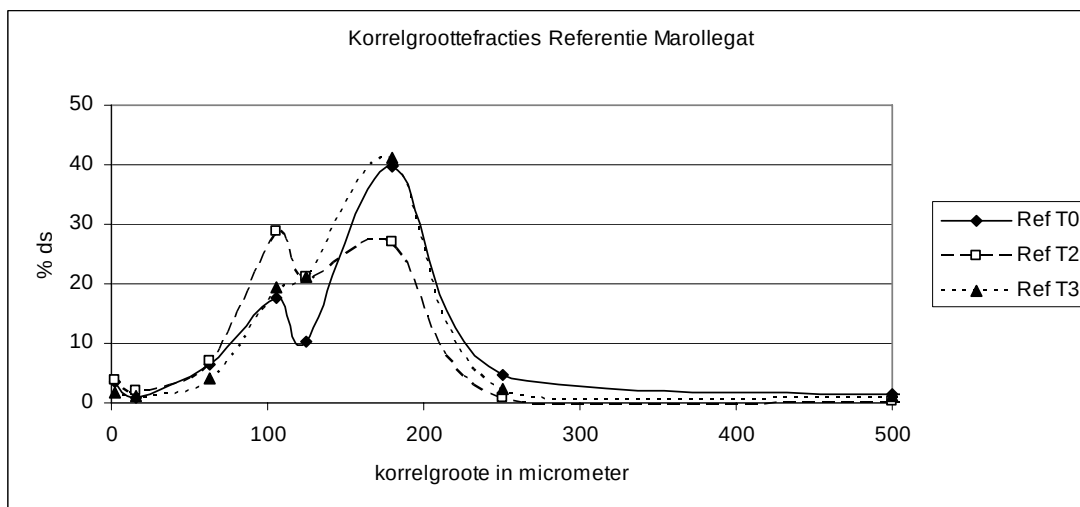
Figuur 17. Korrelgrootteanalyse op de referentielocatie van de Vondelingsplaat.

Ook de referentie op de Vondelingsplaat vertoont een duidelijke zandcurve (Figuur 17). Het sediment is grover van structuur dan de Zandkreek. De T_0 en T_3 zijn vrijwel identiek, op T_2 bevat het sediment wat minder van de zeer fijne zand fractie. Voor de karakteristiek maakt dit verder niet uit, de typering blijft slibarm fijn zand.



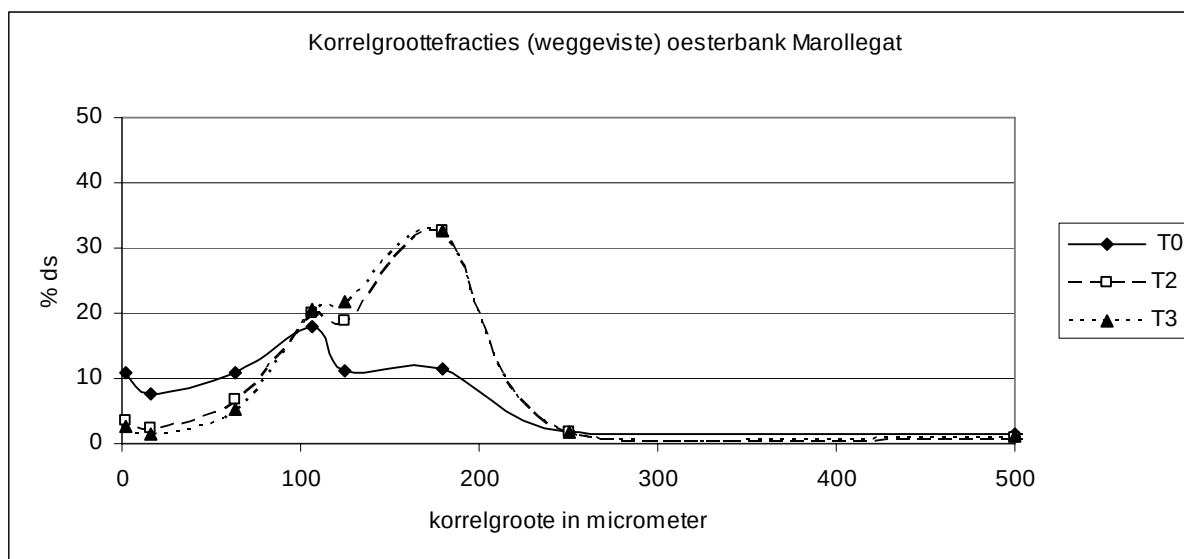
Figuur 18. Korrelgrootteanalyse op de (weggeviste) oesterbank van de Vondelingsplaat.

De korrelgrootte verdeling op de proeflocatie Vondelingsplaat (Figuur 18) komt sterk overeen met de verdeling op de referentie (Figuur 17). Op de voormalige oesterbank van de Vondelingsplaat blijft het sediment zeer zandig. Na de bevissing is het slibgehalte iets lager geworden, de groottefractie van de zanddeeltjes is niet verschoven. Aangezien op het beviste deel van de Vondelingsplaat nog grote oesterpakketten (vooral lege schelpen) liggen is de morfologie van het gebied niet veel veranderd.



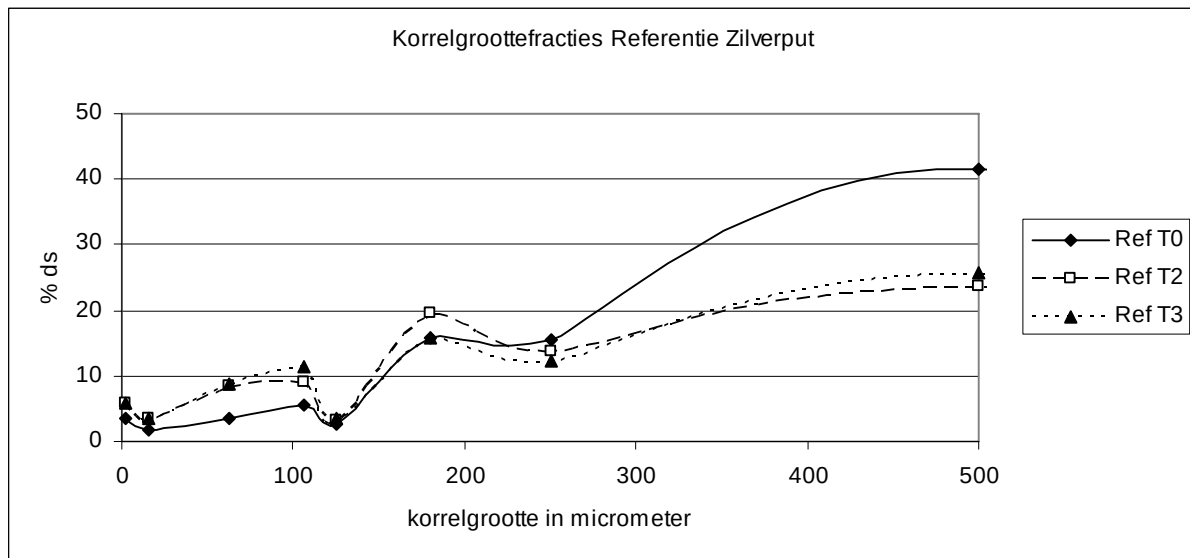
Figuur 19. Kornelgrootteanalyse op de referentielocatie van het Marollegat.

Het sediment op de referentie van het Marollegat vertoont een verlopende tweetoppige verdeling op T_0 en T_2 (Figuur 19). Op T_3 is deze verschoven naar een ééntoppige verdeling van de zandige fracties. Er is lutum aanwezig, maar weinig silt. Binnen de fijn zandfractie (63-250 μm) treden verschuivingen op.



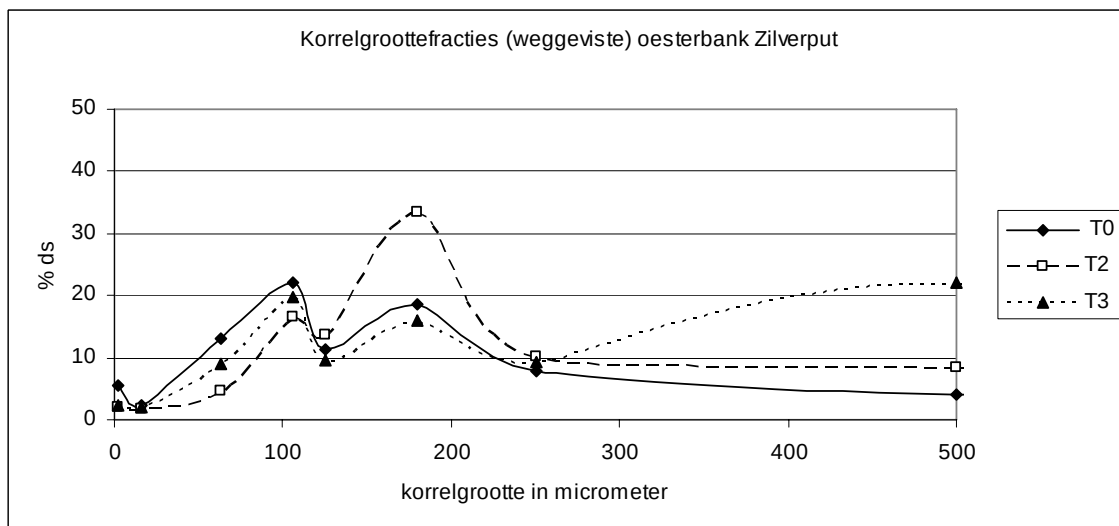
Figuur 20. Kornelgrootteanalyse op de (weggeviste) oesterbank van het Marollegat.

De oesterbank bij het Marollegat heeft op T_0 duidelijk een hogere leemfractie (<63 μm) dan op T_2 en T_3 (Figuur 20). De zandfractie vertoont twee toppen, die na wegvissen vrijwel verdwijnt waarbij de fractie tussen 125 en 180 μm duidelijk is toegenomen. Bij het Marollegat is er bij de fijnste fracties een verandering in sediment samenstelling na het wegvissen waar te nemen en gaat de sediment karakteristiek meer op de (enigszins variabele) referentie lijken.



Figuur 21. Korrelgrootteanalyse op de referentielocatie van de Zilverput.

De karakteristiek van de referentie van de Zilverput vertoont een redelijk gehalte lutum, weinig slib, redelijk silt en fijn zand en een flinke fractie grof zand (Figuur 21). De fractie 500-2000 µm (niet afgebeeld) is minder dan 1%, wat aangeeft dat de grove zandfractie daadwerkelijk uit zanddeeltjes bestaat en niet uit uiteengevallen schelpenmateriaal. Door de meertoppigheid is de Zilverput te omschrijven als een locatie met hoge dynamiek die mogelijk het gevolg is van de diverse visserij activiteiten.



Figuur 22. Korrelgrootteanalyse op de (weggeviste) oesterbank van de Zilverput.

De (weggeviste) oesterbank in de Zilverput bevat weinig slib, een flinke fijn zandige fractie en in mindere mate een grofzandige fractie (Figuur 22). Op T_0 is het lutumgehalte hoger dan op T_2 en T_3 . Op T_3 is dit verschoven naar een groter aandeel voor de grove zandfractie. Ondanks de dynamiek die deze locatie kennelijk kenmerkt is er een lichte daling van het slibgehalte na wegvisserij te zien en een toename van de (groeve) zandfractie in de tijd. Op T_3 begint de sedimentsamenstelling van de voormalige oesterbank veel op die van de referentie te lijken.

5.2 Bodemdieren

5.2.1 *Methodiek*

Bij iedere locatie is een monster genomen van de bodemfauna door een cirkelvormig oppervlak met een doorsnede van 20 centimeter ($0,03 \text{ m}^2$) te nemen van ca. 10 cm, diep. Dit is in het veld gezeefd over 1 mm, waarna het werd gefixeerd met 4% gebufferde formaline. In het laboratorium is elk monster vervolgens schoongespoeld over 3 mm, uitgezocht en gedetermineerd tot op soort (waar mogelijk). Per deelmonster zijn de aantallen bepaald waarmee de clusteranalyse is uitgevoerd.

De clusteranalyse is uitgevoerd met logaritmisches getransformeerde data. De formule voor de transformatie is gegeven in de Kluijver (1997). Verder is een combinatie gebruikt van de Bray-Curtis coëfficiënt en de 'average-linkage' methode. Na clustering is een inverse analyse uitgevoerd om de structuur van de bodemgemeenschappen zichtbaar te maken. Omdat de clusteranalyse met kwantitatieve data is uitgevoerd, is ook biodiversiteit met een index berekend die geschikt is voor kwantitatieve data.

$$H' = \sum_{i=1}^s (p_i \cdot \ln p_i)$$

waarin: H' = Shannon's diversiteit index

p_i = aandeel van soort i in de gemeenschap

s = aantal soorten

H' combineert het voorkomen van individuele soorten in verhouding met het voorkomen van alle aanwezige soorten.

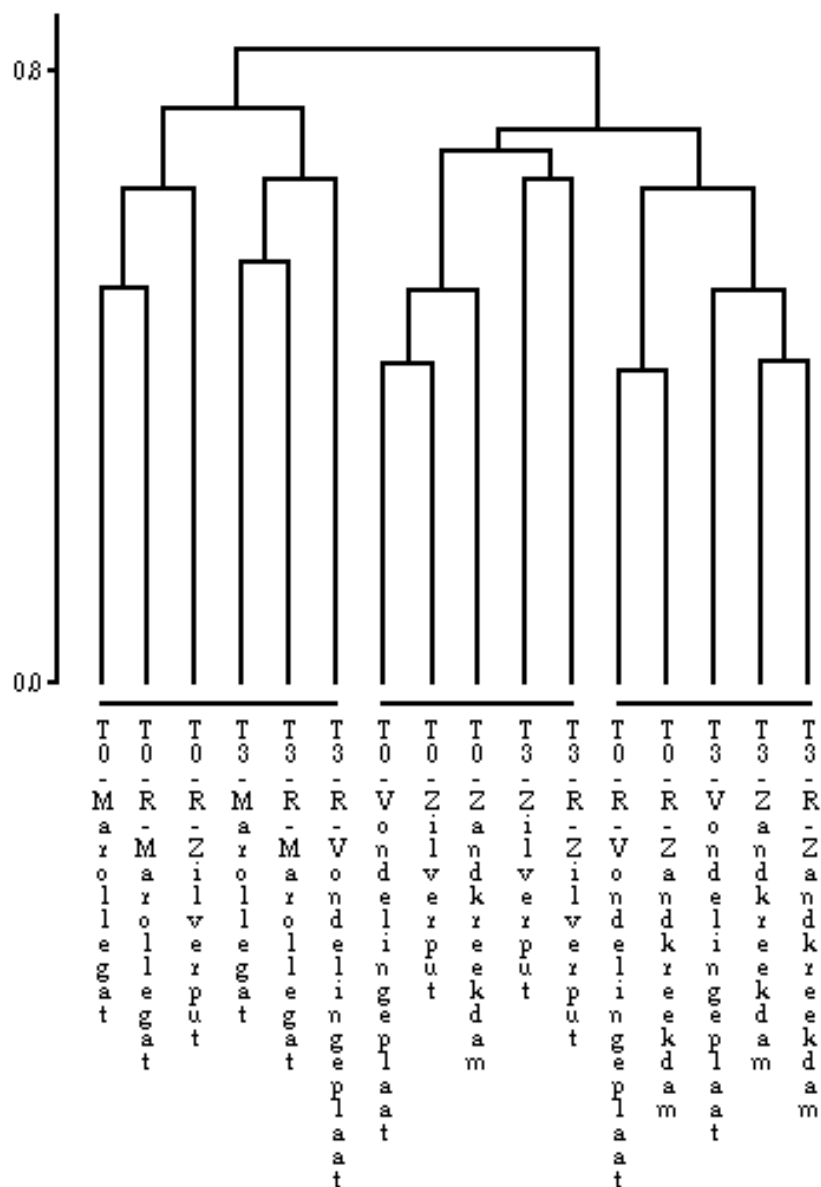
De evenness (J') geeft aan hoe gelijkelijk de bijdrage is van de individuele soorten aan de totale gemeenschapstructuur.

$$J' = \frac{H'}{H'_{\max}} = \frac{H'}{\ln(s)}$$

In afwijkende of extreme situaties zullen zowel de diversiteit als de evenness laag zijn.

5.2.2 *Resultaten*

In onderstaand dendrogram staat het resultaat van de clusteranalyse van het bodemleven op de (weggeviste) oesterbanken en referentiegebieden op T_0 en T_3 . Op de T_0 zijn de oesterbanken intact, op T_3 zijn bijna een jaar na bevissing op dezelfde plaats monsters genomen en worden deze locaties aangeduid als weggeviste oesterbanken. Op de verticale as staat de dissimilariteit (mate van ongelijkheid) vermeld op een schaal van 0 tot 1. Bij 0 zijn de gemeenschappen identiek, bij 1 zijn ze totaal verschillend.



Figuur 23. Dendrogram van (weggeviste) oesterbanken en referenties op verschillende locaties

Uit de clusteranalyse komt een onderscheid in 3 groepen naar voren.

De meest linkse groep bestaat grotendeels uit de bemonsteringen uit het Marollegat en verschillen sterk van de locaties uit het getijdengebied in het middengebied van de Oosterschelde. De T_0 en T_3 van de proeflocatie Marollegat en bijbehorende referentie zijn nauwelijks veranderd. Referentie en proeflocatie voor én na wegvissen zijn dus niet verschillend. De referenties van T_0 Zilverput en T_3 Vondelingsplaat lijken qua bodemdiergemeenschap op de locaties in het Marollegat.

De tweede afgeleide cluster bestaat uit 2 groepen. In de linkse (middelste) groep bevinden zich de resterende locaties van de Zilverput (T_0 en T_3). T_3 Zilverput referentie en proeflocatie lijken veel op elkaar, evenals T_0 proeflocatie. De referentie van Zilverput T_0 wijkt hier dus opvallend van af. In deze groep bevinden zich tevens de T_0 – metingen op de proeflocaties in de getijdengebieden Zandkreek en Vondelingsplaat.

De referenties T_0 van deze gebieden bevinden zich in de derde groep. Op T_0 bestaat er dus een duidelijk verschil in bodemleven tussen de proeflocaties en de referenties in de getijdengebieden. Na het wegvissen van de oesterbanken (T_3) in het getijdengebied blijkt het bodemleven op een grote gelijkheid te vertonen met de bijbehorende referenties. Alleen het referentiegebied op de Vondelingsplaat (T_3) wijkt hiervan af. Mogelijk een gevolg van restanten oesterbank bestaande uit lege schelpen.

De inverse analyse (De Kluijver 1997) geeft de structuur van de bodemdiergemeenschappen over de clustergroepen weer. De omkaderde groepen van soorten geven aan of ze in een gemeenschap voorkomen, of dat ze beperkt zijn in een (selecte) groep van gemeenschappen. Onderstreepte getallen per soort maken (van groot naar klein) voor 90% deel uit van het cumulatieve voorkomen van die soort in de gemeenschappen. Hierop is de indeling van de tabel gebaseerd. De oligochaet *Tubificoides benedii* bijvoorbeeld, komt op gemeenschapsniveau uitsluitend voor in de tweede en derde afgeleide gemeenschap. Vetgedrukte getallen geven aan of een soort algemeen (in meer dan 2/3 van de opnamen) voorkomt binnen de locatie. Indien soorten slechts tot 1 levensgemeenschap beperkt zijn worden deze karakteristiek genoemd.

Tabel 3. Geordende tabel van bodemleven op oesterbanken en nabijgelegen referenties, dat gezeefd is over 3 mm (dichtheid in aantallen / hap)

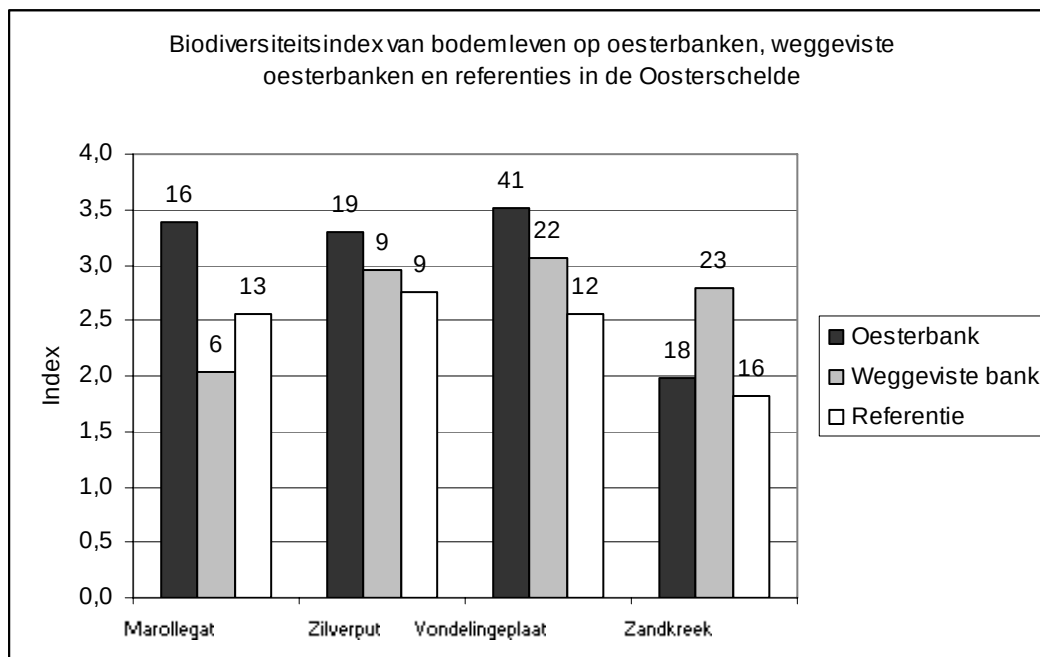
	T0-M	T0-R-M	T0-R-Zi	T3-M	T3-R-M	T3-R-V	T0-V	T0-Zi	T0-Za	T3-Zi	T3-R-Zi	T0-R-V	T0-R-Za	T3-V	T3-Za	T3-R-Za
Crepidula fornicata	<u>2,6</u>	0,6	0,2		<u>9,2</u>		<u>2,4</u>	<u>3,6</u>			0,2			0,2		
Nephtys hombergii	<u>1,8</u>	<u>4,8</u>	<u>0,8</u>	<u>1,6</u>	<u>6,4</u>	0,4	0,2	0,2		0,4		<u>2,0</u>	0,2	0,4		<u>0,6</u>
Athanas nitescens	<u>3,0</u>						0,4	<u>1,4</u>								
Microdeutopus gryllotalpa	<u>2,4</u>				0,4		<u>4,4</u>	<u>2,0</u>	0,4						<u>0,4</u>	
Hemigrapsus takanoi	<u>1,2</u>				0,2		<u>13,6</u>	<u>1,8</u>	<u>21,0</u>	0,6	1,0		0,2	0,2	1,2	0,4
Harmothoe	<u>0,8</u>	<u>0,8</u>					<u>1,4</u>	<u>0,6</u>	<u>0,4</u>	0,2						
Neoamphitrite figulus	<u>0,6</u>	<u>0,2</u>	<u>0,2</u>				<u>0,2</u>	0,2	<u>1,0</u>							
Ophiothrix fragilis	<u>0,4</u>						<u>0,2</u>									
Eteone longa	<u>0,4</u>	<u>1,2</u>	0,2				<u>0,2</u>								<u>0,4</u>	<u>1,2</u>
GAMMAROIDEA	<u>0,2</u>													<u>0,2</u>	<u>0,6</u>	
Carcinus maenas	<u>0,2</u>						<u>0,2</u>	<u>0,6</u>		<u>0,2</u>					<u>0,2</u>	
Scoloplos armiger	0,2	<u>1,4</u>		<u>0,4</u>	<u>1,6</u>	<u>1,2</u>						<u>1,0</u>	0,4	<u>0,4</u>		<u>2,2</u>
Boccardiella ligierica			<u>0,2</u>				<u>0,4</u>							<u>0,2</u>		
Nephtys				<u>0,4</u>	0,2	<u>0,6</u>										<u>1,6</u>
Mya arenaria					<u>0,4</u>										<u>0,2</u>	
Sagartia troglodytes					<u>0,2</u>						<u>0,2</u>			<u>0,4</u>		
Urothoe poseidonis						<u>0,8</u>										<u>1,0</u>
Cerastoderma edule						<u>0,8</u>						0,2	<u>0,6</u>		<u>0,4</u>	<u>3,0</u>
Malmgrenia marphysae						<u>0,6</u>								<u>0,2</u>		
Pygospio elegans						<u>0,4</u>						0,2	<u>0,4</u>	<u>0,4</u>		<u>0,6</u>
Notomastus latericeus	<u>0,6</u>	<u>0,4</u>														
Thoralus cranchii	<u>0,4</u>															
Hippolyte varians	<u>0,2</u>															
Lanice conchilega		<u>7,2</u>			<u>3,4</u>	<u>10,0</u>	0,2	0,2			0,2			0,8		
Abra alba		<u>0,4</u>														
Ampelisca brevicornis		<u>0,2</u>			<u>0,2</u>											
AMPHIPODA		<u>0,2</u>														
Diadumene cincta			<u>0,2</u>													
Chironomus salinarius			<u>0,2</u>													
Abra nitida				<u>0,2</u>	<u>0,4</u>											
Ensis americanus				<u>0,2</u>	<u>0,4</u>											
Glycera alba				<u>0,2</u>		<u>0,2</u>										
Polynoidae					<u>0,4</u>											
Eumida sanguinea						<u>1,4</u>										
Spio martinensis						<u>0,4</u>										
Spio goniocephala						<u>0,2</u>										
Tubificoides benedii							<u>34,6</u>	<u>2,8</u>	<u>17,8</u>		0,2	0,2	<u>6,8</u>	<u>12,6</u>	<u>32,2</u>	<u>48,8</u>
Tubificoides pseudogaster							<u>11,0</u>	<u>1,6</u>	0,4	<u>0,4</u>	0,2		0,2	<u>4,0</u>	2,0	<u>8,4</u>
Capitella capitata	0,2					0,4	<u>4,2</u>	<u>6,4</u>	0,6	0,2				<u>8,8</u>	<u>4,6</u>	<u>4,0</u>
Tubificidae zonder haarborstels							<u>2,6</u>							<u>0,8</u>	0,2	<u>1,8</u>
Aphelochaeta marioni						0,2	<u>2,2</u>			0,8	0,2	0,2		1,4	<u>23,2</u>	<u>15,4</u>
Streblospio benedicti		0,4					<u>1,0</u>	0,8			0,4	0,4		<u>2,4</u>	<u>13,0</u>	<u>2,0</u>
Nereis diversicolor							<u>1,0</u>	0,2	0,4		0,2				<u>12,2</u>	
Phyllodoce maculata							<u>0,4</u>	<u>0,4</u>	<u>0,6</u>					<u>3,8</u>	0,2	
NATANTIA							<u>0,2</u>								<u>0,2</u>	
Balanus improvisus					0,8		<u>16,0</u>	0,2	0,4							
Gammarus locusta							<u>2,2</u>	<u>8,8</u>							0,4	
Polydora							<u>2,2</u>		<u>0,6</u>							
Mytilus edulis							<u>1,2</u>									
Phyllodoceidae							<u>1,0</u>		<u>0,2</u>							
Pholoe minuta							<u>0,8</u>									
Nereis							<u>0,6</u>			<u>0,2</u>						
BRACHYURA							<u>0,4</u>									
Harmothoe imbricata							<u>0,4</u>		<u>0,4</u>							
Kefersteinia cirrata							<u>0,4</u>									
PORIFERA							<u>0,4</u>									
Gammarus							<u>0,2</u>									
Monocorophium							<u>0,2</u>	<u>0,2</u>								
Palaemon elegans							<u>0,2</u>									
Mytilus							<u>0,2</u>									
Eteone							<u>0,2</u>									
Eulalia viridis cf							<u>0,2</u>									
Ficopomatus enigmaticus							<u>0,2</u>									
Lepidonotus squamatus							<u>0,2</u>		<u>0,2</u>							
Molgula							<u>0,2</u>									
Palaemon adspersus								<u>0,4</u>								
CNIDARIA									<u>0,2</u>							
Ampharetidae									<u>0,2</u>							
Sthenelais boa									<u>0,2</u>							
Terebellidae									<u>0,2</u>							
Mysella bidentata										<u>0,2</u>						
Crangon crangon											<u>0,2</u>					
Macoma balthica												<u>0,2</u>	<u>0,2</u>		<u>0,2</u>	<u>0,4</u>
Scrobicularia plana													<u>0,2</u>			<u>0,4</u>
Ensis												<u>0,2</u>				
Nephtys cirrosa														<u>0,2</u>	<u>0,2</u>	<u>0,4</u>
Lepidochitona cinerea														<u>0,8</u>		
Arenicola marina														<u>0,2</u>		
Gattyana cirrosa														<u>0,2</u>		
Spiophanes bombyx														<u>0,2</u>		
Corophium															<u>0,2</u>	<u>0,2</u>
Polydora cornuta															<u>7,4</u>	0,4
Abludomelita obtusata															<u>0,2</u>	
Marionina															<u>0,2</u>	
Peringia ulvae												0,2	<u>8,8</u>			<u>164,0</u>
Cerastoderma																<u>0,2</u>

Het onderscheid tussen de eerste clustergroep, waartoe alle locaties in het Marollegat behoren, en de twee andere groepen ligt vooral in het voorkomen van een kreeftachtige (*Ampelisca*), drie soorten schelpdieren (2 dunschalen en de Amerikaanse zwaardschede) en 3 soorten wormen die binnen deze groep op meerdere locaties voorkomen.

Soorten die hier niet voorkomen, maar wel in de andere twee groepen zijn 2 soorten oligochaeten (kleine wormachtigen) en 5 soorten wormen (waaronder de Zeeduizendpoot (*N. diversicolor*). Binnen deze twee groepen, die meer op elkaar lijken dan op de eerste groep, ligt het onderscheid bij 4 soorten kreeftachtigen en 4 soorten wormen bij de tweede (middelste) groep, tegenover 2 soorten gastropoden (het Nonnetje en het Wadslakje) en 4 soorten wormen in de derde groep.

Een duidelijke verdeling in bijv. schelpdieren, wormen en garnaalachtigen naar levensgemeenschapsgroep is niet duidelijk te geven, evenals een duidelijk soortonderscheid tussen proeflocaties en referenties. Alleen tussen de oesterbank in het getijdengebied in de Zandkreek en Vondelingsplaat en de later weggeveste oesterbank en de referenties vertoont een (klein) onderscheid in soorten (het verschil tussen groep 2 en 3).

Er is verder een onderscheid in biodiversiteit waar te nemen met behulp van de Shannon's index. In onderstaande figuur is dit weergegeven, met boven de balken het aantal aangetroffen soorten per locatie. De oesterbank is op T_0 bemonsterd, de weggeveste bank op T_3 . De waarden voor de referentie zijn op T_0 en T_3 bepaald en zijn gemiddeld weergegeven. Ondanks de tijdverschillen is er een onderscheid te maken.

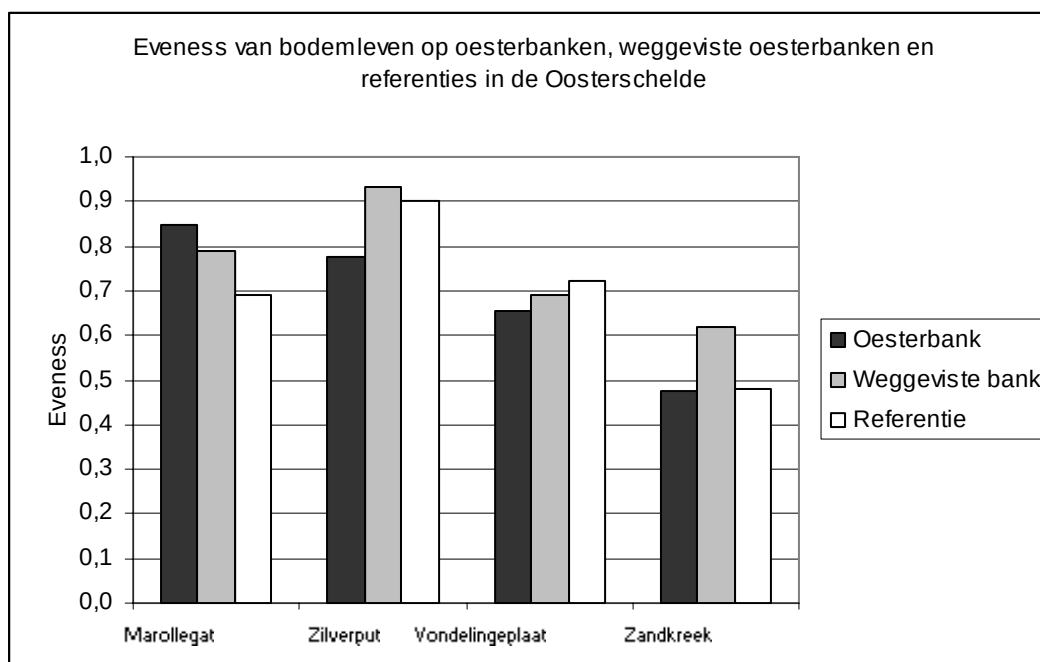


Figuur 24. Diversiteitsindex (y-as) en soortenrijkdom (getallen boven de balken) op de proeflocaties en referenties in de Oosterschelde.

Op de oesterbanken worden hogere waarden voor de biodiversiteitsindex gevonden dan in de referentiegebieden. Ook is het totale aantal waargenomen soorten steeds hoger op een oesterbank dan in een referentiegebied. Als de oesterbanken zijn weggevest treedt meestal een verlaging op van de index richting een waarde die bij referenties gevonden worden. Dit is ook te zien in het aantal soorten.

Het wegvissen lijkt bij op de locatie Marollegat een redelijke impact te hebben op de diversiteit en soorenrijkdom aangezien de waarden onder die van de referentie dalen. Bij de locatie Zandkreek lijkt de index en het soortenaantal na wegvissen toe te nemen.

Bij de evenness, de verdeling van soorten binnen een locatie of gemeenschap, is het beeld divers. Na wegvissen lijkt de evenness iets te stijgen, waarmee de soortverdeling iets evenwichtiger lijkt te worden en meer gaat lijken op de referenties. Het wegvissen van de oesterbank in de zandkreek heeft, net als de biodiversiteitsindex, ook voor de evenness een gunstig effect.



Figuur 25. Evenness op de proef- en referentielocaties in de Oosterschelde

5.2.3 Samenvattende conclusie van de T_0 - T_3 bemonstering:

De referenties laten bij de beide bemonsteringen een vrij consistent beeld zien, zodat voor de periode 2006-2007 (met daarin de zeer zachte winter) geconcludeerd kan worden dat er geen grote (en soms gebruikelijke) jaar op jaar fluctuaties in soorten en dichtheden zijn opgetreden. Het vergelijken van data tussen een oesterbank (T_0) en een weggeviste bank (T_3) is daardoor goed uitvoerbaar.

Het bodemleven op een oesterbank is in het algemeen soortenrijker en diverser dan in de referentiegebieden. Na het wegvissen neemt de diversiteit af in de richting van de referentiesituaties. Het lijkt er op dat de effecten van het wegvissen op het bodemleven na een kort jaar nog niet in evenwicht zijn gekomen. Grote veranderingen door het wegvissen van oesterbanken zijn niet waargenomen. De (voormalige) oesterbank en referentie in het Marollegat lijken onveranderd veel op elkaar. Dit geldt ook voor de Zilverput bij beide bemonsteringen, hoewel de referentie T_0 wel afwijkend is. Bij de getijdengebieden in de Zandkreek en Vondelingsplaat bestond wel een duidelijk onderscheid tussen een oesterbank en de referentie, na wegvissen is dit onderscheid minder. De referentie en voormalige oesterbank in de Zandkreek vertonen vrijwel een gelijke samenstelling en op basis van diversiteit en soortverdeling zelfs een verbetering. Bij de Vondelingsplaat scoort de referentie van T_3 duidelijk anders door het ontbreken van kenmerkende soorten in het getijdegebied. Mogelijk dat dit een gevolg is van de pakketten lege oesterschelpen die op de weggeviste bank zijn achtergebleven. Dit zal wellicht duidelijker worden bij de laatste bemonstering dit najaar.

6 Vogels

6.1 Aanpak.

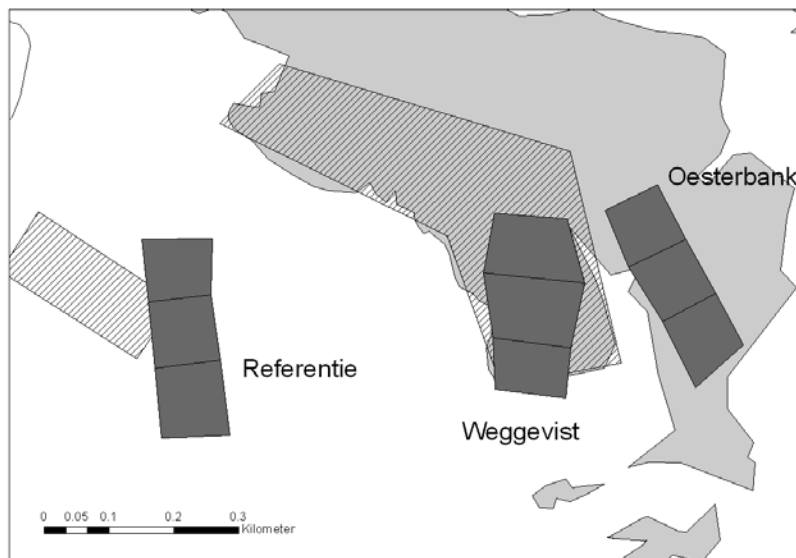
Om de rol van een oesterbank op foeragerende vogels te analyseren zijn er vogeltellingen uitgevoerd op de Vondelingsplaat en de Zandkreek. De vogeltellingen zijn uitgevoerd op de oesterbank, op het weggeviste deel van de oesterbank en in het nabijgelegen referentiegebied. De tellingen zijn uitgevoerd gedurende de droogval van de platen en oesterbanken, zodat de gehele foerageerperiode is geteld. Er is daarbij onderscheid gemaakt naar al dan niet foeragerende vogels.

De vogeltellingen zijn uitgevoerd op 25 november 2006 op de Vondelingsplaat. Op de Zandkreek kon niet de gehele droogvalduur op een dag worden geteld en is daarom verspreid over twee dagen. Op 22 november en 13 december 2006 is het telvak in de oesterbank geteld. De referentie en proeflocatie op de Zandkreek is geteld op 12 en 20 december.

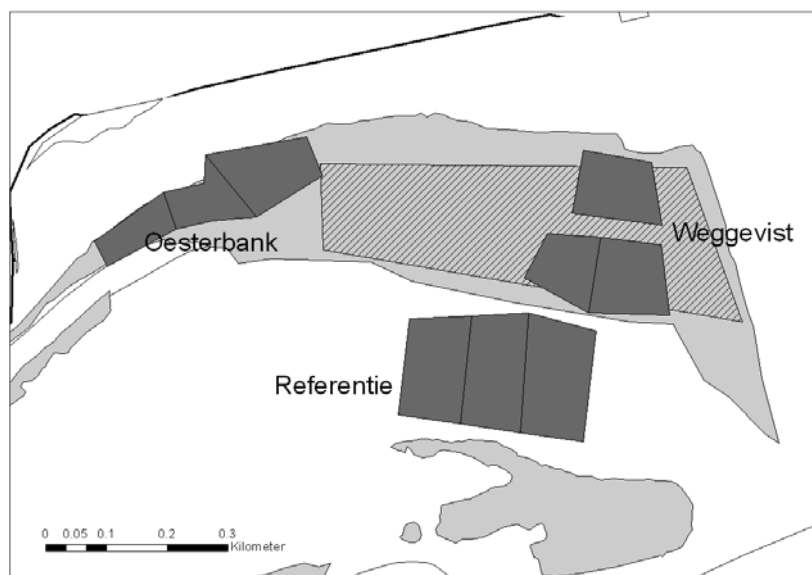
Bij de eerdere tellingen is gebleken dat het onderscheid bij het tellen en vergelijken van grote en kleine oppervlakten (c.f. de in de passende beoordeling gebruikte techniek door Baptist (2005)) mogelijk kan vertekenen. Door het tellen van grote oppervlakten referentiegebied en kleinere oppervlakten oesterbank bleek de mogelijkheid van een 'vertelling' te bestaan, d.w.z. dat op de grotere oppervlakten relatief meer vogels over het hoofd kunnen worden gezien. De aantallen vogels in de referentiegebieden werden daardoor mogelijk onderschat ten opzichte van de kleinere oesterbanken.

Daarom is voor de T_3 gekozen om de teloppervlakken van de verschillende gebieden gelijk te houden, door telvakken in te richten van ongeveer gelijke grootte (Figuur 26 en Figuur 27). Voor elk gebied zijn 3 telvakken gemaakt die om het half uur zijn geteld op de aanwezigheid van vogels.

Bij de zandkreek is geteld vanaf de kruin van de dijk, op de Vondelingsplaat is geteld vanuit een drooggevalle boot met een waarneemhoogte van 3,7 meter boven het slik. De tellingen zijn uitgevoerd in vooraf gemarkeerde vakken op de oesterbank, in het gebied van de weggeviste oesterbank en in het referentiegebied.



Figuur 26. Ligging telvakken (zwart) vogels op de locatie Vondelingsplaat. Telvakken zijn oesterbank (2.7 ha), weggevist (3.4 ha) en referentie (3.0 ha). De oorspronkelijke oesterbank is in grijs weergegeven. De proef- en referentielocatie zijn gearceerd.



Figuur 27. Ligging telvakken (zwart) vogels op de locatie Zandkreek. Telvakken zijn oesterbank (2.5 ha), weggevist (3.7 ha) en referentie (5.4 ha). De oorspronkelijke oesterbank is in grijs weergegeven. De proef- en referentielocatie zijn gearceerd. Het telvak "weggevist" is opgedeeld in twee delen. In de strook tussen deze telvakken loopt een geul die niet geheel droog komt te liggen.

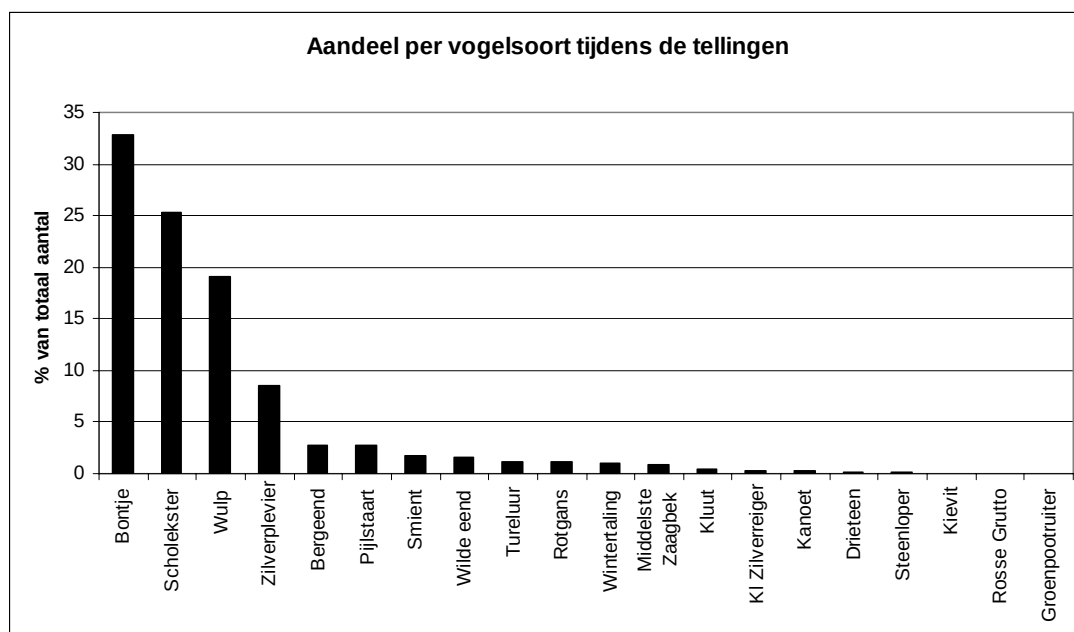
Uit de waarnemingen zijn de volgende parameters berekend:

1. het totaal aantal getelde vogels, een maat voor het voorkomen per soort [N_{tot}]
2. het totaal aantal gedeeld door het oppervlak als maat voor de presentie per soort [$N_{\text{tot}}/\text{opp}$]
3. het maximum aantal vogels per ha op één moment [$N_{\text{max}}/\text{opp}$]
4. het aantal vogelvoerageeruren per soort in het betreffende gebied ($N_{\text{somfoerageer}}/\text{opp}/\text{droogvalduur}$)

Het voorkomen geeft een beeld van de soortverhouding die aanwezig was tijdens de tellingen. De presentie geeft het meeste onderscheid tussen de vogelpopulaties in de verschillende gebieden. Het maximale aantal geeft inzicht in het totale aantal vogels (naar soort) dat aanwezig was op een bepaald moment op die dag in het betreffende gebied. Het onderscheid naar aantal foeragerende dieren is gebruikt om het aantal vogelfoerageer uren te bepalen, verder in de tekst verkort **vogeluren** genoemd. Het aantal vogeluren is een maat voor het gebruik als foerageer gebied door vogels. In dit onderzoek is het aantal vogeluren gecorrigeerd voor de oppervlakte en droogvalduur om de vergelijkbaarheid tussen de oesterbanken, de weggeviste banken en de referentiegebieden zichtbaar te kunnen maken.

6.2 Resultaten.

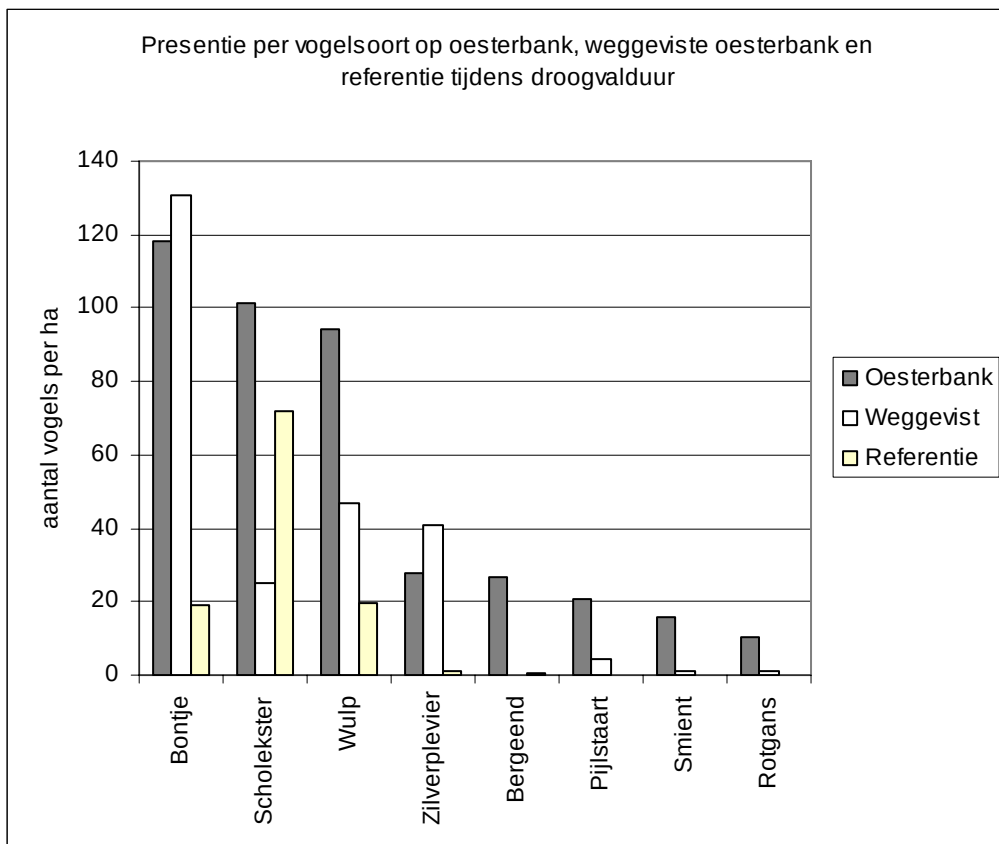
De waargenomen vogelsoorten staan in Figuur 28, als percentage van het totaal aantal getelde vogels (5156 stuks).



Figuur 28. De soortverhouding van vogels in december 2006 in het getijdengebied in Zandkreek en Vondelingsplaat.

Het Bontje, de Scholekster, de Wulp en de Zilverplevier zijn de meest dominante soorten (> 5%), gevolgd door 4 soorten eenden (2-3% in aantal). De overige soorten maken 1% of minder van het totale aantal getelde vogels uit.

Bij de presenties komt dit ook naar voren, waarbij nu een eerste onderscheid is gemaakt naar oesterbank, weggeviste oesterbank en referentiegebied)(Figuur 29 en Figuur 30).

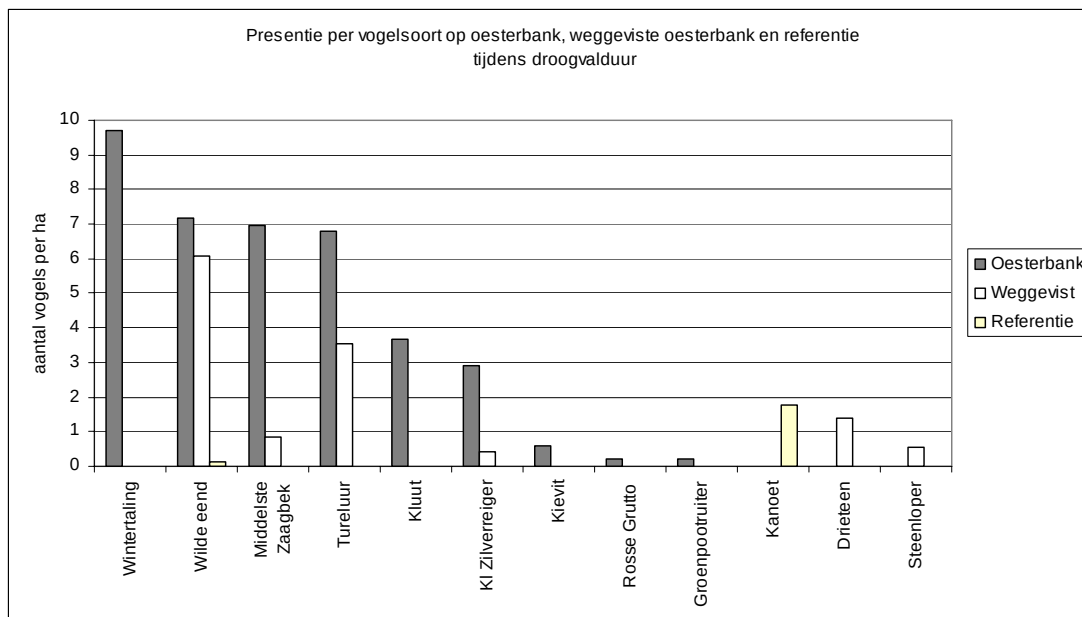


Figuur 29. Dichtheid van de algemeen voorkomende vogels in de Zandkreek en Vondelingsplaat

Voor de vier dominante vogelsoorten geldt dat de presentie op een oesterbank hoger is dan in het referentiegebied. Bontje, Wulp en Zilverplevier komen ook op de weggeviste oesterbanken meer voor dan in het referentiegebied. Voor de Scholekster is de weggeviste oesterbank kennelijk het minst interessant.

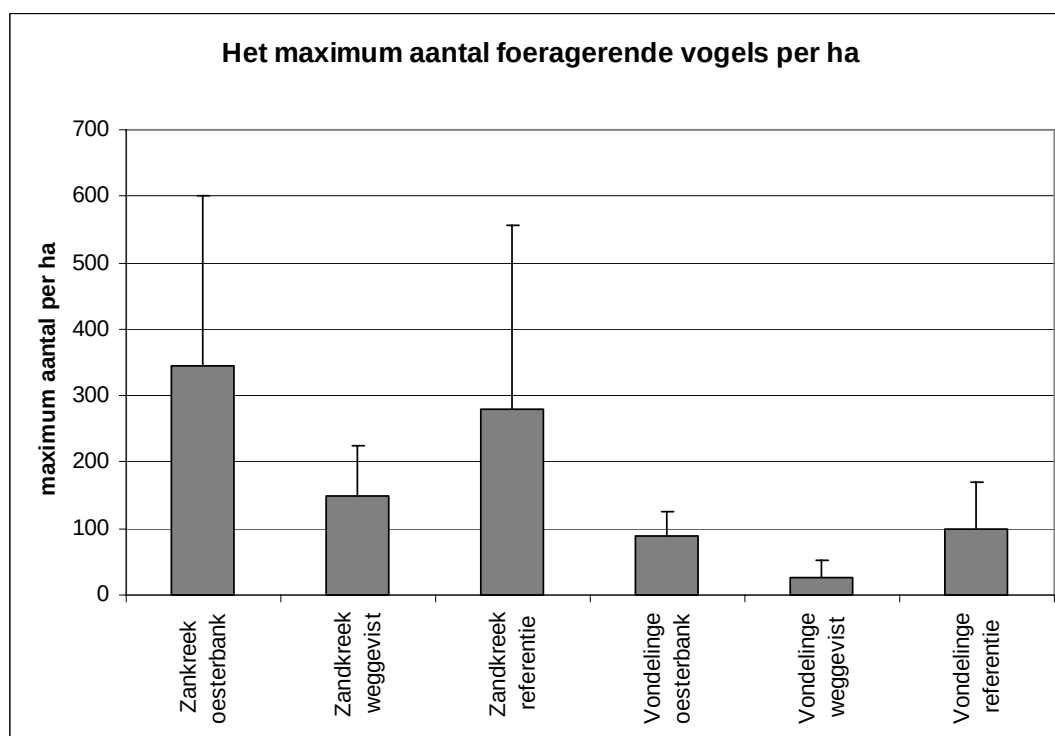
Voor de andere soorten vogels geldt dat de presentie op de oesterbank in de regel hoger is dan in het referentiegebied, met uitzondering van de Kanoet. Dit was ook het geval bij de vogeltellingen voor de bevissing (T0) (Wijsman et al. 2006). De presenties van de meeste andere soorten vogels in het referentiegebied zijn laag en duidelijk minder dan in de (weggeviste) oesterbanken.

Het aantal waargenomen soorten vogels is op een oesterbank het hoogst, met voor de Vondelingsplaat en de Zandkreek respectievelijk 9 en 15 soorten. De weggeviste delen volgen met respectievelijk 7 en 10 soorten. In de referentiegebieden zijn respectievelijk 5 en 7 soorten vogels waargenomen. De diversiteit aan vogels is op een oesterbank groter dan in de weggeviste delen en duidelijk groter dan in de referentiegebieden. De diversiteit aan soorten wordt echter voornamelijk veroorzaakt door vogels die een enkele keer worden waargenomen in de telperiode.



Figuur 30. Dichtheid van de minder algemeen voorkomende vogels in de Zandkreek en Vondelingsplaat.

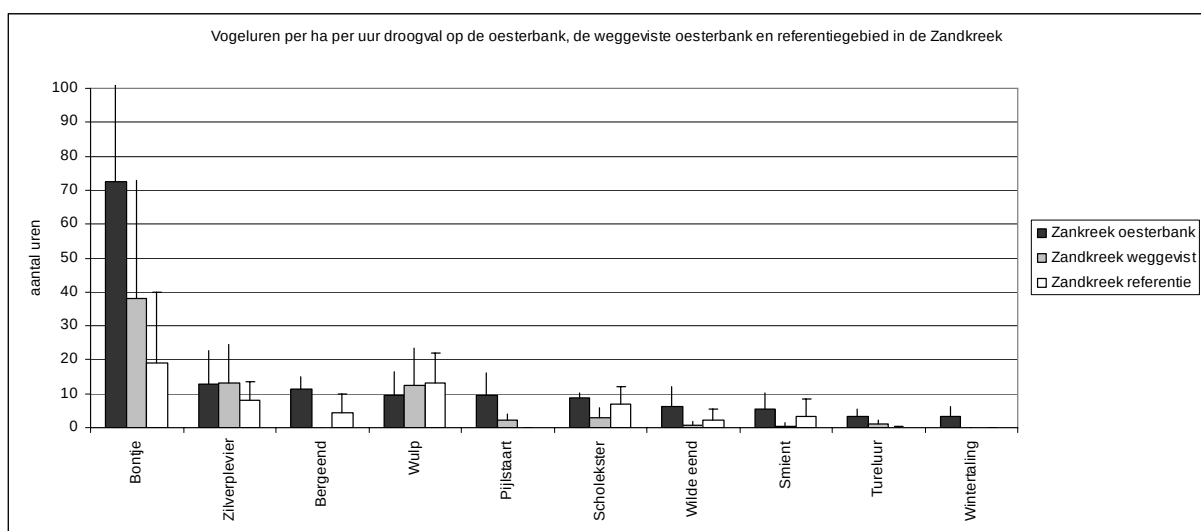
Er is een duidelijk onderscheid in presentie aanwezig tussen de twee inter-getijdengebieden, de maximum dichtheid aan vogels is in de Zandkreek duidelijk hoger dan op de Vondelingsplaat, zie Figuur 31. Vrijwel alle waargenomen vogels waren aan het foerageren, zodoende is in Figuur 31 alvast het maximum aantal foeragerende vogels opgenomen.



Figuur 31. Per vogelsoort is het maximale aantal op een moment tijdens de telperiode opgeteld

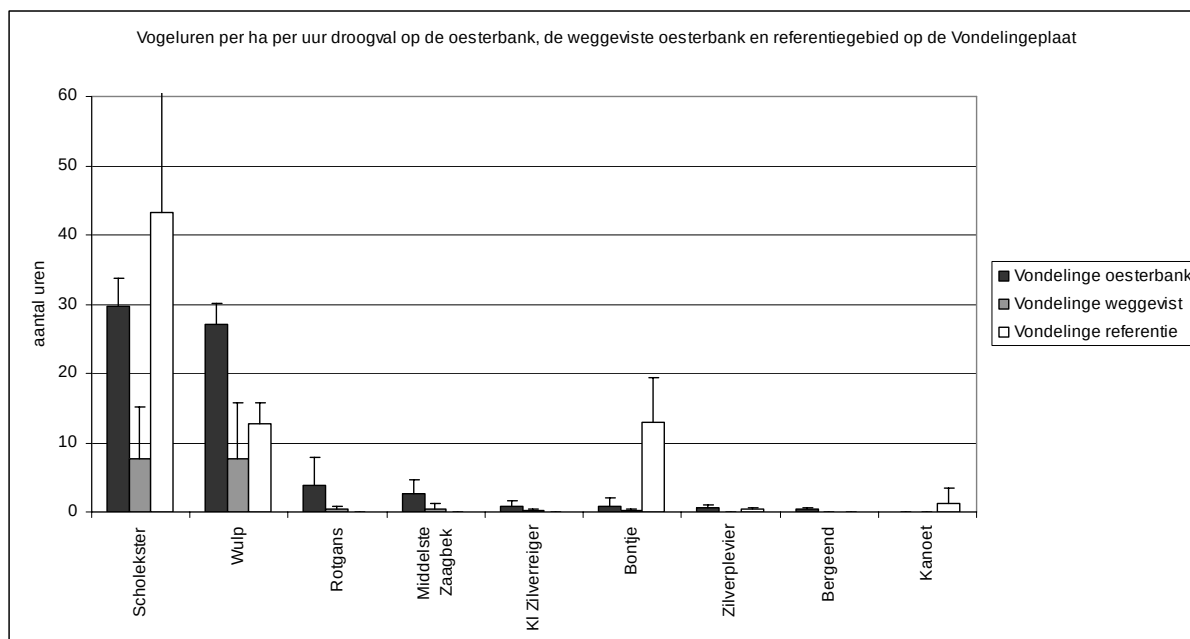
Opvallend is dat bij het onderscheid tussen oesterbank en referentie het maximum aantal vogels vergelijkbaar is, dit in tegenstelling tot wat bij de presenties naar voren komt. Het geeft aan dat (grotere) groepen vogels in korte(re) perioden dan de droogvalduur op de platen verblijven. Dit is zowel in de Zandkreek als op de Vondelingsplaat het geval. Op de weggeviste delen van de oesterbank zijn de maximale dichtheden het laagst, waarbij de Vondelingsplaat kennelijk het minst in trek is. Op basis van de maximale dichtheden is er geen duidelijk onderscheid tussen een oesterbank en de referentiegebieden.

De vogeluren zijn berekend met een correctie naar oppervlakte en droogvaltijd van het gebied. Zo kunnen de afzonderlijke gebieden gestandaardiseerd met elkaar vergeleken worden. De vogeluren zijn berekend uit de som van het aantal foeragerende vogels per soort en uitgedrukt per ha per uur droogvaltijd van het gebied (Figuur 32 en Figuur 33).



Figuur 32. Het aantal vogeluren per soort in de Zandkreek..

In de Zandkreek besteden vogels (per ha per uur) 145 vogeluren op de oesterbank, 72 vogeluren op de weggeviste oesterbank en 57 vogeluren op de referentie. Het Bontje maakt de meeste uren in de verschillende gebieden van de Zandkreek en vult het totale aantal vogeluren voor grofweg de helft in. Bij Bontje, de verschillende soorten eenden en de Tureluur is een duidelijke volgorde in voorkeur te zien van oesterbank-weggeviste oesterbank-referentiegebied. Voor Zilverplevier, Wulp en ook Scholekster ligt de voorkeur duidelijk meer verspreid over de gebieden.



Figuur 33. Het aantal vogeluren per soort op de Vondelingsplaat

Op de Vondelingsplaat besteden vogels (per ha per uur) 66 vogeluren op de oesterbank, 17 vogeluren op de weggeviste oesterbank en 70 vogeluren op de referentie. De meeste vogeluren op de Vondelingsplaat worden gemaakt door de Scholekster en de Wulp. Deze soorten besteden de minste uren op de weggeviste oesterbank. Andere soorten foerageren niet of nauwelijks op het 'weggeviste' deel. Dit deel is kennelijk minder interessant en is mogelijk een gevolg van de vele (dode) schelpen die hier nog in hoge dichtheid voorkomen. De Scholekster, het Bontje en de Kanoet vertonen een voorkeur voor de referentiedelen, aangezien ze hier de meeste vogeluren besteden.

6.3 Discussie

In de Zandkreek komen meer vogels voor dan op de Vondelingsplaat. Ook is er een verschil te zien in soorten. Dit komt tot uiting in het maximum aantal vogels en het aantal vogeluren. Zo zijn Bontje, Zilverplevier en Bergeend vooral in de Zandkreek waargenomen, terwijl Scholekster meer aanwezig is op de Vondelingsplaat.

Het voorkomen van vogels op oesterbanken, de weggeviste delen en de referenties is gedifferentieerd. Op basis van het cumulatieve maximum aantal (Vondelingsplaat plus Zandkreek samen) ligt het maximum van een oesterbank en de referentie redelijk bij elkaar met respectievelijk 435 en 378 stuks per twee ha. Op de weggeviste delen is een maximum van 175 vogels per twee ha waargenomen, grofweg de helft. Gecorrigeerd naar oppervlakte en droogvalduur worden in totaal bijna twee keer zo veel vogeluren op een oesterbank besteed (211 uur) dan op de referentie van zand en slikplaat (127 uur). In de weggeviste delen worden de minste vogeluren gemaakt (89 uur), wat mede kan komen doordat er op de Vondelingsplaat nog pakketten met dode schelpen aanwezig zijn.

Op basis van deze resultaten lijken de meeste vogels een intensiever gebruik te maken van oesterbanken dan de zand- en slikplaten, maar per soort is dit niet eenduidig. Dominante soorten zijn Bontje, Scholekster, Wulp en Zilverplevier. Bontjes maken in de Zandkreek duidelijk meer vogeluren op de oesterbank, maar op de

Vondelingsplaat maken ze deze uren vooral in de referentiegebieden. Voor de Wulp lijkt dit echter net andersom. Al met al lijken oesterbanken een grotere diversiteit aan vogels te herbergen, een gelijkwaardig maximum aantal vogels en in totaal meer vogeluren toe te laten dan een autochtone zand en slikplaat. Na enkele seizoenen lijken de weggeviste delen nog niet hersteld van de ingreep.

De telmethode met een drietal vergelijkbare telvakken binnen elk deelgebied levert een evenwichtiger beeld op van de benutting van vogels, in vergelijking met de eerder gehanteerde methode waarbij gebieden van verschillende grootte geteld zijn. Door gelijke delen op een oesterbank, de weggeviste oesterbank en in de referentiegebieden te tellen is de 'waarneemintensiteit' evenredig verdeeld. Dit voorkomt verschil in waarnemen over grote 'lege' zandvlakten en oesterbanken met veel structuur. De verschillende gebieden leveren nu een andere ordegrootte van getallen voor vooral vogeluren op dan de eerdere gehanteerde methode die over grotere gebieden telt. Bij een volgende telling heeft de methode met gelijkwaardige telvakken de voorkeur.

7 Morfologie

7.1 Aanpak:

In december 2006 heeft de meetinformatiedienst van RWS Zeeland T_3 bodemhoogtemetingen langs dezelfde profiellijnen uitgevoerd als in februari 2006 (T_0 meting, voor het wegvissen) en april 2006 (T_1 , na het wegvissen) op en naast de plots van de wegvisproef op de Vondelingsplaat en Zandkreek (Referentie rapport T_2 metingen). Bodemhoogte profielen zijn per raai vergeleken met de resultaten van de T_0 -meting en T_1 -meting. Op basis van deze profielen is een kwalitatieve analyse uitgevoerd over de morfologische ontwikkeling in het eerste half jaar na het wegvissen.

7.2 Uitwerking:

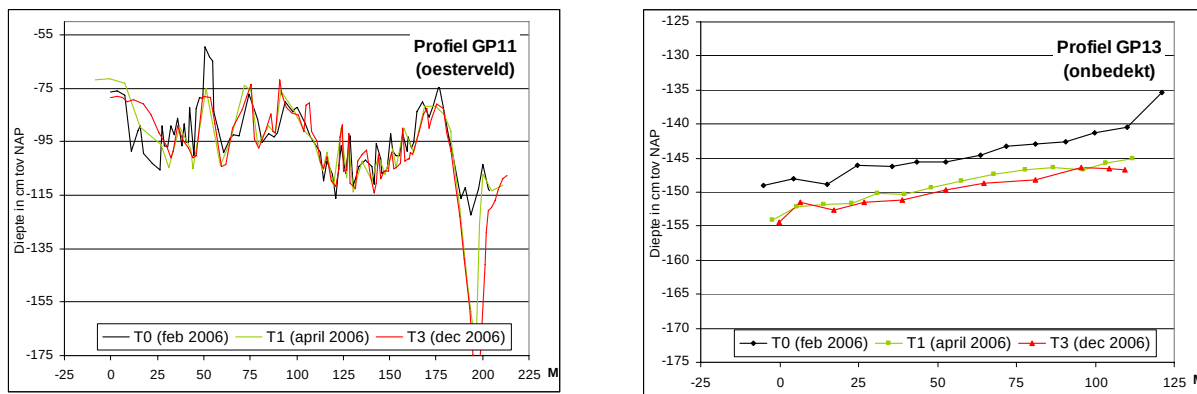
In bijlage A staan de afzonderlijke profielen weergegeven. In de onderstaande tekst worden de ontwikkeling van de bodemhoogte van twee representatieve raaien op zowel de Vondelingsplaat als de Zandkreek afzonderlijk behandeld.

7.2.1 Vondelingsplaat

In Figuur 34 wordt de ligging van de gemeten profielen op de Vondelingsplaat weergegeven. Vijf profielen liggen in de (inmiddels deels weggeviste) oesterbank en twee profielen zijn gelegen buiten de oesterbank op de referentielocatie. In Figuur 35 staan een profiel over de proeflocatie (GP11) en een profiel over een referentielocatie (GP13) zonder oesterveld. Deze twee profielen zijn representatief voor de overige metingen op de Vondelingsplaat (zie bijlage A).



Figuur 34: Proeflocatie (rode lijn), profielen (blauwe lijnen met namen) op een luchtfoto van de Vondelingsplaat uit 2005 (voor het wegvissen). De bruingroene kleuring markeert het voorkomen van de Japanse oesters.



Figuur 35: Profielen GP11 en GP13. GP11 ligt over de proeflocatie. Vestiging van de Japanse oesters heeft geleid tot een sterk relief. Het wegvissen heeft niet geleid tot erosie omdat een hard substraat van schelpresten achterbleef. GP13 ligt buiten het oesterveld over een flauw hellende zandbodem. Hier is de erosie door de zandhonger zichtbaar.

Analyse van profielen GP11 en GP13 leidt tot de volgende observaties:

- Het profiel GP13 ligt in het referentiegebied, buiten de oorspronkelijke oesterbank. Sinds het wegvissen is de bodemhoogte afgenomen van gemiddeld -1.48m in april 2006 tot -1.49m in december 2006, een afname van 1 cm in 8 maanden.
- Op GP11 is het reliëf en de hoogteligging niet wezenlijk veranderd sinds het wegvissen.

De overige profielen over de Vondelingsplaat bevestigen het beeld dat naar voren komt uit GP11 en GP13 (zie bijlage A).

Interpretatie Vondelingsplaat

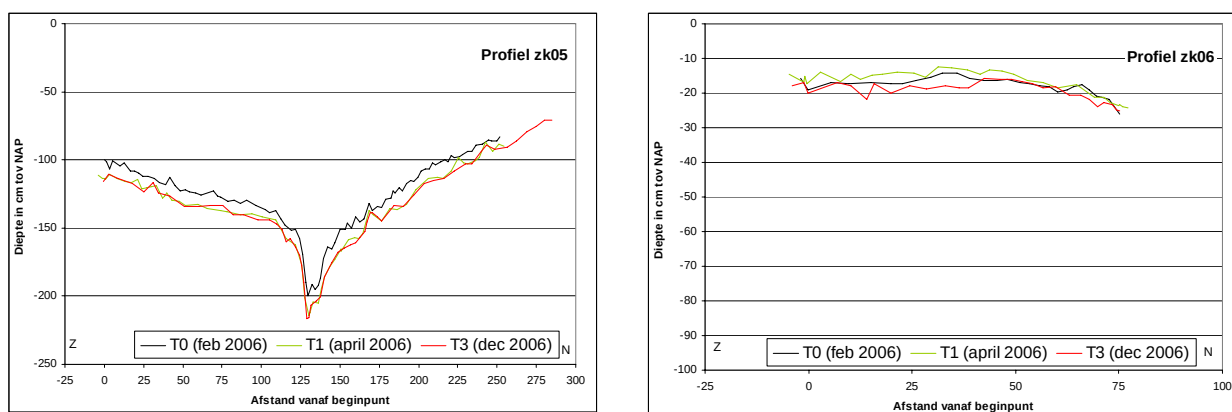
De harde laag schelpresten van het Japans oesterveld is in de 8 maanden na het wegvissen in tact gebleven. De harde laag heeft de proeflocatie beschermd tegen de erosieve kracht van de golven. Op het onbedekte deel zette de erosie als gevolg van de zandhonger zich onverminderd voort.

7.2.2 Zandkreek

In Figuur 36 wordt de ligging van de gemeten profielen op de Zandkreek weergegeven. Op de voormalige oesterbank liggen vijf profielen. Twee profielen zijn gelegen buiten de oesterbank op de referentielocatie. In Figuur 37 staan een profiel over de proeflocatie (ZK05) en een profiel over een referentielocatie (ZK06) zonder oesterveld. Deze twee profielen zijn representatief voor de overige metingen op de Zandkreek (zie bijlage A).



Figuur 36: Profielen en proeflocatie op de Zandkreek op een luchtfoto van 2005. ZK10 en ZK20 zijn deels getrokken over een zone zonder Japanse oesters. De priel in het midden van de plot kon ter plekke van ZK30 en 41 niet worden overgestoken. Deze profielen zijn gesplitst.



Figuur 37: Profielen over proeflocatie (ZK05) en over referentiegebied (ZK06)

Analyse van de profielen ZK05 en ZK06 leidt tot de volgende observaties:

- De bodemdaling die tussen de metingen voor en na het wegvissen is geconstateerd is gestopt in de navolgende 8 maanden.
- Op het referentieprofiel ZK06 is de bodemhoogte direct na het wegvissen toegenomen tot boven het T_0 niveau. In de 8 maanden volgend op T_1 is de bodemhoogte afgenomen tot onder het niveau van T_0 .

De overige profielen over de proeflocatie vertonen hetzelfde beeld als ZK05.

Interpretatie Zandkreek

De bodemdaling op de profielen op de proeflocatie van de Zandkreek is gestopt tussen april en december 2006. Na het wegvissen is op deze profielen een onbedekte en dus onbeschermd bodem achtergebleven. Dat de zandhonger in deze 8 maanden volgend op het wegvissen geen erosie heeft veroorzaakt is te wijten aan de relatief beschutte ligging van de Zandkreek en de afwezigheid van storminvloeden.

Dat de bodemdaling van de profielen op de proeflocatie na het wegvissen is gestopt is een aanwijzing dat de opgetreden erosie tussen de T_0 en T_1 is veroorzaakt door het wegvangen van de oesters. Een erosie van enkele centimeters in een periode van enkele maanden is op een beschutte locatie als de Zandkreek ongebruikelijk.

De sedimentatie tussen april 2006 en december 2006 op het referentieprofiel ZK06 is niet geconstateerd in het naastgelegen referentieprofiel ZK07 en wordt daarom als lokaal beschouwd. Wellicht is de sedimentatie het gevolg van lokale omwoeling door schroefwerking tijdens het bevissen.

Vergelijking Vondelingsplaat en Zandkreek

Op de profielen over de wegvisplots van de Vondelingsplaat en Zandkreek is tussen april en december 2006 nauwelijks erosie geconstateerd. Op de Vondelingsplaat is dit veroorzaakt door het intact blijven van de harde erosiebestendige laag oesterschelpenresten. Op de Zandkreek is geen erosiebestendige laag achtergebleven. Daar is de beschutte ligging tegen erosieve golfwerking de waarschijnlijke reden voor het uitblijven van erosie.

8 Conclusies

De conclusies tot en met de T_2 meting zijn beschreven in Wijsman et al. (2006). De hieronder beschreven conclusies hebben voornamelijk betrekking op de resultaten die zijn beschreven in onderhavige rapportage.

Het schelpmateriaal dat overblijft na het wegvissen van de oesters vormt een geschikt substraat voor nieuwe broedval. De zomer van 2006 was een goed jaar voor de broedval van oesters. Op de proeflocatie Vondelingsplaat, waar een aanzienlijke hoeveelheid schelpresten is blijven liggen, was de dichtheid aan oesterbroedjes (gevallen in de zomer van 2006) bijna drie keer zo groot als op de locatie Zandkreek. Het is te verwachten dat deze oesters zich zullen ontwikkelen tot een nieuwe oesterbank op deze locaties. Het feit dat er zich voorheen ook al een oesterbank heeft kunnen ontwikkelen geeft aan dat de omgevingscondities ter plekke gunstig zijn. De ontwikkeling naar een oesterbank kan snel gaan (3-5 jaar). Ook in de referentiegebieden is broed gevallen, vooral op de referentielocaties bij de Zandkreek en Zilverput. Of dit broed zich uiteindelijk gaat ontwikkelen tot een nieuwe oesterbank is afhankelijk van de omgevingscondities, maar het feit dat er nog geen oesterbank aanwezig is op deze locaties is een indicatie dat de omstandigheden (nog) niet optimaal zijn. Anders had er zich in eerdere jaren wellicht al wel een oesterbank gevormd.

Op de sublitorale locaties is er veel minder broed gevallen dan op de litorale locaties. Het is niet duidelijk wat de redenen hiervoor zijn. De proeflocaties Marollegat en Zilverput gat liggen op de zogenaamde vrije gronden, waar men met een vergunning vrij kan vissen op oesterbroed. Mogelijk dat de er op de locaties is gevestigd op oesterbroed.

De overleving van oesters op de stortlocaties was beter dan verwacht. Vlak na de bevissing is een deel van de oesters afgestorven en is het percentage levende oesters afgenomen van 36% (T_0) naar 17% (T_1) op de Middelpaalt en 22% (T_0) naar 10% (T_1) in het Lodijkse gat. Tussen begin mei en begin augustus is het percentage levende oesters echter weer toegenomen naar 31% (T_2) op de Middelpaalt en 13% (T_2) in het Lodijkse gat. In februari 2007 was het percentage levende oesters op de locatie Lodijkse gat weer gezakt naar 10% (T_3). De monitoring op de Middelpaalt is gestopt omdat men de oesterschelpen op de stortlocatie Middelpaalt grotendeels heeft weggevestigd met behulp van een zuigkor. De veranderingen op de stortlocatie Lodijkse gat (T_1 , T_2 en T_3) zijn niet significant. De schijnbare toename op de locatie Middelpaalt tussen de T_1 en de T_2 meting is mogelijk het gevolg van het wegspoelen van schelpresten van dode oesters vanuit de stortlocatie, maar kan ook een artefact van de bemonstering zijn doordat de knijper tijdens de T_2 minder diep in de bodem is gepenetreerd. Mogelijk zijn de oesters te veel verspreid tijdens het storten waardoor deze niet grotendeels afsterven door verstikking. Ook de oesters op de stortlocaties kunnen een geschikt substraat vormen voor nieuwe broedval.

De korrelgrootteanalyses laten zien dat elke locatie gebiedspecifieke kenmerken heeft die in de tijd vrij stabiel zijn. Sediment van referenties en oesterbanken in de Zandkreek, Marollegat en Zilverput vertonen op T_0 eigen (individuele) kenmerken. Sediment van oesterbank en referentie op de Vondelingsplaat vertonen sterke overeenkomsten en bestaan voornamelijk uit zandige sedimenten. Op de Zandkreek zijn er duidelijke verschillen in korrelgrootte verdeling tussen de proeflocatie en de referentie. Op de proeflocatie bestaat het sediment uit fijner materiaal dan op de referentie. Het wegvissen heeft weinig invloed gehad op de korrelgrootteverdelingen van zowel de Zandkreek als de Vondelingsplaat. Sediment van de voormalige oesterbank bij Marollegat en Zilverput verandert iets, en gaat meer lijken op de nabijgelegen referenties, die zelf ook enigszins variabel in de tijd zijn. De verschuivingen in korrelgrootte op de voormalige oesterbanken zijn vooral aanwezig in de siltfracties ($<63 \mu\text{m}$), die in het algemeen licht is afgenomen, en binnen de fijne zandfractie ($63-250 \mu\text{m}$), die licht zijn toegenomen. De

verschuivingen zijn klein, maar wel aanwezig. Grote, duidelijke verschillen in korrelgrootte door het wegvissen zijn niet opgetreden.

De bodemdiersamenstelling op de referentielocaties is weinig veranderd gedurende de onderzoeksperiode waardoor een vergelijking tussen een oesterbank (T_0) en een weggeviste oesterbank (T_1) tot op zekere hoogte gerechtvaardigd is. Het bodemleven op een oesterbank is in het algemeen soortenrijker en diverser dan de referentiegebieden en (in mindere mate) de weggeviste oesterbanken. Grote veranderingen in bodemdiersamenstelling als gevolg van het wegvissen van de oesterbanken zijn echter nog niet opgetreden, zeker niet in de sublitorale gebieden waar de proeflocaties grote overeenkomsten vertonen met de referentielocaties. Op de litorale gebieden Zandkreek en Vondelingsplaat is er een duidelijk verschil in bodemdiersamenstelling tussen oesterbank en referentie. Op de beschutte Zandkreek gaat de bodemdiersamenstelling van de proeflocatie meer en meer gelijkenis vertonen met de referentie. Op de Vondelingsplaat is dit als gevolg van de grote hoeveelheden schelpresten die hier nog zijn blijven liggen veel minder het geval.

De meeste vogels lijken een intensiever gebruik te maken van oesterbanken dan de zand- en slikplaten, maar per soort is dit niet eenduidig. Dominante soorten zijn Bontje, Scholekster, Wulp en Zilverplevier. Bontjes maken in de Zandkreek duidelijk meer vogeluren op de oesterbank, maar op de Vondelingsplaat maken ze deze uren vooral in de referentiegebieden. Voor de Wulp lijkt dit echter net andersom. De oesterbanken lijken een grotere diversiteit aan vogels te herbergen, een gelijkwaardig maximum aantal vogels en in totaal meer vogeluren toe te laten dan een autochtone zand en slikplaat. Na enkele seizoenen lijken de weggeviste delen, wat betreft vogels, nog niet hersteld van de ingreep. Dit kan mede het gevolg zijn van de bodemdiergemeenschap die zich in de intergetijdengebieden nog niet volledig heeft hersteld.

Op de Vondelingsplaat heeft het wegvissen van de Japanse oesters niet geleid tot een bodemdaling. Er is een laag hardsubstraat, bestaande uit schelpresten van oesters achtergebleven, waardoor het gebied beschermd is gebleven tegen de erosieve kracht van de golven. Op de referentielocatie van de Vondelingsplaat heeft de erosie als gevolg van de zandhonger zich onverminderd voortgezet. Op de proeflocatie Zandkreek heeft de erosie, die is opgetreden tijdens het wegvissen, zich niet doorgezet. Door de beschutte ligging van het proefgebied (sinds 1991 is de bodemhoogte in dit gebied toegenomen) is er geen erosie opgetreden, ondanks het verwijderen van de erosiebestendige oesterbank.

Op basis van deze tussentijdse waarnemingen kan een deel van de vragen uit de onderzoeksopdracht als volgt worden beantwoord:

Onderzoeksvraag 1:

De oesterbanken zijn effectief verwijderd met behulp van mosselkorren. De benodigde inspanning was echter aanzienlijk. Per ha oesterbank is ongeveer 20 uur inspanning vereist (vis- en lostijd). Het lossen van de opgeviste schelpen kan mogelijk efficiënter worden uitgevoerd. De kosten van het wegvissen door de mosselsector zijn geschat op €300 000 tot €320 000.

Het afsterven op de stortlocatie is minder effectief verlopen dan was voorzien. Ook het weer opvissen van de schelpen van de stortlocatie is niet eenvoudig. Door de relatief grote diepte en grote stroomsnelheden zijn er veel schelpresten “verdwenen” van de stortlocaties. Dit kan mogelijk worden verbeterd door meer geconcentreerd op diepere locaties te storten of door alternatieve methoden te gebruiken zoals het kraken van de oesters waarna de vleesresten kunnen worden weggespoeld met behulp van waterstralen.

Onderzoeksvraag 2:

De milieueffecten van het wegvissen van oesters die zijn meegenomen in dit onderzoek betreffen naast de effecten op Japanse oesters zelf, de bodemsamenstelling, bodemdieren en vogels. Oesterbanken zijn relatief slibrijk met bijbehorende bodemdiergemeenschap die in het algemeen soortenrijker is dan buiten de bank. Hierop wordt door meerdere vogelsoorten gefoerageerd. De tussentijdse resultaten laten voor de Vondelingsplaat een ander beeld zien dan op de Zandkreek. De proeflocatie op de slibrijke Zandkreek gaat zich qua sedimentsamenstelling, bodemleven en gebruik door vogels meer ontwikkelen in de richting van de referentielocatie. Op de proeflocatie Vondelingsplaat is echter nog veel schelpmateriaal blijven liggen dat zit verankerd in de harde bodem waardoor de bodemdiergemeenschap en het gebruik door vogels anders is als op de referentie. Op de sublitorale locaties zijn de milieu effecten op voorhand al beperkt geacht. Uit de vervolgmonitoring moet blijken of de waargenomen veranderingen zich doorzetten en of de proeflocaties zich volledig zullen herstellen.

Voor het functioneren van het ecosysteem van de Oosterschelde is het totaal areaal aan oesterbanken dat wordt weggevisd van belang. Uit een berekening is gebleken dat de hoeveelheid oesters die tijdens deze proef is weggevisd beperkt is ten opzichte van het totale (en nog steeds toenemende) bestand aan Japanse oesters. In totaal is er ongeveer 30 ton drooggewicht aan oesters weggevisd op het totale geschatte bestand van 972 - 5 400 ton drooggewicht. Het totale geschatte bestand aan Japanse oesters in de Oosterschelde is in staat om het volledige volume van de Oosterschelde in 5 tot 25 dagen te filtreren. Het volledig wegvissen van deze oesters zou dus effect kunnen hebben op de draagkracht van het systeem voor andere schelpdieren.

Onderzoeksvraag 3:

Door de relatief korte onderzoeksduur is er op dit moment slechts in beperkte mate zicht op het tempo en de richting van herstel van de proeflocaties. Op de Vondelingsplaat is er op de grote hoeveelheden schelpresten die zijn achtergebleven na de bevissing in de zomer van 2006 nieuw zaad gevallen. Afhankelijk van de overleving van het zaad en het optreden van een tweede goede zaadval tijdens de zomer van 2007 zal een nieuwe oesterbank zich relatief snel kunnen herstellen. Hoewel er ook op de Zandkreek zaad is gevallen tijdens de zomer van 2006 is de verwachting dat het herstel van de oesterbank op deze locatie langzamer zal gaan. Op de sublitorale locaties is weinig oesterzaad gevallen en deze locaties gaan meer en meer lijken op de referenties. De T_4 meting, die eind 2007 zal plaatsvinden, zal meer duidelijkheid geven over de richting en tempo van het herstel.

Wegvissen sublitorale oesterbanken

Vanuit diverse hoeken wordt de wens om te beginnen met het beheren van de overmatige ontwikkeling van oesters in de Oosterschelde steeds groter. Er zijn plannen om te gaan starten met het wegvissen van oesterbanken op de sublitoraal gelegen vrije gronden. Doordat men het schelpmateriaal kan verkopen aan de schelpenindustrie zijn er ondernemers geïnteresseerd om hieraan te beginnen. Hoewel de monitoring nog zal worden doorgezet tot eind 2007 kunnen er al wel enkele conclusies worden getrokken uit het onderzoek tot nu toe. Deze kunnen worden gebruikt bij de besluitvorming met betrekking tot het met gecontroleerd wegvissen in de sublitorale gebieden. Voor de sublitorale banken kunnen de volgende conclusies uit het monitoringsonderzoek tot nu toe worden getrokken

- De oesterbanken in de sublitorale gebieden zijn niet van belang voor foeragerende steltlopers.
- De bodemdiersamenstelling van de oesterbanken, weggeviste banken en referenties vertonen veel gelijkenis waardoor het wegvissen weinig gevolgen zal hebben voor de bodemdiergemeenschap.
- Morfologische metingen in de sublitorale locaties zijn niet opgenomen in het kader van dit onderzoek. De verwachting is dat de sublitorale oesterbanken in de kom, buiten de steile vooroevers van slikken en platen, van de Oosterschelde geen belangrijke rol spelen met betrekking tot de zandhonger.

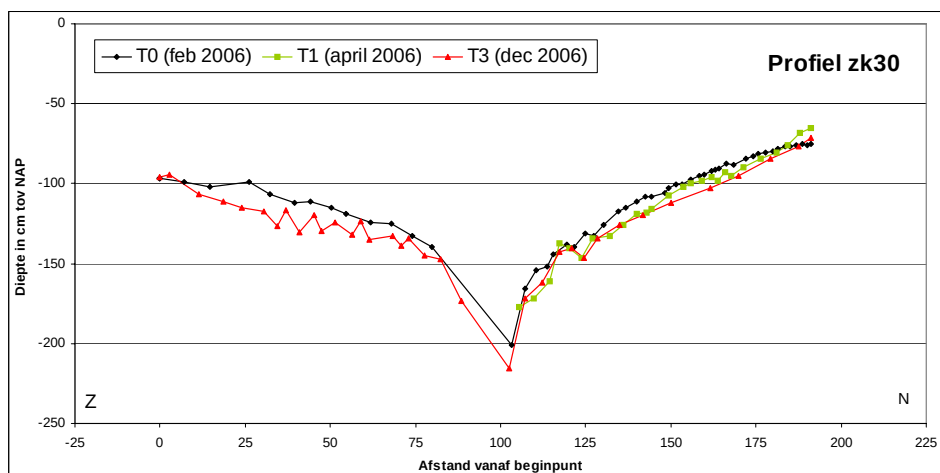
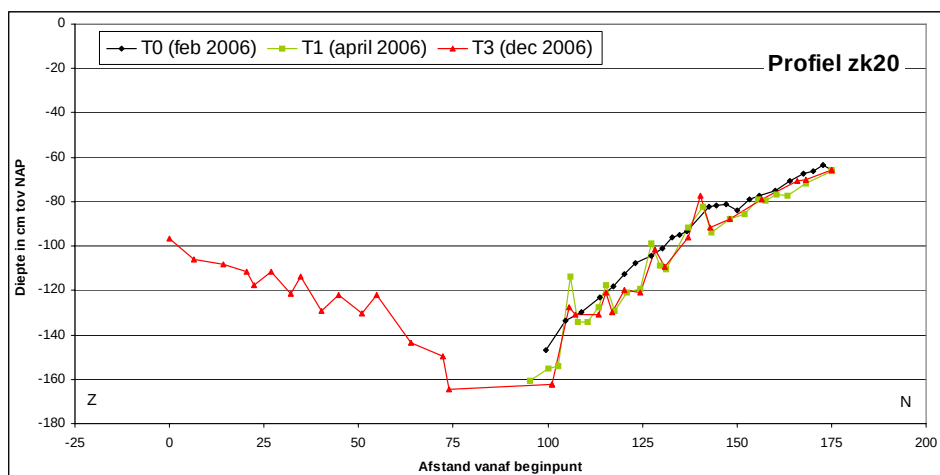
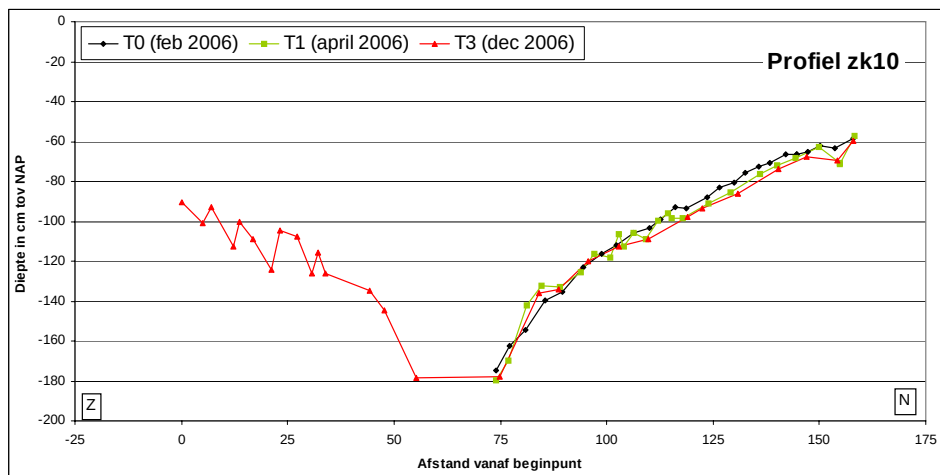
- Uit de metingen van de broedval blijkt dat er weinig oesterbroed is aangetroffen in de sublitorale proeflocaties. Of dit is veroorzaakt door de beperkte broedval of door het “bijhouden” door de oestervissers is niet duidelijk, maar het wijst erop dat het geen vaststaand feit is dat de bank zich snel hersteld na bevissing.
- Een aanbeveling is om tijdens het wegvissen van de sublitorale banken te monitoren hoeveel en waar de oesters worden weggevist. Ook zou er moeten worden gekeken of de effecten van het wegvissen zijn terug te vinden in de draagkracht van de Oosterschelde.
- Om de sublitorale oesterbanken effectief te kunnen bevissen is het van belang dat er een goede inventarisatie komt naar de ligging en hoeveelheden sublitorale oesters. Gebruik van de side-scan sonar technieken kunnen hierbij een oplossing bieden.

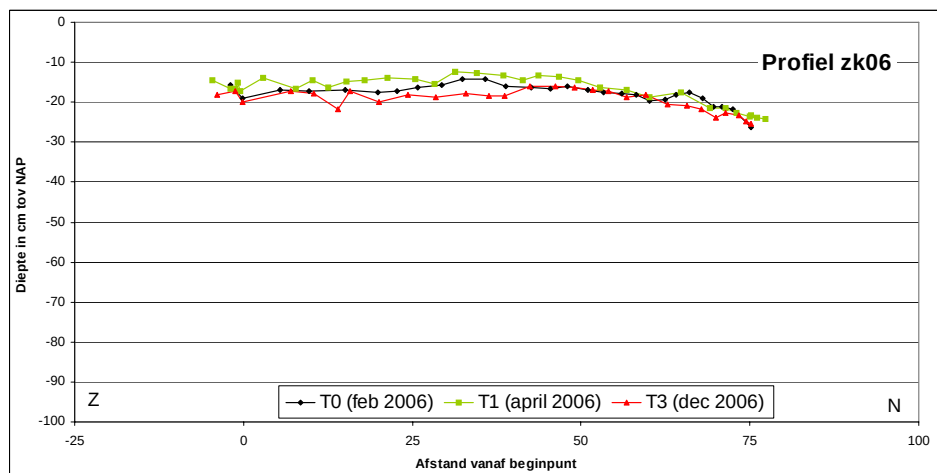
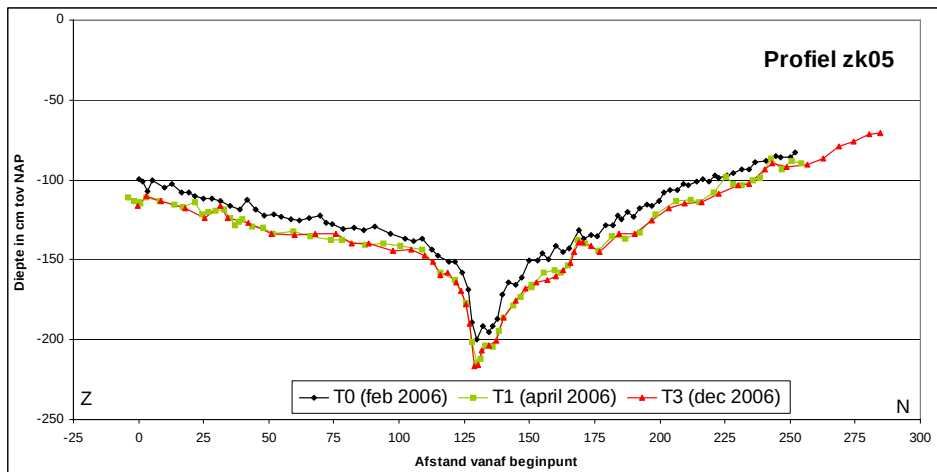
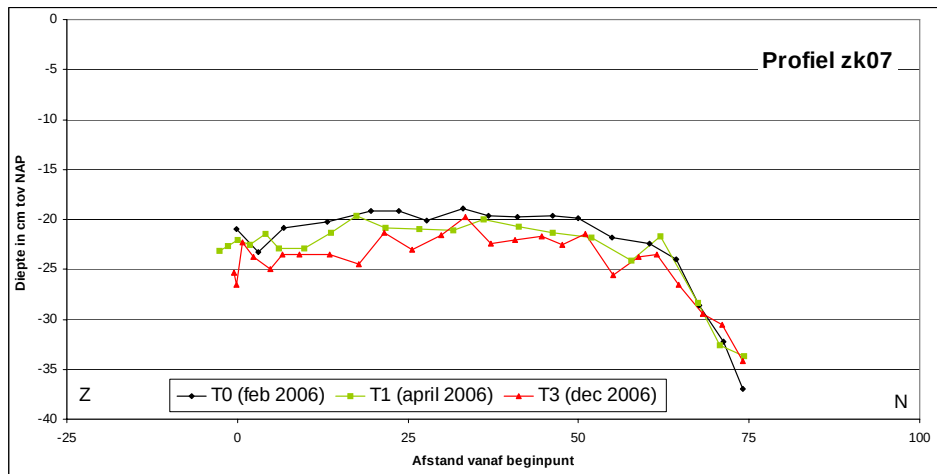
Referenties

- Cadée GC (2007) Vervangen de recente Japanse oesterriffen de vroegere oesterbanken? De Levende Natuur 108:62-65
- De Kluijver M, Dubbeldam M (2003) De sublittorale hard-substraat levensgemeenschappen in de Oosterschelde: Evaluatie van de ontwikkelingen in de periode 1985 - 2002. Report No. rapport nummer 1973, Aquasense, Amsterdam
- De Kluijver MJ (1997) Sublittoral communities of North Sea hard substrata. UvA
- Diederich S, Nehls G, Van Beusekom JEE, Reise K (2005) Introduced Pacific oysters (*Crassostrea gigas*) in the northern Wadden Sea: invasion accelerated by warm summers? Helgoland Marine Research 59:97-106
- Geurts van Kessel AJM (2004) Verlopend tij. Oosterschelde een veranderend natuurmonument. Report No. RIKZ/2004.028, RIKZ, Middelburg
- Geurts van Kessel AJM, Kater BJ, Prins TC (2003) Veranderende draagkracht van de Oosterschelde voor kokkels. Report No. RIKZ/2003.043, RIKZ, Middelburg
- Haure J, Huvet A, Palvadeau H, Nourry M, Penisson C, Martin JLY, Boudry P (2002) Feeding and respiratory time activities in the cupped oysters *Crassostrea gigas*, *Crassostrea angulata* and their hybrids. Aquaculture 218:539-551
- Kater BJ (2003a) De voedselsituatie voor kokkels in de Oosterschelde. Report No. C018/03, RIVO
- Kater BJ (2003b) Ecologisch profiel van de Japanse oester. Report No. C032/03, RIVO, Yerseke
- Kater BJ, Baars D, Perdon J, Van Riet M (2002) Het inventariseren van sublittorale oesterbestanden in de Oosterschelde: mogelijkheden met side-scan sonar. Report No. C058/02, RIVO, Yerseke
- Kater BJ, Baars JMDD (2003) Reconstructie van oppervlakten van litorale Japanse oesterbanken in de Oosterschelde in het verleden en een schatting van het huidige oppervlak. Report No. C017/03, RIVO, Yerseke
- Korringa P (1976) Farming the cupped oyster of the genus *crassostrea*. Elsevier 1976 pp 51-52, 62
- Nienhuis PH, Smaal AC (1994) The Oosterschelde estuary, a case study of a changing ecosystem: an introduction. Hydrobiologia 282/283:1-14
- Perdon KJ, Smaal AC (2000) Het bestand aan Japanse oesters op de platen van de Oosterschelde., RIVO
- Reise K (1998) Pacific oysters invade mussel beds in the European Wadden Sea. Senckenb marit 28:167-175
- Smaal AC, Van Stralen MR, Steenbergen J (2005) Verkenning van beheersmogelijkheden van de Japanse oester in de Oosterschelde. Report No. C009/05, Nederland Instituut voor Visserij Onderzoek (RIVO), Yerseke
- Smaal AC, Verhagen JHG, Coosen J, Haas HA (1986) Interaction between seston quantity and quality and benthic suspension feeders in the Oosterschelde, The Netherlands. Ophelia 26:385-399
- Wetsteyn LPMJ, Duin RNM, Kromkamp JC, Latuhihin MJ, Peene J, Pouwer A, Prins TC (2003) Verkenning draagkracht Oosterschelde. Onderzoek naar veranderingen en trends in de Oosterschelde in de periode 1990 t/m 2000. Report No. RIKZ/2003.049, RIKZ, Middelburg
- Wijsman JWM, Van Stralen M, Dubbeldam M, Geene R, De Kluijver MJ, Van Zanten E, Smaal AC (2006) Wegvisproef Japanse oesters in de Oosterschelde. Tussentijdse rapportage T₂., Wageningen IMARES

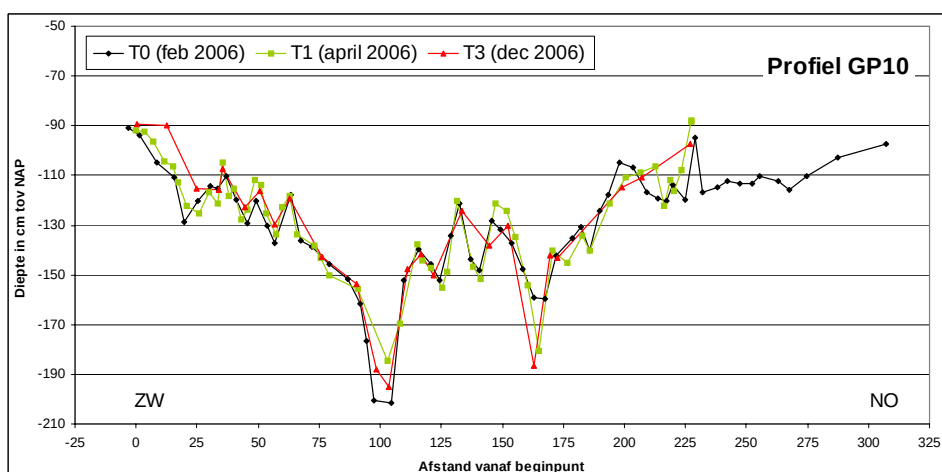
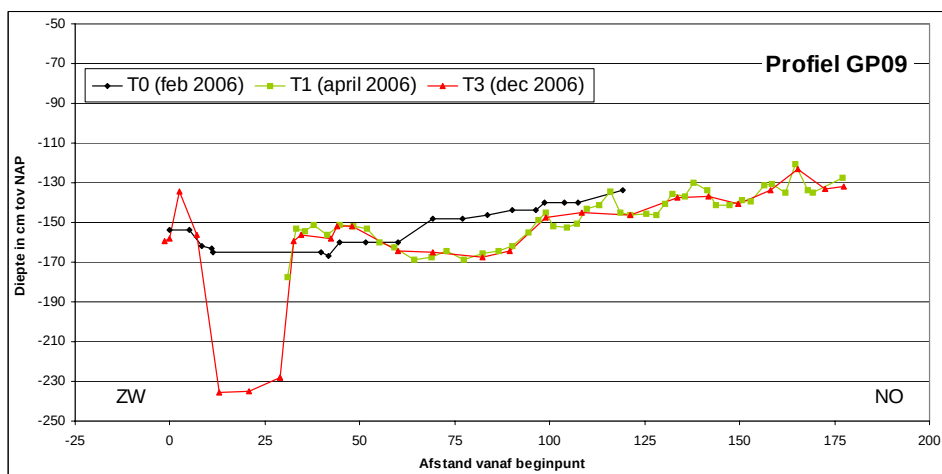
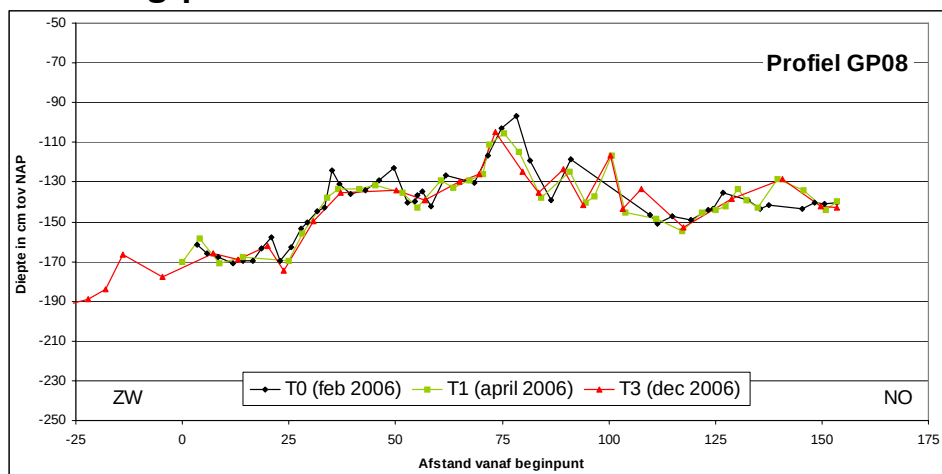
Bijlage A: Overzicht morfologische metingen T_0 , T_1 en T_3

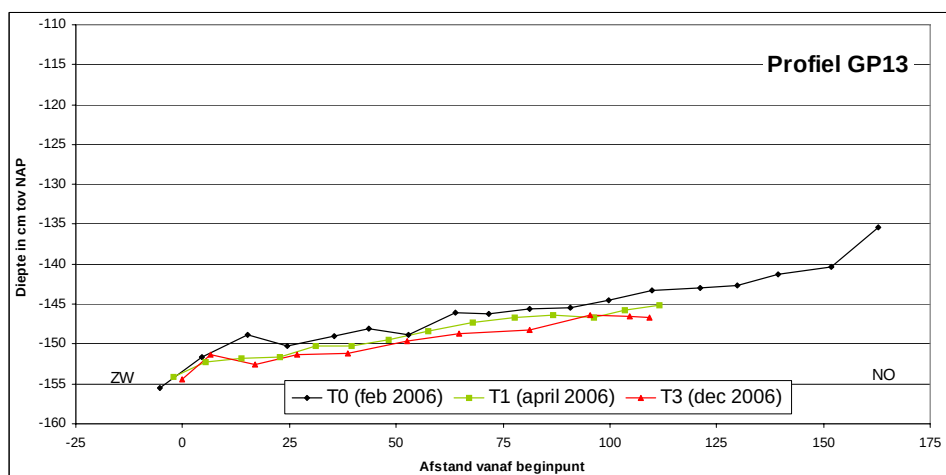
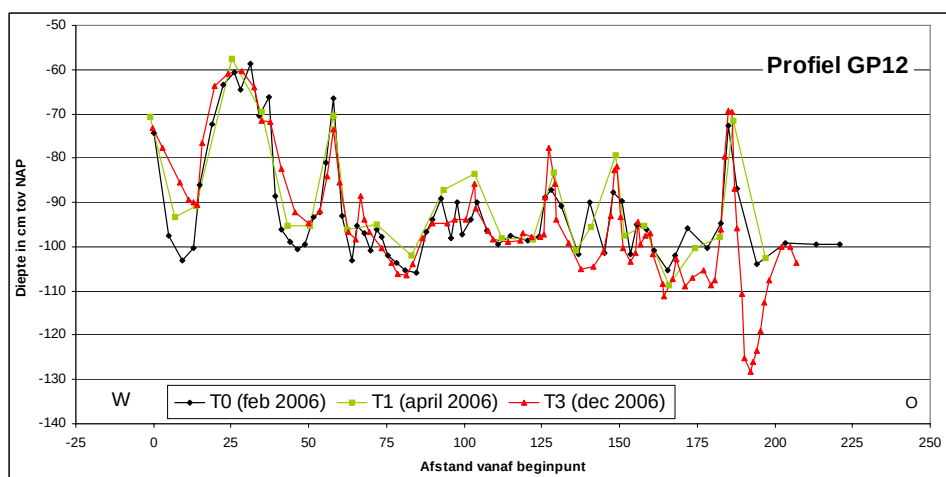
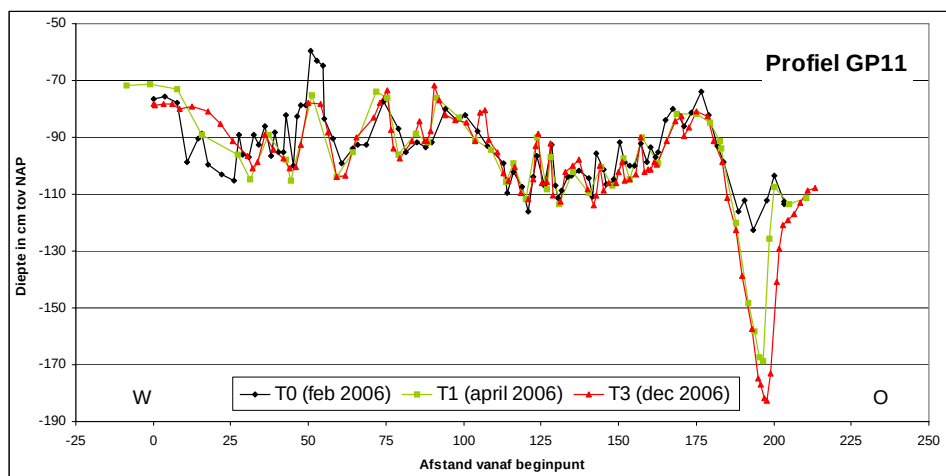
Profielen Zandkreek





Profielen Vondelingsplaat





Verantwoording

Dit rapport voor

Opdrachtgever:	Provincie Zeeland Postbus 153 4330 AD Middelburg	Ministerie van LNV Postbus 20401 2500 EK Den Haag
----------------	--	---

Projectnummer: 439.41000.02

is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en beoordeeld door of namens het Wetenschapsteam van Wageningen IMARES.

Akkoord: Prof. Dr. A.C. Smaal

Handtekening:

Datum: Juli 2007

Akkoord: Dr. H.J. Lindeboom
Directielid Wetenschap

Handtekening:

Datum: Juli 2007

Aantal exemplaren:	25
Aantal pagina's:	49
Aantal tabellen:	3
Aantal figuren:	37
Aantal bijlagen:	1