Deltares

PMR Monitoring natuurcompensatie Voordelta

Deel A: Jaarrapport 2011

dr. T.C. Prins
drs. G.H. van der Kolff
dr.ir. A.R. Boon
ir. H. Holzhauer
ir. C. Kuijper
dr. V.T. Langenberg
drs. ing. G. Hendriksen

1200672-000

© Deltares, 2012

Deltares

Titel
PMR Monitoring natuurcompensatie Voordelta

Opdrachtgever	Project	Kenmerk	Pagina's
Rijkswaterstaat Waterdienst	1200672-000	1200672-000-ZKS-0031	98

Trefwoorden
Monitoring Natuurcompensatie Tweede Maasvlakte, Voordelta, benthos, vis, zwarte zee-eend, visdief, grote stern, abiotiek, gebruik

Samenvatting
Het kabinet heeft in 2006 in een planologische kernbeslissing een besluit genomen over het Project Mainportontwikkeling Rotterdam (PMR). Onderdeel hiervan is de aanleg van de Tweede Maasvlakte, een nieuw haven- en industriegebied. De aanleg en aanwezigheid hiervan hebben mogelijk significante negatieve effecten op beschermde natuurwaarden in de Voordelta. Op grond van de Natuurbeschermingswet 1998 zijn hiervoor compensatiemaatregelen opgesteld. In het kader van dit project wordt het effect van de compensatiemaatregelen 5 jaar gemonitoord en vervolgens geëvalueerd aan de hand van evaluatievragen. Begin juli 2009 is het Plan van Aanpak PMR monitoring natuurcompensatie Voordelta vastgesteld, in 2010 en 2011 zijn jaarrapporten verschenen.

Het Jaarrapport 2011 PMR monitoring natuurcompensatie Voordelta bestaat uit twee delen.

- Deel A van de Jaarrapportage 2011 geeft een beschrijving van de meetinspanning, gericht op een eerste tussentijdse evaluatie van het monitoringprogramma. De hoofdvragen van het Monitoring - en Evaluatieprogramma Maasvlakte 2 – Natuurcompen-satie Voordelta (kortweg de MEP vragen) worden beantwoord op basis van een beperkt aantal te toetsen indicatoren. Het complexe natuurlijke systeem in de Voordelta is daartoe vereenvoudigd weergegeven in effectketens. De MEP vragen kunnen aan de hand van de effectketens worden opgesplitst in onderliggende deelvragen. Beantwoording hiervan leidt tot beantwoording van de evaluatievragen. De invloed van autonome ontwikkelingen binnen en buiten het gebied en andere menselijke activiteiten worden als externe factoren in de effectketens meegenomen.
- Deel B van het Jaarrapport 2011 bevat de rapportages van de vijf percelen: benthos, vis, vogels, abiotiek en gebruik. Hierin wordt verslag gedaan van het onderzoek dat in 2011 is uitgevoerd en worden de resultaten gepresenteerd die in 2011 beschikbaar zijn gekomen.

Referenties
RWS-WD/Zaak 31019691 / 4500143146

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
	dec. 2011	dr. T.C. Prins		prof. dr. J. Dronkers		ir. T. Schilperoort	
		drs. G.H. van der Kolff					
	mrt. 2012	dr. T.C. Prins		prof. dr. J. Dronkers		ir. T. Schilperoort	
		drs. G.H. van der Kolff					
	jun. 2012	dr. T.C. Prins		prof. dr. J. Dronkers		ir. T. Schilperoort	
		drs. G.H. van der Kolff					

Status
definitief

Inhoud

1 Inleiding **1**
1.1 Projectkader PMR 1
1.2 Doel monitoring Natuurcompensatie Voordelta 2
1.3 Compensatiemaatregelen 2
1.4 Uitvoering van de monitoring 2009-2013 5
1.5 Opzet Jaarrapportage 2011 8
1.6 Referenties 8

2 Monitoring van de natuurcompensatie Voordelta **9**
2.1 De Voordelta, een dynamisch gebied 9
2.2 De verwachte effecten van Maasvlakte 2 en de compensatiemaatregelen 10
2.3 Evaluatievragen (volgens het MEP) 11
2.3.1 Beantwoording van de evaluatievragen 12
2.4 Evaluatievragen in perspectief: effectketens nader uitgewerkt 13
2.5 Integratie percelen: het belang van samenhang 17
2.6 Datamanagement 20
2.7 Referenties 23

3 MEP vraag 1: Compensatie verlies Habitattype H1110 **25**
3.1 Inleiding 25
3.1.1 Habitattype H1110 27
3.1.2 Typische soorten H1110 27
3.1.3 Beschermde soorten 29
3.2 De compensatiemaatregel 29
3.3 Ontwikkeling Habitat H1110: Evaluatievraag 1c 31
3.3.1 Biomassa bodemdieren 31
3.3.2 Voedsel voor beschermde soorten 43
3.4 Effecten van de maatregel (bodembeschermingsgebied) en andere factoren: Evaluatievraag 1d 46
3.4.1 Maatregel: Instelling bodembeschermingsgebied (M2) 46
3.4.2 Effecten van gebruik (B1) 47
3.4.3 Effecten van abiotische omstandigheden (B2) 56
3.5 Referenties 58

4 MEP vraag 2: Zwarte zee-eend **61**
4.1 Inleiding 61
4.2 De maatregel 62
4.3 Verspreidingspatroon en vogeldagen: Evaluatievragen 2b1 en 2c1 63
4.4 Instelling bodembeschermingsgebied: Evaluatievraag 2b2 67
4.4.1 Effect voedselaanbod op de zwarte zee-eend (Z2) 67
4.5 Rustgebieden: Evaluatievraag 2c2 69
4.5.1 Effect instellen rustgebieden op de zwarte zee-eend (Z1b) 69
4.6 Effecten overige factoren (evaluatievragen 2b2, 2c2) 72
4.6.1 Effect abiotische omstandigheden (Z3) 72
4.6.2 Effect externe factoren (Z4) 72
4.7 Referenties 74

5 MEP vraag 3 en 4: Grote stern en visdief **75**
5.1 Inleiding 75
5.2 De maatregel 76
5.3 Voedselfunctie van het bodembeschermingsgebied: Evaluatievraag 3/4b 77
5.3.1 Verspreidingspatroon en vogeldagen sterns: Evaluatievraag 3/4b1 77
5.3.2 Effect voedselaanbod voor de sterns: Evaluatievraag 3/4b2 82
5.4 Rustgebieden: Evaluatievraag 3/4c 84
5.4.1 Effect instellen rustgebied (V1/G1) 85
5.5 Effecten van overige factoren 88
5.5.1 Abiotische omstandigheden 88
5.5.2 Populatiedynamica en overige factoren 88
5.6 Referenties 90

6 Discussie en aanbevelingen **91**
6.1 Inleiding 91
6.2 Commentaar Auditcommissie op Jaarrapport 2010 91
6.3 MEP vraag 1: Compensatie verlies Habitat H1110 92
6.4 MEP vraag 2: Zwarte zee-eend 94
6.5 MEP vraag 3 en 4: Grote stern en visdief 95
6.6 Slotbeschouwing 97
6.7 Referenties 98

1 Inleiding

Voor u ligt de Jaarrapportage 2011 van het project PMR monitoring natuurcompensatie Voordelta, dat Deltares in opdracht van Rijkswaterstaat Waterdienst uitvoert. Om de effecten van de aanleg van de Tweede Maasvlakte op de natuurwaarden in de Voordelta te compenseren is een aantal maatregelen getroffen. Door middel van monitoring zal worden onderzocht of de maatregelen leiden tot de beoogde compensatie.

Deltares heeft de effectmetingen in een Europese aanbesteding gegund aan een consortium van: IMARES, CSO, Arcadis/Alkyon, Bureau Waardenburg, INBO en NIOO-CEME. IMARES is trekker van het consortium.

In 2004-2007 is de uitgangssituatie - referentiesituatie - vastgelegd door het uitvoeren van nulmetingen. De effectmetingen van de compensatiemaatregelen zelf zijn begonnen in 2009 en hebben een doorlooptijd van vijf jaar (2009-2013).
De metingen zijn onderverdeeld in 5 percelen:

1 Benthos
2 Vis
3 Vogels
4 Abiotiek
5 Gebruik.

In het onderstaande wordt ingegaan op het kader waarbinnen het monitoringproject wordt uitgevoerd en worden het onderzoeksgebied en de compensatiemaatregelen in meer detail beschreven. Vervolgens wordt kort ingegaan op de resultaten tot nu toe en wordt de opbouw van het Jaarrapport 2011 toegelicht.

1.1 Projectkader PMR

Het kabinet heeft in 2006 in een planologische kernbeslissing een besluit genomen over het Project Mainportontwikkeling Rotterdam (PMR), een pakket maatregelen dat:

- de mainport Rotterdam versterkt door het ruimtetekort voor haven- en industriële activiteiten dat in het Rotterdamse havengebied is gesignaleerd op te lossen;
- de kwaliteit van de leefomgeving in Rijnmond verbetert door de mogelijkheden te benutten die het oplossen van het ruimtetekort biedt.

De aanleg van de Tweede Maasvlakte, een nieuw haven- en industriegebied, en de bijbehorende natuurcompensatie, is een van de drie deelprojecten van PMR. De andere deelprojecten betreffen de aanleg van 750 hectare natuur- en recreatiegebied en een serie projecten onder de noemer Bestaand Rotterdams Gebied, met als doel het bestaande havengebied intensiever te benutten en de kwaliteit van de leefomgeving in Rijnmond te verbeteren.

De betrokken overheidspartijen hebben afgesproken om de monitoring en evaluatie van de drie PMR-deelprojecten op een eenduidige en gestructureerde manier vorm te geven, door middel van een serie Monitoring en Evaluatie Programma's (MEP's), met een vergelijkbare aanpak en opzet die leiden tot een aantal op elkaar aansluitende rapportages. Hiermee wordt bereikt dat zowel over delen als over het grotere geheel van PMR en de Tweede Maasvlakte op een eenduidige wijze kan worden gerapporteerd.

1.2 Doel monitoring Natuurcompensatie Voordelta

De Tweede Maasvlakte wordt aangelegd in het beschermde natuurgebied de Voordelta. De Voordelta is in 2008 aangewezen als Natura 2000-gebied. Natura 2000-gebieden vormen een samenhangend netwerk van beschermde natuurgebieden op het grondgebied van lidstaten van de Europese Unie, waarbinnen op grond van de Vogel- en Habitatrichtlijn bescherming geldt voor kenmerkende leefgebieden en soorten. Omdat de aanleg van de Tweede Maasvlakte significante negatieve effecten op beschermde natuur kan veroorzaken, is hiervoor compensatie verplicht op grond van de Natuurbeschermingswet 1998. De maatregelen die getroffen zijn ter compensatie betreffen de instelling van een bodembeschermingsgebied en een aantal rustgebieden voor vogels (zwarte zee-eend, grote stern, visdief) daarbinnen. De effecten van de compensatiemaatregelen moeten worden gemonitoord.

Het doel van de monitoring natuurcompensatie Voordelta is om vast te stellen of de maatregelen voldoende compensatie bieden voor de daadwerkelijk optredende significante negatieve effecten van de aanleg van de Tweede Maasvlakte op de Voordelta.
Het effect van de maatregelen wordt bepaald door ontwikkelingen in het bodembeschermingsgebied en de rustgebieden te vergelijken met ontwikkelingen in referentiegebieden, waar geen compensatiemaatregelen getroffen zijn. Nulmetingen zijn verricht in de periode 2004-2007, om in de Voordelta de uitgangssituatie te bepalen voorafgaand aan het treffen van de compensatiemaatregelen.

> In het PMR-jargon is er een subtiel, maar belangrijk, onderscheid tussen aanleg van de Tweede Maasvlakte in de zin van het (tijdelijke) proces van het aanleggen (zand opzuigen, vervoeren, elders opspuiten etc.) en het resultaat van het aanleggen, namelijk de aanwezigheid van de aangelegde Tweede Maasvlakte. De monitoring en evaluatie beschreven in deze rapportage, monitoring Natuurcompensatie Voordelta, heeft betrekking op het resultaat van de aanleg; de monitoring en evaluatie van het proces van de aanleg wordt beschreven in het MEP Aanleg dat door Havenbedrijf Rotterdam is opgesteld en door de (toenmalige) minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit is goedgekeurd.

1.3 Compensatiemaatregelen

De Voordelta is een uitloper van de Zeeuwse en Zuid-Hollandse Delta in de kustzone van de Noordzee en strekt zich uit van Walcheren tot aan de Nieuwe Waterweg. De Voordelta omvat een verzameling van geulen, ondieptes en zandbanken, met een divers bodemleven. Het gebied vormt de habitat van vissen, vogels en zeezoogdieren en is een gebied van economische waarde. De Voordelta heeft een oppervlak van ca 92.000 ha, waarvan het grootste deel in het kader van Natura 2000 gekarakteriseerd wordt als habitattype H1110. Dit habitattype omvat ondiepe delen van zeeën met zandbanken die permanent onder water staan; de waterdiepte bedraagt zelden meer dan 20 m. Op zandbanken in een ondiepe zee, met wisselingen tussen diep en ondiep en invloeden van zoet en zout water, leven veel bodemdieren en vissen. Deze typerende gebieden voor een delta zijn een belangrijke bron van voedsel voor vogels en zeezoogdieren.

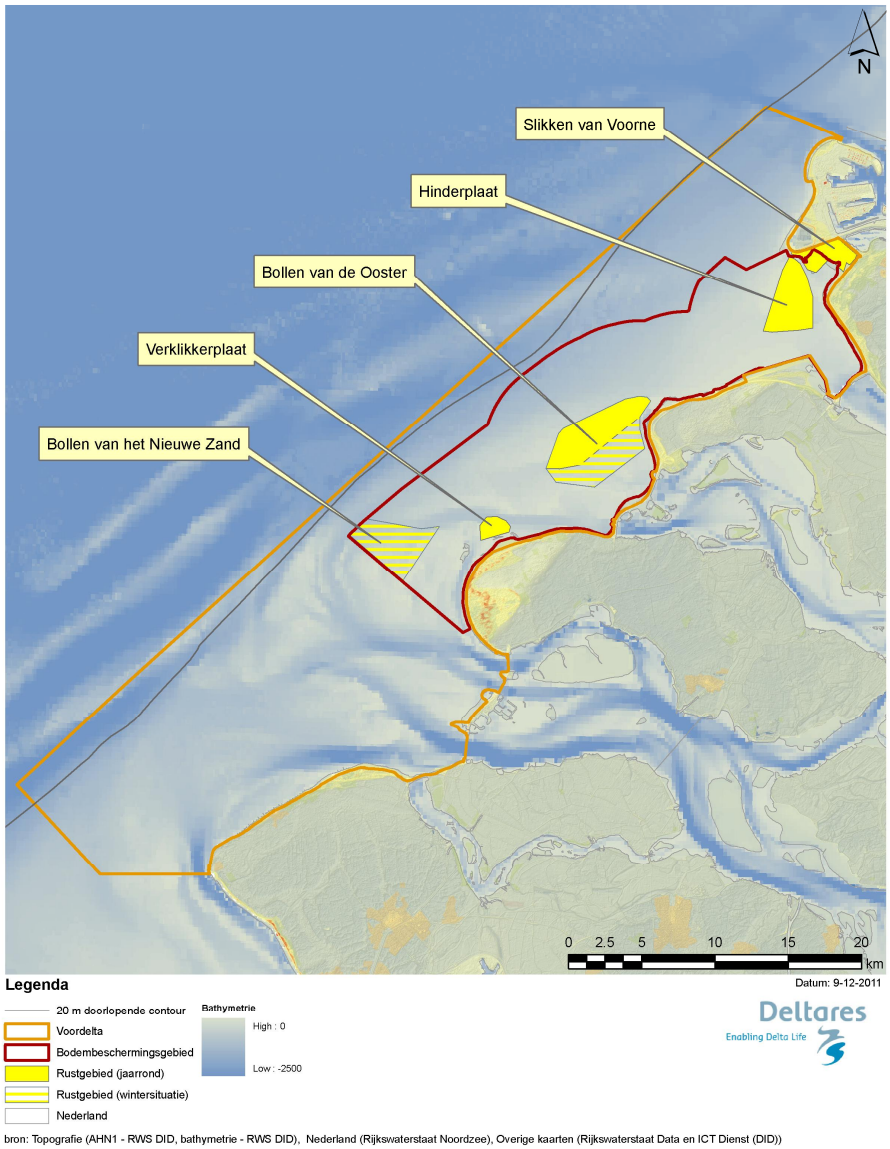
Het MEP gaat ervan uit dat:

1 Als gevolg van de aanleg van de Tweede Maasvlakte 2455 hectare van habitattype H1110 verloren gaat.
2 Als gevolg van de aanleg van de Tweede Maasvlakte negatieve effecten optreden op de foerageerfunctie voor de grote stern van 1,7%, op de foerageerfunctie voor de visdief van 5,9%, en op de foerageerfunctie voor de zwarte zee-eend van 3,1%.

3 Compensatie kan worden geboden door kwaliteitsverbetering van 10% in een bodembeschermingsgebied met een omvang van minimaal 24.550 hectare. Immers, door een kwaliteitsverbetering van 10% te realiseren in een gebied dat 10 maal zo groot is als het gebied dat verloren gaat, kan 100% compensatie bereikt worden.
4 Daarnaast door toegangsbeperkende maatregelen in een aantal rustgebieden compensatie wordt geboden voor het verlies in foerageerfunctie voor grote stern, visdief en zwarte zee-eend.

De kwaliteitsverbetering wordt getoetst aan de hand van een aantal evaluatievragen beschreven in hoofdstuk 2.

Op grond van de Natuurbeschermingswet 1998, die de vergunningverlening regelt voor activiteiten met een kans op significante negatieve effecten in Natura 2000-gebieden, heeft de minister van LNV in juni 2008 een drietal Toegangsbeperkingsbesluiten afgekondigd. In deze TBB's zijn binnen het Natura 2000-gebied Voordelta een bodembeschermingsgebied en een aantal rustgebieden aangewezen (Figuur 1.1).



Figuur 1.1 Kaart waarop aangegeven de geografische ligging van Voordelta, met begrenzing Natura 2000-gebied (oranje lijn), bodembeschermingsgebied (rode lijn) en rustgebieden (geel)

Sommige rustgebieden in de Voordelta zijn ingesteld ten behoeve van de compensatie van de Tweede Maasvlakte en hebben als doel het bodembeschermingsgebied als foerageergebied te kunnen benutten. Andere zijn ingesteld vanuit Natura 2000-doeleinden of een combinatie van beide (Tabel 1.1).

Tabel 1.1 Oppervlak en functie van de rustgebieden in relatie tot het Bodembeschermingsgebied en het Natura 2000-gebied de Voordelta

	Oppervlak (ha)	Functie Natura 2000	Functie Natuurcompensatie Tweede Maasvlakte
Voordelta	92.271		
Bodembeschermingsgebied	24.550		
Rustgebied totaal (zomer / winter)	3.590 / 6.090		
- Hinderplaat	1.250	rustgebied gewone zeehond, rust-en foerageergebied eidereend	rustgebied grote stern, visdief
- Bollen van de Ooster	1.550 / 2.740	rustgebied gewone zeehond	rustgebied zwarte zee-eend, grote stern
- Bollen van het Nieuwe Zand	- / 1.310	-	rustgebied zwarte zee-eend
- Slikken van Voorne	550	rustgebied steltlopers, eenden	-
- Verklikkerplaat	240	rustgebied gewone zeehond	-

In het bodembeschermingsgebied gelden beperkingen voor vormen van visserij die de zeebodem beroeren. In dit gebied is de boomkorvisserij met wekkerkettingen en met schepen met een motorvermogen groter dan 260 pk (191 kW) niet toegestaan. In de rustgebieden geldt een verbod op, of beperking van, vormen van visserij en recreatie die zeehonden en vogels verstoren (Tabel 1.2).

Tabel 1.2 Overzicht van activiteiten die wel, niet of beperkt toegestaan zijn in de Voordelta, het Bodembeschermingsgebied en de verschillende rustgebieden (ref. Natura 2000-beheerplan Voordelta, juli 2008; Toegangsbeperkingsbesluiten Ministerie LNV, DRZ 2008-2213-1, 2, 3)

Activiteit	Voordelta	Bodem beschermingsgebied	Rustgebieden				
			Hinderplaat	Bollen van de Ooster*	Bollen van de Nieuwe Zand**	Slikken van Voorne	Verklikkerplaat
Recreatie							
Kite-, wind- en golfsurfen							
Kite-buggyen		nvt					
Overige extreme strandsporten		nvt					
Zeilen, snelle recreatievaart, sportvisserij							
Duiken			nvt				
Kanoen							
Plaatbezoek							
Strandgebruik (wandelen, paardrijden, zwemmen)		nvt	nvt	nvt	nvt		
Strandpaviljoens, strandhuisjes, reddingsposten		nvt	nvt	nvt	nvt		nvt
Visserij							
Boomkorvisserij > 260 pk							
Sleepnetvisserij <260 pk							
Garnalenvisserij							
Schelpdiervisserij							
Bordenvisserij							
Visserij met korven en fuiken							
Visserij met staand want en zegen							
Mosselzaadinvanginstallaties							
Beheer en Onderhoud							
Strand- en vooroeversuppleties			nvt				
Beheer badstranden			nvt				
Periodiek onderhoud kustverdediging			nvt				
Baggeren Slijkgat en Springersdiep	nvt		nvt				
Verspreiden baggerspecie idem			nvt				
Markering en onderhoud door RWS							
Monitoring							
Bestrijding rampen, calamiteiten							
Overige							
Onderhoud kabels en leidingen							
Beroepsvaart							
Gemotoriseerde en ongemotoriseerde luchtvaart							
Militaire vliegactiviteiten							
Overige militaire activiteiten							
Tot ontploffing brengen van munitie							
Schelpenwinning							
Lozing koelwater elektriciteitscentrale Maasvlakte			nvt				

* Het rustgebied Bollen van de Ooster is in de zomer kleiner dan in de winter

** Het rustgebied Bollen van de Nieuwe Zand is in de zomer "gewoon" bodembeschermingsgebied

Vier categorieen van activiteiten:

	Toegestaan en vrijgesteld van vergunningsplicht
	Beperkt toegestaan: 1.) vrijgesteld van vergunningsplicht en toegestaan onder voorwaarden die zijn vastgelegd in het Beheerplan 2.) niet vrijgesteld van vergunningsplicht; van geval tot geval wordt bekeken of de activiteit is toegestaan, en zo ja, of er een vergunning nodig is
	Niet toegestaan

1.4 Uitvoering van de monitoring 2009-2013

Na de opdrachtverlening op 19 maart 2009 van Rijkswaterstaat Waterdienst aan Deltares voor begeleiding van de compensatiemonitoring en uitvoering van de geïntegreerde monitoringevaluatie, heeft Deltares op 10 juni 2009 een overeenkomst gesloten met het consortium van IMARES/CSO voor de uitvoering van het monitoringplan Natuurcompensatie Voordelta.

De aanpak voor de monitoring van de natuurcompensatie in de Voordelta heeft een lang traject doorgemaakt van ideevorming tot inpassing in financieel bestuurlijke kaders. De basis wordt gevormd door het rapport "Natuurcompensatie Maasvlakte Twee in de Voordelta" (RIKZ 2007).

Dat rapport had tot doel "…het inhoudelijk onderbouwen van de maatregelen die in het kader van het in te stellen zeereservaat [thans bodembeschermingsgebied genoemd] genomen moeten worden, om de negatieve effecten van de aanleg van de Tweede Maasvlakte op de beschermde natuurwaarden in de Voordelta te compenseren."
De uitvraag voor het uitvoeren van een monitoringprogramma is beschreven in een Schedule of Requirements (SoR) en heeft na een Europese aanbesteding geresulteerd in een opdracht aan het huidige consortium van IMARES (trekker), CSO, Arcadis/Alkyon, Bureau Waardenburg, INBO en NIOO-CEME. Parallel aan dit proces heeft het overkoepelend proces plaats gevonden voor het opstellen van (uniforme) Monitoring en Evaluatieprogramma's (MEP). De nader gespecificeerde vragen van het MEP Natuurcompensatie Voordelta zijn uiteindelijk als uitgangspunt voor het Plan van Aanpak overgenomen.

Op 20 juli 2009 heeft Deltares de definitieve versie van het Plan van Aanpak PMR monitoring natuurcompensatie Voordelta aan de Waterdienst aangeboden.
Het Plan van Aanpak bestaat uit twee delen. Deel B beschrijft in uitvoeringsplannen de voorgestelde methoden en de wijze van uitvoering van de compensatiemonitoring binnen de percelen benthos, vis, vogels, abiotiek en gebruik (Heessen & Jak 2009). Deel A beschrijft de samenhang en integratie van de verschillende percelen, met het oog op een integrale beantwoording van de evaluatievragen (Holzhauer & Prins 2009). Beide delen tezamen beschrijven hoe de MEP evaluatievragen beantwoord zullen worden aan de hand van het beschreven onderzoeksprogramma.

In 2009 is het monitoringprogramma van start gegaan, en is daarnaast gewerkt aan nadere afstemming van het onderzoek op de vragen uit het MEP, en het stroomlijnen van de uitwisseling van data en informatie tussen de percelen. De eerste rapportage geeft een overzicht van de inhoudelijke voortgang die eind 2009 was bereikt (Van der Kolff et al. 2010).
In 2010 is toegewerkt naar het uitvoeren van een tussenevaluatie (Prins et al. 2011) naast een inhoudelijke voortgangsrapportage (Heessen 2011). Doel van deze evaluatie was na te gaan in hoeverre het monitoringprogramma voldoet aan de verwachting dat op basis van de resultaten de evaluatievragen beantwoord kunnen worden.

De MEP vragen zullen in Hoofdstuk 2 in het algemeen, en in volgende hoofdstukken in meer detail worden besproken. Hier volstaat dat de MEP vragen zich richten op de compensatie van het verlies van habitat H1110, en het verlies van foerageergebied van de zwarte zee-eend, de grote stern en visdief. Op basis van het tot dusver uitgevoerde onderzoek zijn in de vorige jaarrapportage de volgende voorlopige conclusies getrokken (Prins et al. 2011):

- *Habitat H1110*
  De primaire parameter om te bepalen of een verbetering van de kwaliteit van habitat H1110 is opgetreden, is de biomassa van bodemdieren en dichtheid van demersale vis. De waarnemingen bevestigen het beeld dat er sprake is van een grote ruimtelijke en temporele variatie in aantallen en biomassa van bodemdieren en vissen in de Voordelta.

  Er is sprake van een grote ruimtelijke en jaarlijkse variatie in de intensiteit van bodemberoerende visserij in zowel het bodembeschermingsgebied als in de rest van de Voordelta. Dit betekent dat het uitsluiten van de boomkorvisserij >260 pk in het bodembeschermingsgebied niet leidt tot een in alle delen van het gebied gelijkmatige afname van de bodemberoering.

- *Zwarte zee-eend*
  Er zijn grote fluctuaties in aantallen over de jaren heen, en er is een gestaag dalende trend in het aantal zwarte zee-eenden in de Voordelta. Het lijkt erop dat de zee-eenden zich in de T_1 vooral buiten de rustgebieden bevonden, terwijl in de T_0 nog wel zee-eenden binnen het nu als rustgebied aangewezen deel van de Voordelta werden waargenomen.

  Voor zover aantoonbaar lijkt het voedsel van de zwarte zee-eend in de Voordelta voornamelijk te bestaan uit zwaardschede (*Ensis* spp.) met een lengte van 3 tot 9 cm.

  Een effect van verstoring op de aanwezigheid van zwarte zee-eenden in de rustgebieden is niet vastgesteld.

- Grote stern en visdief
  In de Voordelta zijn de totale aantallen grote sterns toegenomen, terwijl de totale aantallen visdieven ongeveer gelijk zijn gebleven.

  Grote sterns en visdieven verschillen in gebiedsgebruik. Grote sterns foerageren tot ver buiten de kolonies. De visdief foerageert vooral ook bij de Haringvlietsluizen en profiteert in de troebele wateren van de zandhoppers bij de nieuwe Tweede Maasvlakte. Er zijn meer foeragerende sterns boven open water actief in T_1 t.o.v. T_0.

  Sterns hebben ook van nieuwe platen buiten de rustgebieden gebruik gemaakt. Er lijkt een verband te zijn tussen toegenomen *[menselijk]* plaatbezoek en de afname van rustende sterns op platen.

  Grote sterns eten bij voorkeur vette vissoorten als haring en sprot. Bij visdieven kan zoetwatervis een significant aandeel van het voedsel vormen. De groei van kuikens wordt bepaald door voedselaanbod, maar het broedsucces wordt ook beïnvloed door predatie en habitatkwaliteit. Het voorkomen van de prooisoorten van sterns wordt waarschijnlijk niet beïnvloed door het instellen van het bodembeschermingsgebied

Tussenevaluatie 2010
In de oorspronkelijke planning van het monitoringprogramma, zoals beschreven in het Schedule of Requirements, is uitgegaan van een monitoringprogramma van 6 jaar, in aansluiting op de beheerplanperiode van 2008-2013. Binnen die planning was voorzien in een tussenevaluatie na 3 jaar, in 2010. In werkelijkheid zijn de metingen pas van start gegaan in 2009, en is de tussenevaluatie gebaseerd op de gegevens uit de T_0 metingen en de in 2010 beschikbare gegevens uit de jaren 2009-2010.

Vanwege het feit dat de tussenevaluatie slechts gebaseerd was op een beperkte aanvullende set van data (ten opzichte van de T_0), zal ook dit en volgende jaren een cyclus worden doorlopen van monitoring, analyse, evaluatie en eventuele bijstelling van het monitoringprogramma. Op die manier wordt bereikt dat met het uitbreiden van de beschikbare data, en voortgaande analyse van de resultaten, het monitoringprogramma wordt geoptimaliseerd met als doel zo goed mogelijk tot een antwoord op de MEP vragen te komen.

Eindevaluatie 2013
De komende jaren zal toegewerkt worden naar de eindevaluatie in 2013. In de eindevaluatie die eind 2013 wordt opgesteld met alle dan beschikbare gegevens, zullen de evaluatievragen uit het MEP beantwoord dienen te worden door middel van integratie van de informatie uit alle percelen.

1.5 Opzet Jaarrapportage 2011

De Jaarrapportage 2011 bestaat uit twee delen.

Deel A
In Deel A van de Jaarrapportage 2011 wordt een beschrijving gegeven van de resultaten van de meetinspanning
Hoofdstuk 2 gaat in op de dynamiek en complexiteit van de Voordelta en de verwachte effecten van de aanleg en aanwezigheid van de Tweede Maasvlakte, aan de hand van ingreep–effectschema's. De hoofdstukken 3 tot en met 5 behandelen achtereenvolgens de MEP vragen 1 (habitat H1110); 2 (zwarte zee-eend) en 3/4 (sterns) door de resultaten per perceel, zoals beschreven in Deel B, in samenhang te bekijken.
Hoofdstuk 6 bevat de discussie van de tussentijdse resultaten.

Deel B
In Deel B van de Jaarrapportage 2011 worden de onderzoeksuitvoering en de resultaten per perceel afzonderlijk en in meer detail gerapporteerd.

1.6 Referenties

Heessen HJL, 2011. PMR monitoring natuurcompensatie Voordelta. Deel B: Jaarrapport 2010 en midterm evaluatie. Deltares/IMARES rapport 1200672-000-ZKS-0023.

Heessen HJL & Jak RG (2009). Plan van Aanpak PMR monitoring natuurcompensatie Voordelta. Deel B: Uitvoeringsplannen per perceel. Rapport IMARES.

Holzhauer H & Prins TC, 2009. Plan van Aanpak PMR monitoring natuurcompensatie Voordelta. Deltares rapport 1200672-008-ZKS-0002.

Prins TC, Boon AR, Holzhauer H & Van der Kolff GH, 2011. PMR monitoring natuurcompensatie Voordelta. Deel A: Jaarrapport 2010 en midterm evaluatie. Deltares rapport 1200672-000-ZKS-0024.

Van der Kolff GH, Prins TC & Heessen HJL, 2010. Jaarrapport 2009 PMR monitoring natuurcompensatie Voordelta. Deltares rapport 1200672-000-ZKS-0016.

2 Monitoring van de natuurcompensatie Voordelta

2.1 De Voordelta, een dynamisch gebied

De Voordelta bestaat uit ondiepe kustwateren voor de delta van Zuid-Holland en Zeeland. Het gebied wordt gekenmerkt door de aanwezigheid van een gevarieerd en dynamisch milieu van kustwateren, intergetijdengebied (zandplaten en slikken) en stranden, die een relatief beschutte overgangszone vormen tussen de (voormalige) estuaria en de volle zee. Tijdens en na de afronding van de Deltawerken is dit gebied sterk veranderd. Er is een uitgebreid stelsel van droogvallende en dieper gelegen zandbanken ontstaan met daartussen diepere geulen. Deze morfologische veranderingsprocessen zijn nog steeds gaande en kunnen nog vele jaren in beslag nemen. Het ecosysteem zal zich in die periode navenant blijven aanpassen. Het gebied is van belang voor vissen, vogels en zeezoogdieren en heeft een grote ecologische waarde.

De Voordelta is een open gebied dat onderhevig is aan een grote natuurlijke dynamiek. Het gebied wordt beïnvloed door getij- en golfwerking, door de aanvoer van water via het Kanaal en door de zoetwaterafvoeren van Schelde, Maas en Rijn. De organismen in de Voordelta maken vaak deel uit van populaties waarvan het voorkomen is gespreid over een groter gebied. Bodemdieren van ondiepe, zandige habitats als de kustzone van de Noordzee zijn van nature sterk dynamische gemeenschappen, die grote fluctuaties in soortensamenstelling en dichtheden vertonen onder invloed van recrutering, sterfte door abiotische factoren en predatie. Vissen gebruiken de Voordelta onder meer als broed- en kraamkamer en foerageergebied. De samenstelling en dichtheid van de visgemeenschap wordt niet alleen door lokale factoren bepaald, maar ook door de aanvoer van eieren en larven, die met de zeestroming worden getransporteerd vanuit paaigebieden elders, zoals de zuidelijke Noordzee of het Kanaal. Zeevogels die de Voordelta een deel van het jaar gebruiken als foerageergebied (zoals bijvoorbeeld de eidereend, zwarte zee-eend, roodkeelduiker) maken deel uit van een grotere, NW Europese populatie, die lokaal (op de schaal van een gebied als de Voordelta) sterke fluctuaties kan vertonen. Kustbroedvogels, die in de nabijheid broeden en de Voordelta als foerageergebied gebruiken, zoals de grote stern en de visdief, worden gekenmerkt door sterke veranderingen in plaats en omvang van broedkolonies. De zeehondenpopulatie in de Voordelta en de rest van het Deltagebied is in ontwikkeling en vertoont sterke uitwisseling met de populatie in het Waddengebied.

Samengevat, de Voordelta is een gebied met een grote natuurwaarde, maar met een zeer dynamische natuur. Grote jaarlijkse schommelingen in het voorkomen van soorten kunnen optreden, die slechts in beperkte mate worden veroorzaakt door oorzaken die in het gebied zelf zijn gelegen.

De Voordelta is ook een gebied dat gekenmerkt wordt door intensief menselijk gebruik. Recreatie, visserij en scheepvaart maken veel gebruik van het gebied. Van verschillende vormen van recreatie wordt nog een toename in gebruik verwacht (VenW 2008). Dit betreft zowel recreatie-activiteiten die strandgebonden zijn of dicht onder de kust plaats vinden (bijv. kitesurfen) als activiteiten die verder op zee gebeuren (windsurfen, recreatievaart, sportvisserij). Visserij betreft vooral boomkorvisserij, garnalenvisserij en schelpdiervisserij. Volgens het Beheerplan Voordelta (VenW 2008) wordt verwacht dat de boomkorvisserij en garnalenvisserij zullen afnemen, terwijl andere vormen van visserij (bordenvisserij, staand want, aquacultuur) zullen toenemen. Samengevat betekent dit dat in de gehele Voordelta veranderingen in de mate van verstoring door menselijke activiteiten te verwachten zijn, onafhankelijk van de genomen compensatiemaatregelen. Dit geldt bijvoorbeeld ook voor verstoring van de zeebodem door de bodemberoerende visserij.

Zowel in het bodembeschermingsgebied als in de rest van de Voordelta verandert de visserij, door een combinatie van het verbod op de boomkorvisserij >260 pk in het bodembeschermingsgebied en door autonome trends in de visserij in het gehele gebied. De compensatiemaatregelen die moeten leiden tot minder verstoring in de aangewezen rustgebieden sluiten niet uit dat in de rest van de Voordelta (buiten de rustgebieden) een toename van recreatief gebruik tot meer verstoring kan leiden.
Tot slot moet opgemerkt worden dat de activiteiten tijdens de aanleg van Maasvlakte 2 ook in de periode na het van kracht worden van de compensatiemaatregelen nog kunnen leiden tot verstoring.

2.2 De verwachte effecten van Maasvlakte 2 en de compensatiemaatregelen

Met de aanleg van Maasvlakte 2 gaat in totaal 2455 ha zandbanken en ondiepe zee (habitattype H1110) verloren. Enkele vogelsoorten (zwarte zee-eend, grote stern, visdief) zullen bovendien nadelige gevolgen ondervinden omdat de kwaliteit en omvang van hun foerageer- en rustgebied achteruitgaat. Deze effecten zijn beoordeeld als significant negatief effect (Heinis et al. 2007). Het beheerplan Voordelta bevat de maatregelen voor de compensatie van dit verlies aan natuurwaarden (VenW 2008).
Aanvankelijk werd gedacht aan het instellen van een zeereservaat waarin vrijwel alle vormen van menselijk gebruik zouden worden verboden. Vanwege de grote maatschappelijke weerstand tegen dit voornemen is besloten tot de huidige maatregelen (instellen van het bodembeschermingsgebied en van rustgebieden), waarbij voldaan wordt aan de vereiste natuurcompensatie maar tegelijkertijd zo goed mogelijk rekening is gehouden met de belangen van recreatie, toerisme en visserij. In deze ‘Eco2-benadering’ ligt het primaat bij de natuur, en worden economische belangen optimaal ingepast, in goed gezamenlijk overleg en op basis van tijdig ingebrachte kennis van betrokken partijen (VenW 2008).

Het doel van de compensatiemaatregel is om in de Voordelta de kwaliteit van het habitattype H1110 te verbeteren, en daarmee de productie van voedsel voor vogels en vissen gelijk te houden aan de situatie vóór de aanleg van Maasvlakte 2 en zo het natuurverlies ten minste te compenseren. Het instellen van het bodembeschermingsgebied moet er toe leiden dat de kwaliteit en voedselproductie van de zeebodem in het beschermde gebied met tenminste tien procent verbetert. Deze verbetering compenseert het verlies aan voedselrijke zeebodem door aanleg van Maasvlakte 2. Het uitsluiten van de boomkorvisserij met wekkerkettingen en met schepen met een motorvermogen groter dan 260 pk (191 kW) leidt naar verwachting tot een verhoging van de bodemdierenbiomassa met 10 tot 21 procent. Samen met het effect dat er minder vis zal worden weggevangen binnen het gebied, zorgt dit voor een toename in het voedselaanbod voor vogelsoorten en vissen in het beschermde gebied (VenW 2008).
Hoewel in de Voordelta ook andere vormen van bodemberoerende visserij voorkomen, wordt alleen de boomkorvisserij met wekkerkettingen van schepen met een vermogen >260 pk in het bodembeschermingsgebied verboden. De boomkorvisserij voor schepen >300 pk was al verboden binnen de 12 mijls zone, en dus ook in het bodembeschermingsgebied. Door ook het resterende segment van de boomkorvisserij, voor schepen >260 pk, te verbieden, wordt in feite alle boomkorvisserij met zware vistuigen en gericht op platvis in het gebied verboden.

Het doel van het instellen van het rustgebied voor de zwarte zee-eend is het verminderen van de verstoring zodat de vogels kunnen profiteren van het verhoogde voedselaanbod in het bodembeschermingsgebied. De rustgebieden voor sterns dienen om de vogels makkelijker bij hun voedselgebieden op zee te laten komen. Met deze maatregelen moet het verlies aan voedselgebied door de aanleg van Maasvlakte 2 gecompenseerd worden (VenW 2008).
Voor sterns geldt dat de compensatiemaatregel gunstig is vanaf het moment dat de vogels hun jongen mee kunnen nemen naar het rustgebied.

2.3 Evaluatievragen (volgens het MEP)

Het “Monitoring- en EvaluatieProgramma Maasvlakte 2 – Natuurcompensatie Voordelta”, kortweg MEP Natuurcompensatie Voordelta (VenW 2009) beschrijft het monitoring- en evaluatieprogramma rond de uitvoering van de maatregelen voor natuurcompensatie bij de aanleg van de Tweede Maasvlakte, en sluit aan bij het onderdeel natuur van het MEP Aanleg, dat is gericht op het proces van de aanleg. Het doel van het MEP Natuurcompensatie Voordelta is om door middel van een systematische aanpak te evalueren of er voldoende wordt gecompenseerd voor de significante negatieve effecten van het resultaat van de aanleg, de aanwezigheid van de Tweede Maasvlakte op de natuurwaarden in de Voordelta.
In het MEP Natuurcompensatie Voordelta zijn de evaluatievragen en bijbehorende onderliggende vragen geformuleerd, die zijn afgeleid van de in de Passende Beoordeling voorspelde effecten van de Tweede Maasvlakte en de resultaten van onderzoek naar de effecten van de compenserende maatregelen. Voor de interpretatie van de resultaten van de compensatiemaatregelen is de beantwoording van de evaluatievragen uit het MEP sturend.

De hoofdvragen in het MEP Natuurcompensatie Voordelta, die van belang zijn voor de compensatiemonitoring in het hier gerapporteerde onderzoek, zijn:

1 Wordt het verlies aan habitattype H1110 als gevolg van de aanleg van Maasvlakte 2 voldoende gecompenseerd?

2 Wordt het verlies aan foerageergebied van de zwarte zee-eend als gevolg van de aanleg en het gebruik van Maasvlakte 2 voldoende gecompenseerd?

3 Wordt het verlies aan foerageergebied van de grote stern als gevolg van het ruimtebeslag en het gebruik van Maasvlakte 2 voldoende gecompenseerd?

4 Wordt het verlies aan foerageergebied van de visdief als gevolg van het ruimtebeslag en het gebruik van Maasvlakte 2 voldoende gecompenseerd?

De hoofdvragen en de onderliggende subvragen worden verder uitgewerkt in de hoofdstukken 3 tot en met 5. Sommige subvragen van de evaluatievragen (1a, 1b, 2a, 3a en 4a) hebben betrekking op het aantonen van de negatieve effecten van het proces van de aanleg van de Tweede Maasvlakte. Dit geschiedt in de rapportage van het onderzoeksprogramma van MEP Aanleg. Aangezien deze vragen geen betrekking hebben op de effecten van de compensatie, worden zij in het voorliggende rapport niet verder uitgewerkt.

Het monitoringprogramma is opgezet op basis van de best beschikbare kennis, onder meer gebaseerd op de ervaringen uit metingen in de periode voor aanleg van Maasvlakte 2 (de T_0 periode). Deze kennis is vastgelegd in RIKZ (2007) en in diverse rapporten over de T_0 metingen, en heeft geleid tot een Schedule of Requirements op basis waarvan de aanbesteding voor de monitoring is gedaan. In hoeverre effecten van de compensatiemaatregelen vastgesteld zullen kunnen worden in 2013, hangt af van de variabiliteit in de te compenseren natuurwaarden (zie § 2.1), de omvang van het effect van de maatregel (zie § 2.2), de nauwkeurigheid waarmee de oorspronkelijke situatie is vastgelegd, de beschikbaarheid van goede referentiegebieden en de meetinspanning tijdens de effectmonitoring.
Voor wat betreft de T_0 metingen kan geconcludeerd worden dat deze gedurende een aantal jaren hebben plaats gevonden, met verschillen in inspanning op de verschillende onderdelen. De resultaten van de T_0 zijn vastgelegd in RIKZ (2007) en onderliggende rapportages.

In dat rapport wordt de verwachting uitgesproken dat herstel van het bodemleven binnen enkele jaren zal optreden, waarbij wordt opgemerkt dat het niet eenvoudig zal zijn een verschil in biomassa voor en na de aanleg van Maasvlakte 2 aan te tonen, doordat er jaarlijks grote natuurlijke fluctuaties in het gebied optreden, en het waarschijnlijk is dat veranderingen pas met zekerheid kunnen worden vastgesteld wanneer zij veel groter zijn dan de beoogde 10%.
In het lopende monitoringprogramma wordt aanzienlijk meer gemeten dan alleen de te compenseren natuurwaarden (de primaire parameters zoals bijvoorbeeld biomassa bodemdieren, vogeldagen zwarte zee-eend en sterns). Hiervoor is gekozen omdat er sprake is van een complex vraagstuk: naast de genomen beheersmaatregelen zijn ook veel andere factoren van invloed op de natuurwaarden. Het uiteindelijke resultaat van de beheersmaatregelen kan niet goed geëvalueerd worden zonder rekening te houden met die andere factoren. Het monitoringprogramma is zodanig ingericht dat, naast de primaire parameters, voldoende informatie wordt verzameld over die andere factoren. Dit moet waarborgen dat er uiteindelijk niet alleen een antwoord kan worden gegeven op de vraag of de natuurwaarden voldoende gecompenseerd zijn, maar dat bij dat antwoord een onderbouwing geleverd kan worden waarom de beheersmaatregel wel of niet succesvol is geweest. Immers, de beheersmaatregel kan de juiste zijn geweest, terwijl door onvoorziene omstandigheden het resultaat anders is dan verwacht bij het opstellen van het beheerplan.
Het monitoringprogramma betreft een forse meetinspanning, maar er zijn financiële en logistieke grenzen aan wat uitvoerbaar is. Daarnaast is het niet mogelijk om voor alle maatregelen goede referentiegebieden te kiezen.

2.3.1 Beantwoording van de evaluatievragen

De Voordelta is een complex en dynamisch gebied. De natuurlijke variabiliteit in tijd en ruimte is groot en de processen die zich er afspelen zijn niet alle even goed bekend. Ook factoren van buiten de Voordelta kunnen van grote invloed zijn op natuurwaarden binnen het gebied. Het aantonen van negatieve effecten van menselijke ingrepen op natuurwaarden, of positieve effecten van compenserende maatregelen, is dus niet vanzelfsprekend. Een puur op meetwaarde gebaseerde aanpak is uitgesloten. Op tal van deelgebieden van het systeem is er sprake van veelsoortige kennis. Echter, de aanwezige kennis is nogal ongelijk verdeeld: over sommige relaties is relatief veel bekend, van andere minder. Door het betrekken van specialisten uit de verschillende deelgebieden, en het samenbrengen van hun expertise, kunnen door middel van *expert judgement* keuzes worden gemaakt ten aanzien van wat meetbaar is en wat niet, en wat de waarde is van verwachte resultaten in het grotere geheel. Hierbij dient expliciet te worden gemaakt wat de stand van zaken is qua kennis en vooral ook qua kennisleemtes.
Een gericht meetprogramma kan deze kennis versterken en kennisleemtes kunnen worden ingevuld. Uiteraard kent elk meetprogramma grenzen, nog los van eventuele financiële en praktische beperkingen. Het is de uitdaging om gebruik makend van beschikbare kennis en met oog voor praktische en theoretische beperkingen toch uitspraken te doen over de evaluatievragen. Daarbij is het ook noodzakelijk om bestaande kennisleemtes een plaats te geven.
De evaluatievragen dienen om vast te kunnen stellen of de significante effecten als gevolg van de aanwezigheid van de Tweede Maasvlakte voldoende worden gecompenseerd. De vragen richten zich daarom enerzijds op een vergelijking van de oorspronkelijke situatie (zonder Maasvlakte 2, bodembeschermingsgebied en rustgebieden) met de situatie na uitvoering van de compensatiemaatregelen (voor versus na) en anderzijds op een vergelijking tussen de compensatiegebieden (bodembeschermings- en rustgebieden) en de referentiegebieden (binnen versus buiten).

De compensatiemaatregelen zelf zijn gebaseerd op achterliggend onderzoek en kennis over de situatie en ingreep-effect relaties in het gebied (RIKZ 2007).
De beoordeling of de compensatiemaatregelen voldoende resultaat opleveren, zal zich richten op een vergelijking van de situatie in de periode 2009-2013 met de uitgangssituatie. Deze uitgangssituatie is vastgelegd in een aantal T_0 metingen. Ook zijn diverse andere achtergrondrapporten van belang (Alkyon 2006a 2006b; Asjes et al. 2004; Couperus et al. 2008; Craeymeersch et al. 2004, 2005a, 2005b; Grift & Tulp 2004; Kater 2007; Leopold et al. 2008; Poot et al. 2005, 2006; RIKZ 2007; Seegers et al. 2006; Steenbergen & Escaravage 2006; Tulp et al. 2006). Daarnaast is de beoordeling gericht op een vergelijking met de ontwikkeling in onverstoorde (of minder verstoorde) gebieden met soortgelijke kenmerken, de z.g. referentiegebieden.
De data uit de compensatiemonitoring kunnen worden aangevuld met andere waarnemingen (zoals o.a. uit het MWTL programma en andere monitoringactiviteiten). De periode 2009-2013 zal eind 2013 worden beschreven op basis van de dan beschikbare monitoringresultaten. De eind 2013 beschikbare resultaten zullen niet de volledige periode 2009-2013 beschrijven, omdat de analyse van een deel van de gegevens (o.a. de resultaten van de vis- en bodemdierenbemonstering van 2013) niet voor het einde van 2013 uitgevoerd kan worden. Voorzien is dat de op dat moment nog niet geanalyseerde monsters gebruikt zullen worden in de volgende fase (na 2013) van het monitoring- en evaluatieprogramma.
De compensatiemaatregelen hebben betrekking op het bodembeschermingsgebied en een aantal rustgebieden. Zoals gezegd, zijn in het monitoringprogramma ook diverse referentiegebieden opgenomen. De referentiegebieden zijn van belang om de effecten van externe of autonome ontwikkelingen goed in beeld te krijgen, en de veranderingen die optreden in het bodembeschermingsgebied en de rustgebieden als gevolg van de compensatiemaatregelen zo zuiver mogelijk te kunnen vaststellen (RIKZ 2007).

2.4 Evaluatievragen in perspectief: effectketens nader uitgewerkt

De in het Plan van Aanpak deel B (Heessen & Jak 2009) beschreven metingen en meetmethoden zijn het uitgangspunt voor de compensatiemonitoring. Enkele kenmerkende aspecten van het Plan van Aanpak:

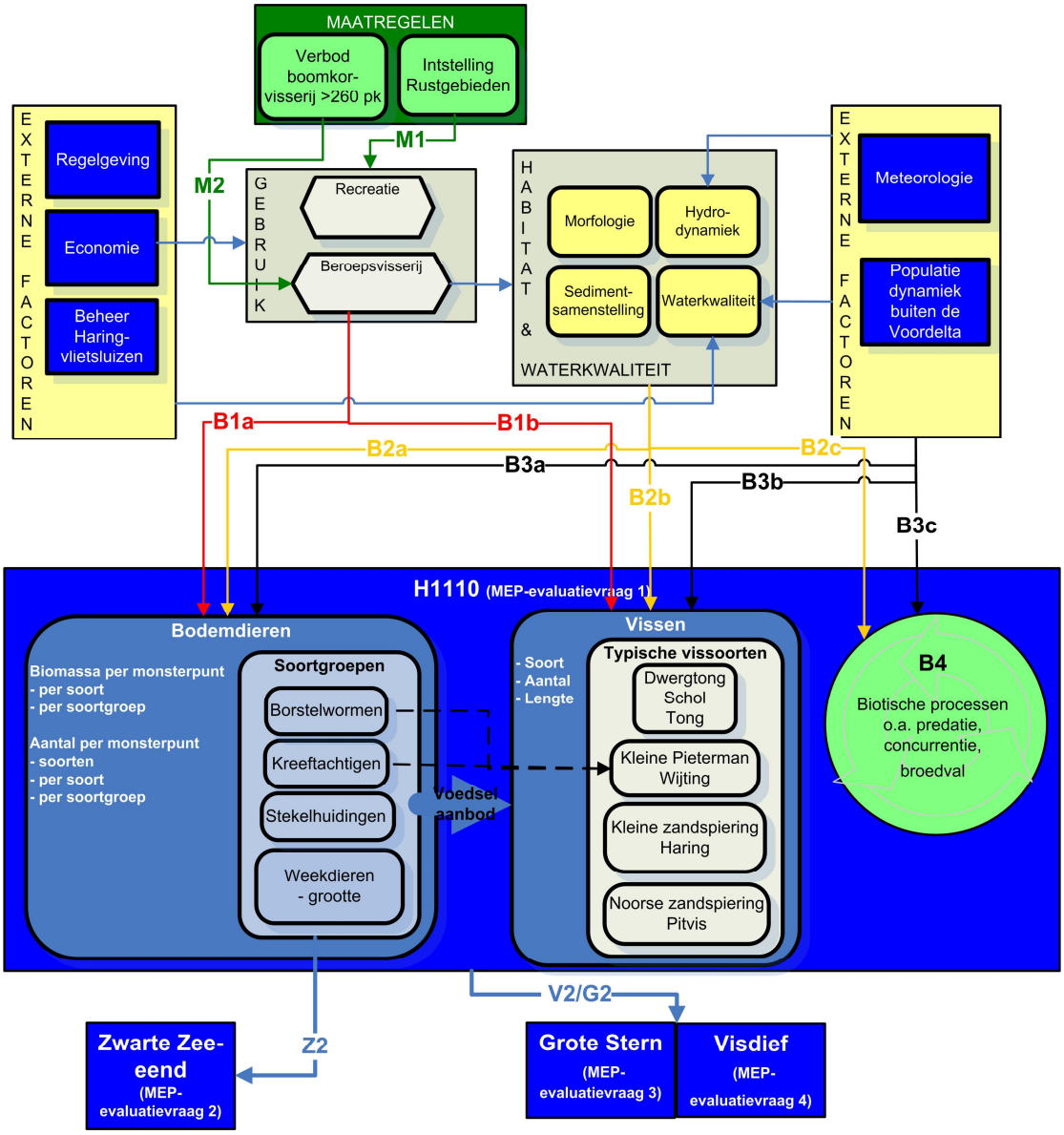
- Het werk wordt uitgevoerd door een consortium van specialisten.
- Het meerjarenprogramma bouwt voort op het oorspronkelijke RIKZ- plan en de reeds uitgevoerde T_0 metingen.
- De kennis uit de afzonderlijke percelen wordt gebundeld om tot een integraal antwoord op de gestelde evaluatievragen te komen.

De in §2.3 beschreven MEP vragen zijn afgeleid van de voorspelde, te compenseren, effecten van de aanleg, aanwezigheid en gebruik van Maasvlakte 2 op de beschermde natuurwaarden in het Natura 2000-gebied Voordelta. Deze effecten zijn vastgelegd in het MER en in de Passende Beoordeling.
De MEP vragen vormen op het hoogste abstractieniveau de vragen waarop de compensatiemonitoring een antwoord moet geven, namelijk of de compensatiemaatregelen het gewenste effect op de te compenseren natuurwaarden hebben. De maatregelen zijn gebaseerd op voorspelde effecten van de maatregelen, gebaseerd op de best beschikbare kennis. Voorspellen van effecten gaat altijd gepaard met onzekerheden. Het is niet uitgesloten dat de werkelijkheid zich anders gedraagt dan verwacht.
De resultaten van de monitoring beperken zich daarom niet alleen tot een uitspraak over het wel of niet optreden van de voorspelde effecten, maar kunnen ook leiden tot bijstelling van de maatregelen of het monitoringplan.

Effectketens

De voorspelde effecten en de te nemen compensatiemaatregelen zijn gebaseerd op ingreep-effect relaties zoals vastgelegd in RIKZ (2007) en in de Passende Beoordeling. In het "Monitoring- en EvaluatieProgramma Maasvlakte 2 – Natuurcompensatie Voordelta", kortweg MEP Natuurcompensatie Voordelta of MEP-NCV (VenW 2009) zijn eveneens effectketens beschreven, op een globaler niveau geformuleerd dan de relaties in RIKZ (2007). De effectketens beschrijven de processen die relevant zijn voor het inzicht in de ingreep-effectrelaties met betrekking tot de aanleg van de Tweede Maasvlakte en de compensatiemaatregelen. De effectketens geven daarmee, voor iedere evaluatievraag, ook sturing aan de onderliggende onderzoeksvragen. De eerder in RIKZ (2007) beschreven effectketens en de effectketens uit het MEP-NCV zijn samengevoegd. Deze effectketens zijn een vereenvoudigde representatie van het complexe natuurlijke systeem in de Voordelta.

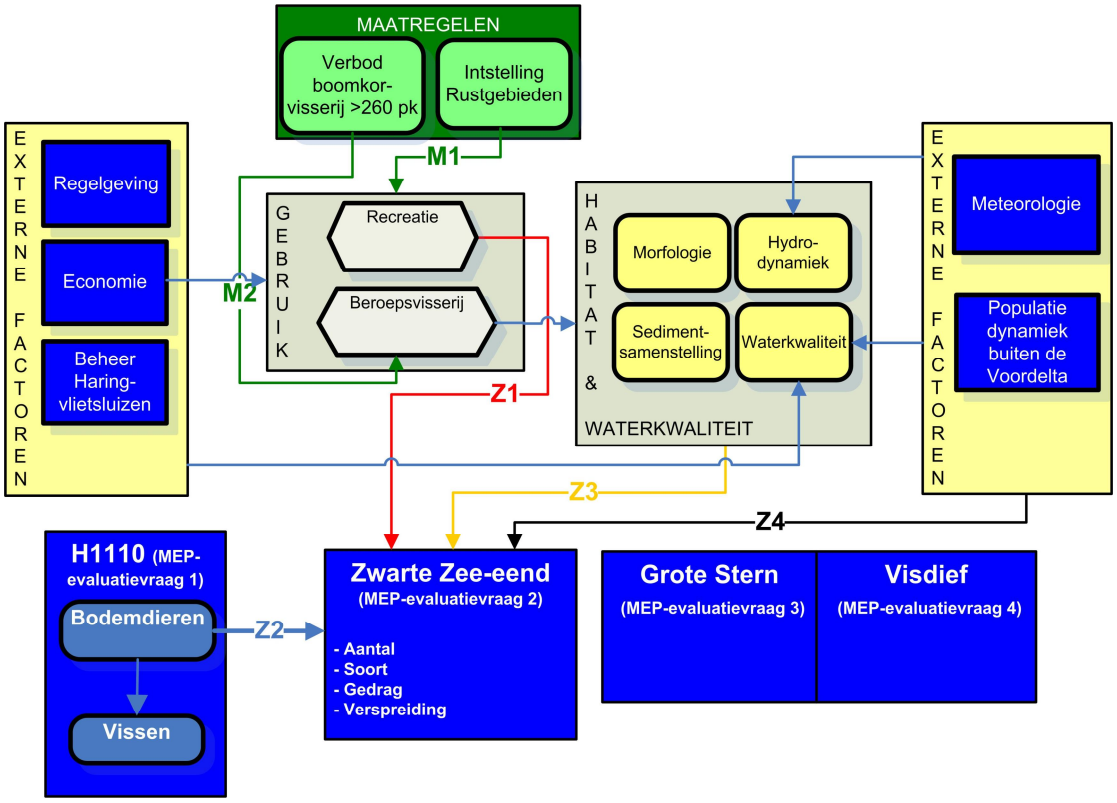
De effectketens laten zien wat, naar het huidige inzicht, de belangrijkste factoren in de Voordelta (en daarbuiten) zijn met invloed op de te compenseren natuurwaarden en dus op de te beantwoorden MEP evaluatievragen (aangegeven met de blauwe blokken in het schema, zie Figuur 2.1 tot en met Figuur 2.3). Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen externe factoren, die niet in het monitoringprogramma zijn opgenomen (gele blokken in het schema), en factoren die wel in het project bekeken en bemeten zullen worden. Bij deze laatste factoren zijn enerzijds te onderscheiden de factoren die direct door de compensatiemaatregelen (groene blokken) worden beïnvloed en anderzijds de (a)biotische factoren die mede als gevolg van de compensatiemaatregelen worden beïnvloed (grijze blokken). De factoren worden kwalitatief en kwantitatief beschreven aan de hand van de gegevens die in de diverse percelen worden verzameld. Voor de evaluatievraag en onderliggende onderzoeksvragen wordt via (werk)hypothesen en analyse van de data nagegaan in hoeverre een verandering aan een bepalende factor is toe te schrijven.
De evaluatievragen zullen worden beantwoord op basis van een beperkt aantal te toetsen indicatoren ('primaire parameters'). Echter, een antwoord aan de hand van die indicatoren alleen geeft onvoldoende inzicht of het waargenomen effect zuiver het resultaat van de compensatiemaatregelen is. De Voordelta is een complex systeem, waar de aanleg van de Maasvlakte 2 en de compensatiemaatregelen niet de enige factoren zijn die van invloed zijn op de natuurwaarden. De effecten van de compensatiemaatregelen, die in dit project onderzocht worden, zijn via verschillende "routes" in de ingreep-effectrelaties van invloed op het eindresultaat. Daarnaast zijn er mogelijk ook effecten van andere menselijke activiteiten en van autonome ontwikkelingen binnen en buiten het onderzoeksgebied ("externe factoren" in de effectketens).
De effectketens zijn van belang voor de beantwoording van de evaluatievragen. Elke evaluatievraag kan via de effectketens worden opgesplitst in onderliggende vragen. Deze onderliggende vragen, en de antwoorden op die vragen, leveren input voor de uiteindelijke beantwoording van de evaluatievragen. Die beantwoording geschiedt door combinatie van gegevens uit diverse percelen via een integrale afweging.



Figuur 2.1 Effectketen Habitat H1110 (MEP evaluatievraag 1)

De monitoring heeft tot doel het effect van de maatregelen te beoordelen. Bij de beoordeling zijn de volgende parameters van direct belang:

Biomassa bodemdieren en hoeveelheid voedsel voor beschermde/typische soorten
De biomassa van bodemdieren en hoeveelheid voedsel voor beschermde/typische soorten wordt direct beïnvloed door de bodemberoerende visserij (B1a in Figuur 2.1). Daarnaast is er een indirecte invloed van de visserij op abiotische omstandigheden, die direct of indirect kunnen doorwerken (B2a-B2c). Belangrijk is dat ook externe factoren van invloed kunnen zijn, zoals o.a. de effecten van economische ontwikkelingen op de visserij, de effecten van meteorologie of de effecten van ingrepen buiten de Voordelta, zoals de gedeeltelijke openstelling van de Haringvlietsluizen (“de Kier”).



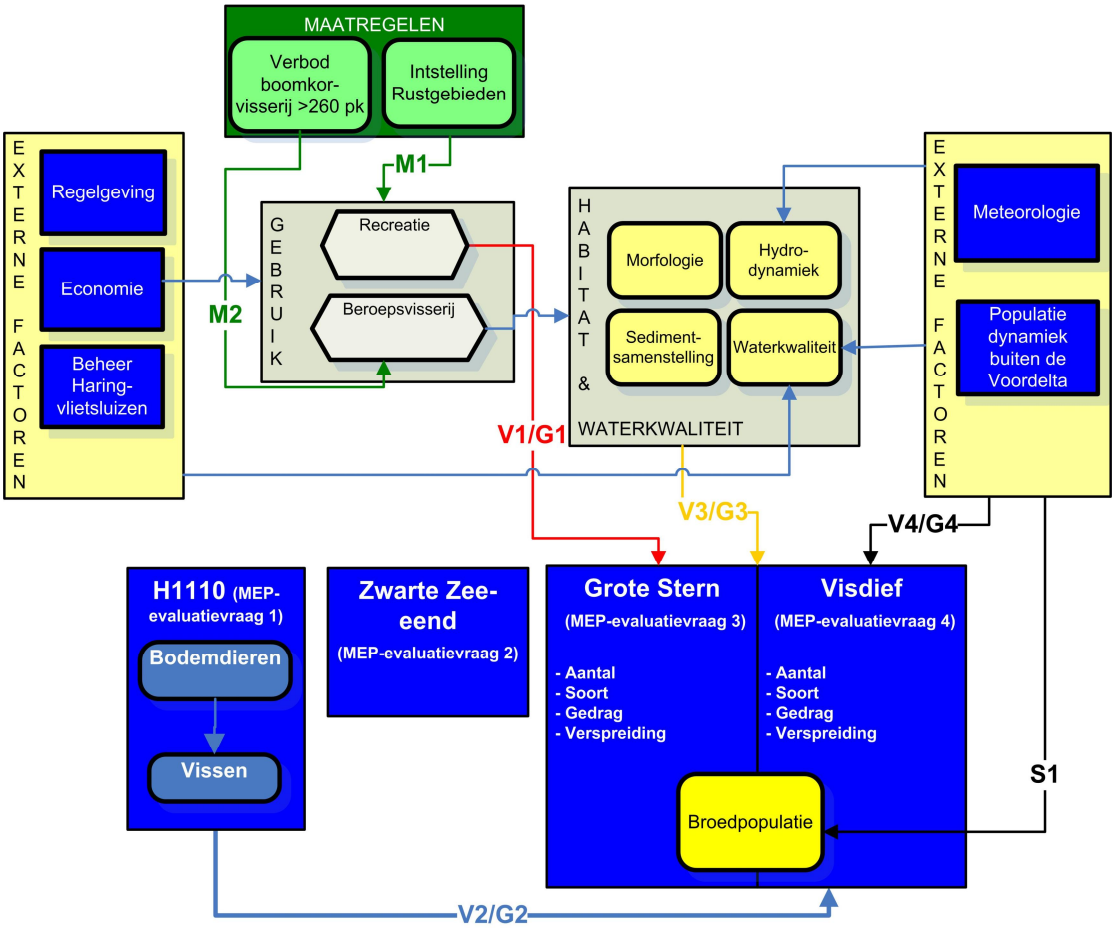
Figuur 2.2 Effectketen zwarte zee-eend (MEP evaluatievraag 2)

Zwarte zee-eend

De Voordelta is belangrijk voor overwinterende en doortrekkende zwarte zee-eenden, en de aantallen zijn daarom het hoogst in de winter en het voorjaar. De dieren verzamelen zich rond schelpdierbanken, en de relatie (Z2) tussen voedselaanbod en het voorkomen van de eenden, zoals aangegeven in het in Figuur 2.2 weergegeven effectschema, is daarom van belang.

Bodemberoerende visserijvormen hebben een mogelijk direct effect op de totale hoeveelheid beschikbaar voedsel voor zwarte zee-eenden. Daarnaast zijn zee-eenden erg gevoelig voor verstoring. In de winter en het voorjaar zijn kitesurfen en visserij volgens RIKZ (2007) waarschijnlijk de belangrijkste bronnen van visuele verstoring (Z1). De compensatie is er primair op gericht de totale voedselvoorraad voor zwarte zee-eenden in de gehele Voordelta tenminste op hetzelfde niveau te houden als voor de aanleg van Maasvlakte 2.

Daarnaast wordt er door de instelling van een tweetal rustgebieden voor gezorgd dat voldoende rustig gebied aanwezig is om van het voedsel te kunnen profiteren (M1). Doel van deze maatregelen is dat de kwaliteit van het rust- en foerageergebied voor overwinterende en doortrekkende zwarte zee-eenden na de aanleg van Maasvlakte 2 tenminste gelijk blijft. Of de zwarte zee-eenden dan werkelijk in de gewenste aantallen in de winter en het voorjaar aanwezig zijn, hangt eveneens af van externe factoren (buiten de Voordelta) die van invloed kunnen zijn op diverse van de bovengenoemde factoren en relaties. Daarbij valt o.a. te denken aan effecten van economische ontwikkelingen op recreatie en visserij (M2), en aan effecten als verschillen in weersomstandigheden tussen jaren en ontwikkelingen in de populatie van de zwarte zee-eend (Z4).



Figuur 2.3 Effectketen grote stern en visdief (MEP evaluatievraag 3/4)

Grote stern en visdief

Het voorkomen van de sterns in de Voordelta wordt bepaald door de beschikbaarheid van geschikt voedsel in combinatie met goed doorzicht, de afstand tot de broedkolonies en de aanwezigheid van droogvallende platen (Figuur 2.3). De beschikbaarheid van geschikt voedsel wordt deels beïnvloed door de visserij, maar waarschijnlijk zijn kustmorfologie (geul/plaatverdeling) en waterkwaliteit, en factoren buiten de Voordelta het meest bepalend voor het voorkomen van stapelvoedsel. Rustverstoring op de platen als gevolg van recreatie (V1/G1) wordt verminderd door het instellen van de rustgebieden, en is een belangrijke factor die het gebruik van de Voordelta bepaalt. Ontwikkelingen in de kustmorfologie en waterkwaliteit zijn medebepalend voor de geschiktheid van het gebied (V3/G3). Ontwikkelingen buiten de Voordelta (bijvoorbeeld in de broedpopulaties, zoals geschiktheid broedhabitat, predatie, etc.) en andere externe factoren zijn waarschijnlijk van grote invloed op het aantal vogeldagen in de Voordelta (V4/G4).

2.5 Integratie percelen: het belang van samenhang

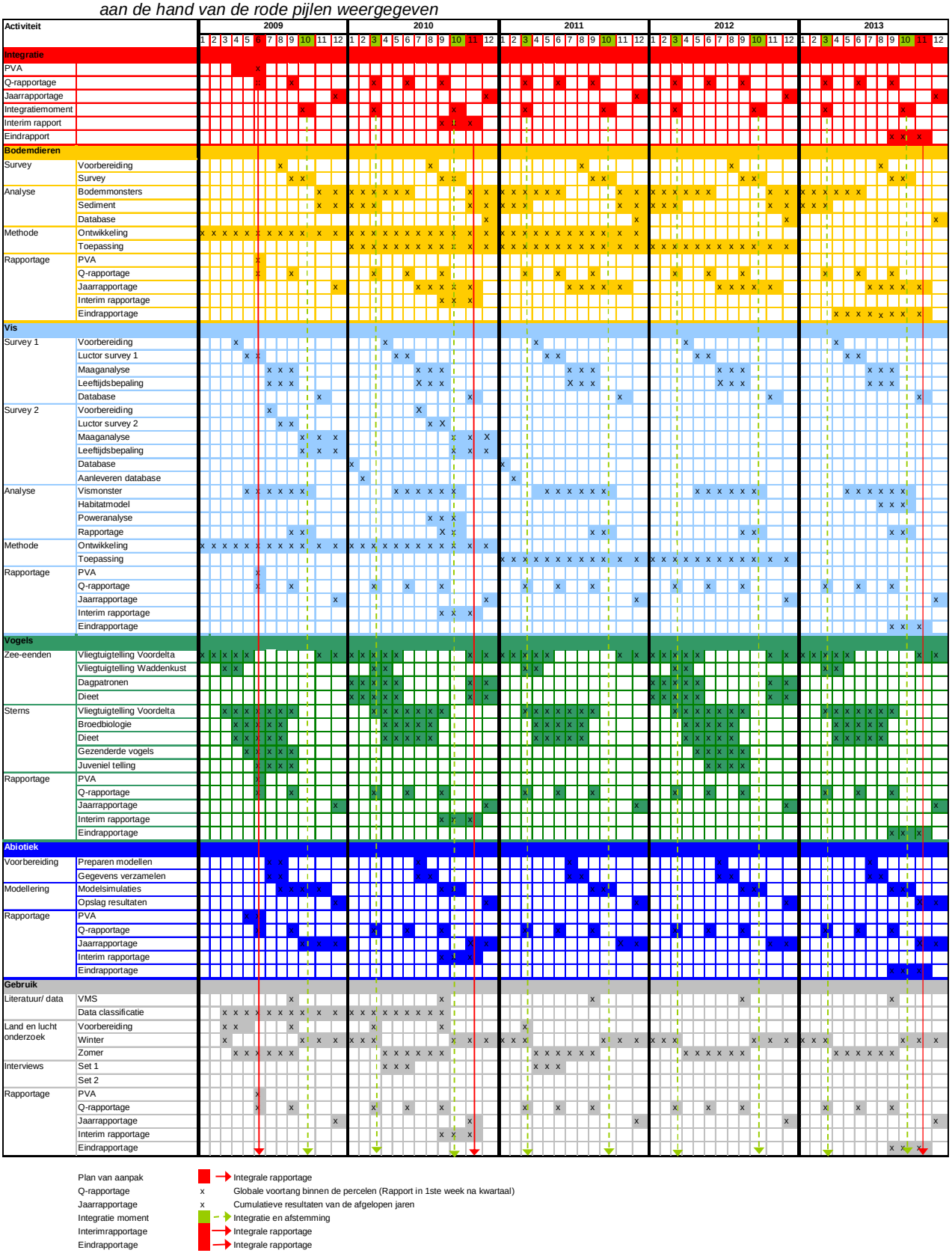
De compensatiemonitoring is om praktische redenen opgedeeld in een aantal percelen (benthos, vis, vogels, abiotiek en gebruik). Ieder perceel levert bouwstenen op voor de beantwoording van de evaluatievragen. Maar de afzonderlijke delen zijn niet voldoende voor het uiteindelijk beantwoorden van de evaluatievragen. Daarvoor is integratie van de informatie uit de verschillende percelen noodzakelijk.

Tabel 2.1 schetst hoe de uitwisseling van informatie tussen de percelen bijdraagt aan betere interpretaties per perceel. Tenslotte bevat het Plan van Aanpak een gedetailleerde planning van de activiteiten (Tabel 2.2).

Tabel 2.2.1 Overzicht van alle gegevens ingewonnen binnen de percelen (blauwe vlakken) en uitwisseling van gegevens tussen de percelen (levering van percelen in kolommen aan percelen in rijen)

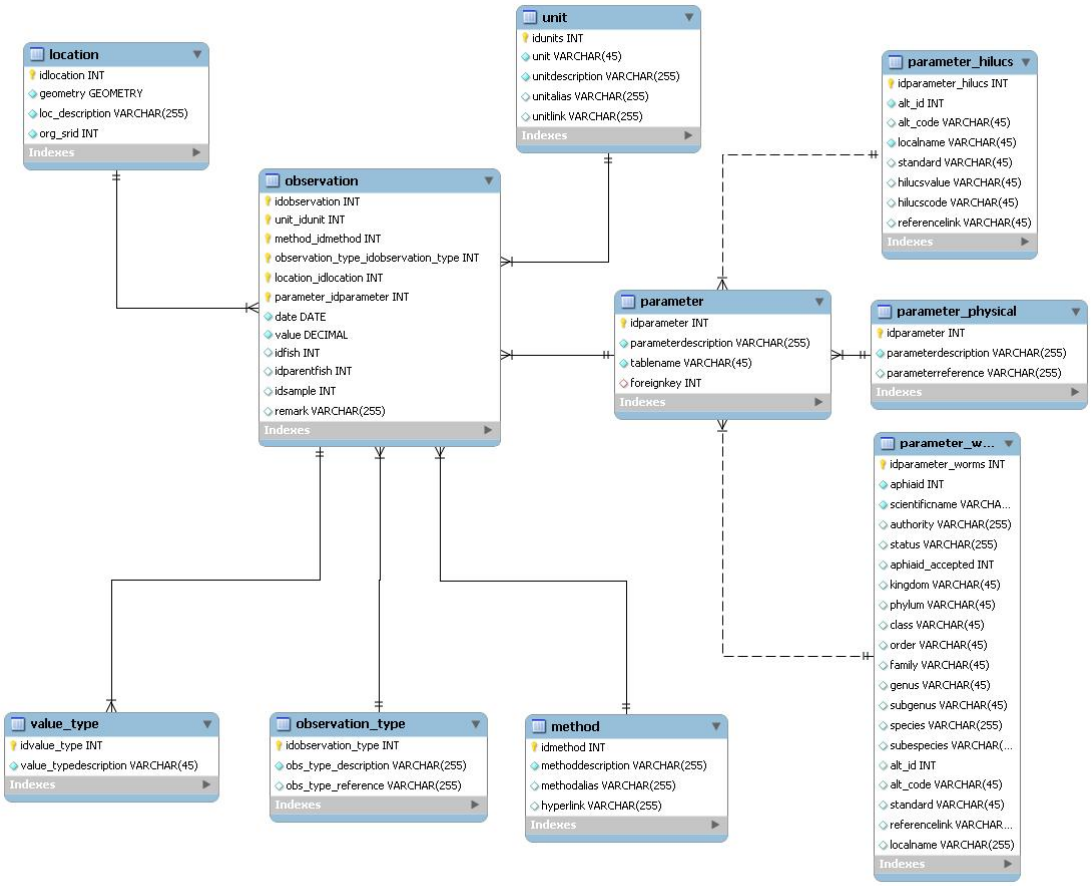
Uit / Aan	Bodemdieren	Vogels	Vissen	Gebruik	Abiotiek
Bodemdieren	Soorten H1110 Soortensamenstelling Biomassa Dichtheid Diversiteit Verspreiding schelpdieren Grootteklasse Sedimentsamenstelling (Box-corer) Watertemperatuur (CDT) Saliniteit (CTD) Diepte station (CTD) Doorzicht (secchi-disk)	Dieet Zwarte zee-eend	Dieet	Visserij-intensiteit (VMS) Monitoring- en onderhoud Delfstoffenwinning	Saliniteit, (model) Watertemperatuur (model, remote sensing), Bathymetrie Getijstroming (model) Bodemschuifspanning t.g.v. stroming (model) Bodemschuifspanning t.g.v. golven (schatting uit boei) Spuirregime Haringvlietsluizen
Vogels	Soortensamenstelling Biomassa Verspreiding Dichtheid Leeftijd/grootte	Aantal vogeldagen (Adult of juveniel) Verspreidingspatronen Gedrag Aanvoer voedsel naar kolonie Aantal broedparen Broedsucces Broedlocatie Externe factoren (predatie) Gebruik (platen in) door adulte of juveniele vogels Activiteiten 's nachts Maaginhoud zee-eenden	Verspreiding Aantal Lengteverdeling Gewicht Soortensamenstelling	Visserij-intensiteit (VMS) Recreatie Monitoring- en onderhoud Kleine luchtvaart Militaire activiteiten Delfstoffenwinning	Golfhoogte Kustmorfologie (Bathymetrie, droogvalduur, plaat areaal) Weersomstandigheden (windsnelheid, luchttemperatuur) Doorzicht (meting, remote sensing) Salinteit tbv fronten (model) Watertemperatuur (model, remote sensing) Spuirregime Haringvlietsluizen
Vis	Biomassa Verspreiding Dichtheid Sedimentsamenstelling (Box-corer) Lengteverdeling zandspiering	Dieet juveniele en/of adulte grote stern, visdief	Soorten H1110 Soortensamenstelling Aantal Leeftijd/grootteverdeling Dichtheid Verspreiding Gewicht Grootte Conditie (gewicht/lengte) Groei en mortaliteit jonge vis Maaginhoud vissen Saliniteit (CTD) Saliniteit (DataSonde net) Watertemperatuur (CTD) Watertemperatuur (DataSonde net) Diepte station (CTD) Doorzicht (Secchidiepte)	Visserij-intensiteit (VSM) Monitoring- en onderhoud Delfstoffenwinning	Saliniteit (model) Watertemperatuur (model, remote sensing) Doorzicht (meting, remote sensing) Spuiregime Haringvlietsluizen.
Gebruik				Visserij-intensiteit Recreatie Monitoring en onderhoud Kleine luchtvaart Militaire activiteiten Delfstoffenwinning	Weersomstandigheden Getijstromingen Bathymetrie
Abiotiek	Sedimentsamenstelling (Box-corer) Saliniteit (CTD) Watertemperatuur (CTD) Diepte station (CTD) Doorzicht (secchidiepte)		Saliniteit (CTD) Saliniteit (DataSonde net) Watertemperatuur (CTD) Watertemperatuur (DataSonde net) Diepte station (CTD) Doorzicht (Secchidiepte)		Getijdenstroming (model) Golfwerking (Boei) Zoutgehalte (model) Sedimentsamenstelling (Box-corer) Watertemperatuur (model, remote sensing) Doorzicht (meting, remote sensing) Spuiregime Haringvlietsluizen Bathymetrie, droogvalduur Bodemschuifspanning (model, inschatting uit boei) Weersomstandigheden

Tabel 2.2 Overzicht van de geplande activiteiten van de verschillende percelen. Het integratie perceel doorkruist alle percelen. De momenten waarop informatie wordt uitgewisseld ten behoeve van de integratie is aan de hand van de rode pijlen weergegeven



2.6 Datamanagement

De uitwisseling van gegevens tussen de percelen, die nodig is voor een integrale beantwoording van de MEP vragen, moet ook technisch gefaciliteerd worden. Zolang de percelen in gescheiden processen ieder hun eigen type data verzamelen, is integratie een arbeidsintensief proces. Om hieraan tegemoet te komen en uitwisseling van gegevens tussen de percelen te bevorderen, is al vanaf de aanvang van het project voorzien in het delen van data via een repository (Prins et al. 2011). De repository maakt versiebeheer van de gegevens mogelijk, en vormt daarmee een belangrijk onderdeel van de kwaliteitsborging. Daarnaast is in 2011 veel aandacht besteed aan het opzetten van een online database met een geüniformeerd datamodel waarin alle monitoringgegevens opgenomen kunnen worden (Figuur 2.4).



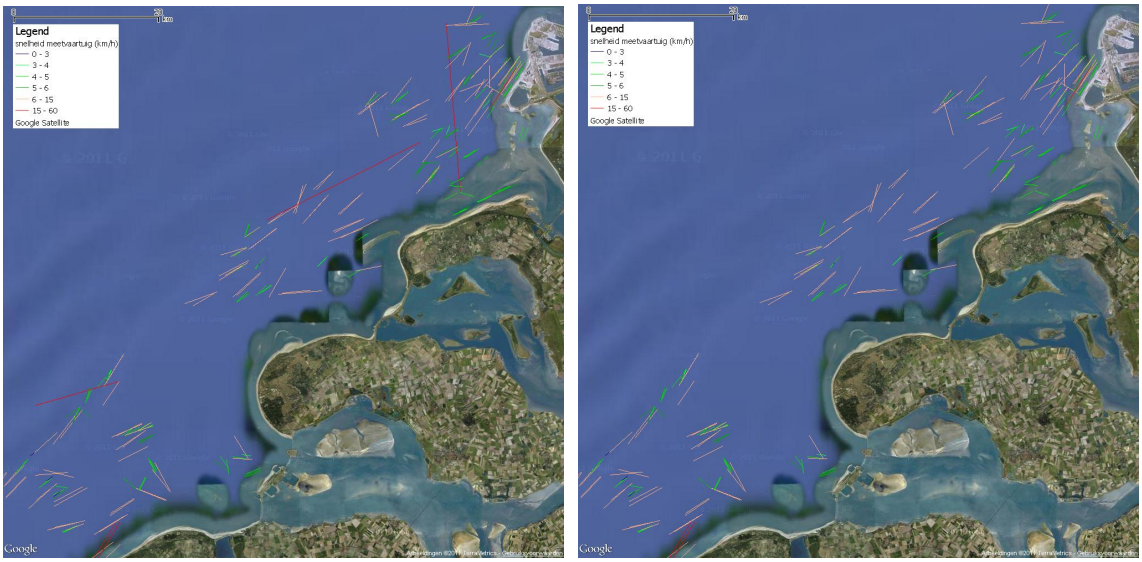
Figuur 2.4 PMR-NCV geüniformeerd datamodel

Het datamodel is uitgebreid beschreven in diverse onderliggende documenten die bij de sprintsessies met de afzonderlijke consortiumpartners zijn gebruikt.

De voorgestelde opzet is een doorontwikkeling van de oorspronkelijke opzet, waarbij gemikt werd op het gebruik van NetCDF als standaard formaat. NetCDF is een zeer geschikt format waar het gaat om gestructureerde data, zoals rasterdata of de modelresultaten uit het perceel Abiotiek. De huidige opzet biedt nog steeds de mogelijkheid om gegevens in dit format op te slaan, en maakt bovendien het opslaan van enkelvoudige punt- en vectordata eenvoudiger. De uniform gestructureerde gegevens zijn voor alle consortiumpartners online te benaderen via een OPeNDAP-server bij Deltares.

OPenDAP staat voor Open-source Project for a Network Data Access Protocol, en omvat een data transport architectuur en protocol dat in de geo-informatiesector veelvuldig gebruikt wordt. Met behulp van OPeNDAP kan eenvoudig een deel van de data (bijvoorbeeld binnen een deelgebied van de Voordelta) uit een complete dataset worden gehaald zonder de gehele dataset te hoeven downloaden. Dat biedt voordelen met betrekking tot snelheid van bewerkingen. Op dit ogenblik worden bijvoorbeeld alleen gemiddelde maandelijkse waarden opgenomen in de database, maar in een verdere fase van het onderzoek bestaat de mogelijkheid om heel specifiek andere waarden te benaderen, bijvoorbeeld waarden ten tijde van de monstername van een perceel.

De database bestaat uit een PostgreSQL database waaraan PostGIS is toegevoegd. Het voordeel van het toevoegen van deze extensie is dat de standaard database wordt omgezet naar een geodatabase waarin het mogelijk is om de ruimtelijke component van de gegevens op te slaan. Zo is het eenvoudiger om deze data te visualiseren binnen GIS pakketten. OpenEarth of QuantumGIS zijn hiervan voorbeelden, die gebruik maken van Google Earth technieken. Directe visualisatie van gegevens die in de database zijn opgenomen heeft als bijkomend voordeel dat op relatief gemakkelijke wijze inzicht kan worden verkregen in de kwaliteit van de gegevens. Figuur 2.5 toont als voorbeeld de lijnen tussen start en eindpunt van uitgevoerde vistrekken. De kleuren geven de snelheid aan. Uitgaande van de methodiek van vissen zou de snelheid van het meetvaartuig tussen de 3 en de 5 knopen (resp. 5.5 en 9.3 km/h) moeten liggen. In het linkerpaneel zijn de ruwe data weergegeven. De foutief ingevoerde gegevens (rode trekken) springen direct in het oog. Het rechterpaneel presenteert de vistrekgegevens, na kwaliteitscontrole.

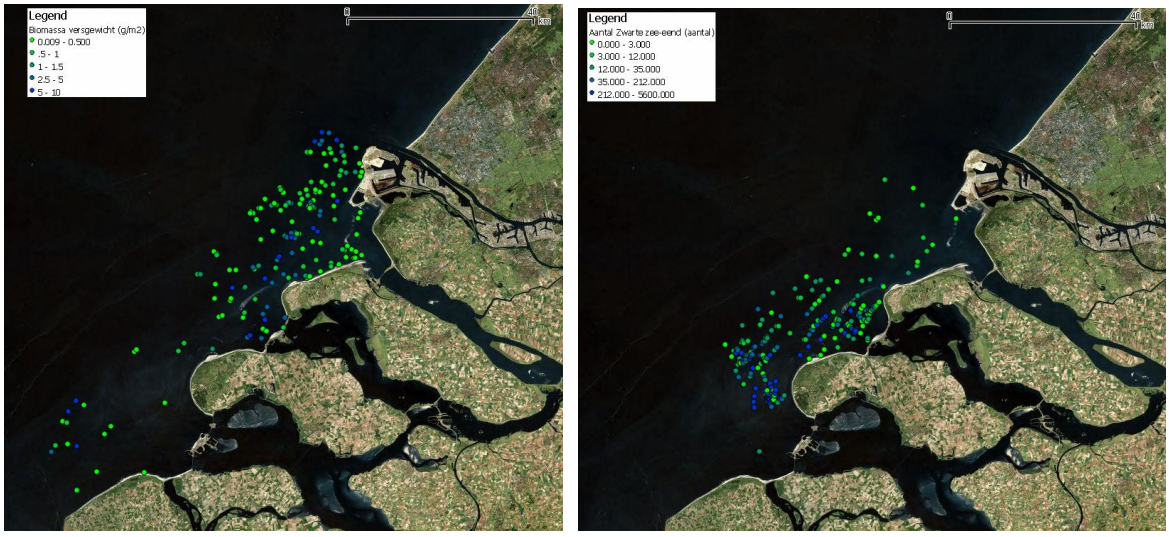


Figuur 2.5 *Visualisatie van locatie en snelheid van uitgevoerde vistrekken. Links de ruwe data, rechts de data na kwaliteitscontrole. De rode lijnen in het linkerpaneel duiden op een afwijking van het protocol, of, zoals in dit geval, op foutieve invoer*

Naast de database is het ook mogelijk om de data te visualiseren en uit te serveren via Geoserver. Dit is software waarmee de gegevens vanuit de database worden geconverteerd naar diverse formaten die worden ondersteund door de Open GIS gemeenschap (ofwel OGC compliant zijn). Door de gegevens op deze manier beschikbaar te stellen geeft het de consortiumpartners de vrijheid om ook de data uit andere percelen te verwerken in het systeem van keuze (mits dat systeem OGC compliant is).

Verder is het mogelijk om op een gemakkelijke manier afgeleide gegevens (bijvoorbeeld dichtheden) te presenteren aan belanghebbenden.

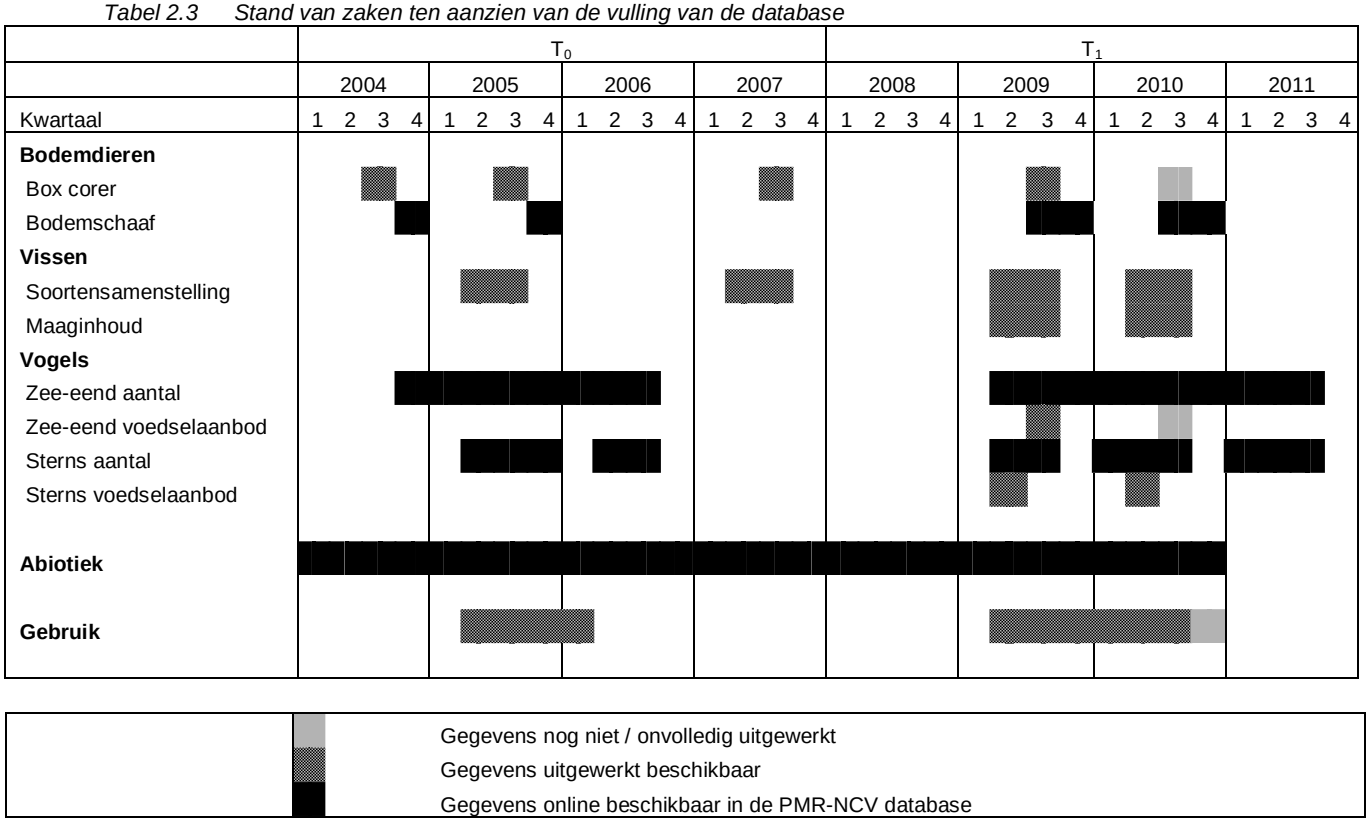
Figuur 2.6 toont een voorbeeld van de uitlevering van gegevens via QuantumGIS, in dit geval van de waarnemingspunten van het drooggewicht van prooidieren van de zwarte zee-eend (links) en gesommeerde waarnemingen van de zwarte zee-eend gedurende de observaties ten behoeve van T_0 (rechts). Gegevens van het perceel benthos kunnen zo binnen eenzelfde omgeving met de gegevens van het perceel vogels gecombineerd en geanalyseerd worden. De hier gepresenteerde gegevens kunnen bijvoorbeeld inzicht verschaffen in een mogelijk verband tussen drooggewicht van prooidieren en aanwezigheid van zwarte zee-eenden. Daar waar grote concentraties zee-eenden zijn waargenomen en ook bodemschaafmonsters zijn genomen lijkt het drooggewicht groter dan elders. Dit voorbeeld betreft slechts voorlopige gegevens, zodat hier geen werkelijke conclusies aan verbonden kunnen worden. De box-corer gegevens zijn hierbij bijvoorbeeld nog niet meegenomen. Concreet uitgewerkte voorbeelden van combinaties van gegevens uit verschillende percelen worden in de hiernavolgende hoofdstukken gepresenteerd.



Figuur 2.6 *Via de geüniformeerde database en de combinatie met GeoServer, kunnen gegevens van verschillende percelen in eenzelfde verwerkingsomgeving (hier QuantumGIS) gepresenteerd en geanalyseerd worden*

De databeschikbaarheid in de online database is nog niet volledig. Tabel 2.3 geeft de stand van zaken voor wat betreft de uitwerking van de gegevens en de beschikbaarheid via de online database.

Tabel 2.3 Stand van zaken ten aanzien van de vulling van de database



2.7 Referenties

Alkyon, 2006a. Morfodynamische ontwikkeling Voordelta. Rapport A1698. Alkyon, Marknesse.

Alkyon, 2006b. Kwantitatieve analyse en prognose morfologische ontwikkeling Voordelta. Rapport A1770. Alkyon, Marknesse.

Asjes J, Craeymeersch J, Escaravage V, Grift RE, Tulp I, Bult T & Villars N, 2004. Strategy of approach for the baseline study Maasvlakte 2, Lot 2: benthic fauna and Lot 3: fish and fish larvae. RIVO, IJmuiden.

Couperus AS, van Damme CJG, Tulp I, Tribuhl S, Pennock I, Heessen HJL (2008) Vis in de Voordelta: nulmetingen 2007 in het kader van de aanleg van de Tweede Maasvlakte. IMARES rapport C061/08.

Craeymeersch JA, Escaravage V & Perdon J, 2004. Baseline study MEP-MV2. Veldwerkrapportage najaar 2004, Rapport C085/04, IMARES, Yerseke.

Craeymeersch JA, Escaravage V, Perdon J, 2005a. Baseline study MEP-MV2. Veldwerkrapportage bodemdieren najaar 2005, rapportnr C079/05, IMARES, Yerseke.

Craeymeersch JA, Escaravage V & Perdon J, 2005b. Baseline study MEP-MV2 Lot 2: bodemdieren Voortgangsverslag juni 2005, rapportnr C027/05, IMARES, Yerseke.

Dekker W (2007) Visbemonstering in de Voordelta: statistische betrouwbaarheid van de nulmetingen in het kader van de aanleg van de Tweede Maasvlakte. IMARES rapport C050/07.

Grift RE & Tulp IYM, 2004. Nulmetingen Maasvlakte 2: meetstrategie vissen. RIVO, IJmuiden.

Heessen HJL & Jak RG (2009). Plan van Aanpak PMR monitoring natuurcompensatie Voordelta. Deel B: Uitvoeringsplannen per perceel. IMARES rapport.

Heinis, F., C.T.M. Vertegaal, C.R.J. Goderie, P.C. van Veen. PMR (2007). Habitattoets, Passende Beoordeling en uitwerking adc-criteria ten behoeve van vervolgbesluiten van Maasvlakte 2.

Holzhauer H & Prins TC (2009). Plan van Aanpak PMR monitoring natuurcompensatie Voordelta. Deel A: Samenhang en integratie van de percelen. Rapport Deltares 1200672-008-ZKS-0002.

Kater B (2007) De power van de nulmeting macrobenthos. Poweranalyses ten behoeve van de effectmeting macrobenthos in het kader van de natuurcompensatie van de aanleg van de Tweede Maasvlakte. Alkyon conceptrapportage A1867R1.

Leopold MF, van Stralen MR, de Vlas J (2008) Zee-eenden en schelpdiervisserij in de Voordelta. IMARES rapport C008/08.

Poot MJM, Heunks C, van Horssen PW, Prinsen HAM & Boudewijn TJ 2005. Evaluatierapportage: november 2004 t/m juni 2005, Perceel 4: Vogels, Nulmeting in kader van Monitoring en Evaluatie Programma, Project Mainport Rotterdam - MEP MV2. Rapport 05-170, Bureau Waardenburg, Culemborg.

Poot MJM, Heunks C, Prinsen HAM, van Horssen PW & Boudewijn TJ, 2006. Zeevogels in de Voordelta in 2004/2005 en 2005/2006. Nulmeting in het kader van Monitoring en Evaluatie Programma, Project Mainport Rotterdam - MEP MV2 (Perceel 4: Vogels). Rapport nr. 06-244, Bureau Waardenburg, Culemborg.

Prins TC, Boon AR, Holzhauer H & Van der Kolff GH, 2011. PMR monitoring natuurcompensatie Voordelta. Deel A: Jaarrapport 2010 en midterm evaluatie. Deltares rapport 1200672-000-ZKS-0024.

RIKZ, 2007. Natuurcompensatie Maasvlakte Twee in de Voordelta; De inzet van kennis over de ecologie en morfologie van de Voordelta om het maatregelenpakket ter compensatie van de natuureffecten van de Tweede Maasvlakte te verantwoorden. Rapport RIKZ/2007.006, 301 pp.

Seegers HCM, Hoogvliet MC, Dam LA, 2006. Nulmeting Gebruiksfuncties Voordelta, eindrapportage. Rapport 04.W029.00/2, CSO, Bunnik.

Steenbergen J & Escaravage V, 2006. Baseline study MEP-MV2; Lot 2 bodemdieren. Eindrapportage Campagnes 2004-2005, rapport C053/06 Wageningen IMARES.

Tulp I, Damme van C, Quirijns F, Binnendijk E & Borges L, 2006. Vis in de Voordelta: nulmetingen in het kader van de aanleg van de Tweede Maasvlakte. Rapport C035/05. IMARES, IJmuiden.

VenW, 2008. Beheerplan Voordelta.

VenW, 2009. Monitoring- en Evaluatieprogramma Maasvlakte 2. Natuurcompensatie Voordelta.

3 MEP vraag 1: Compensatie verlies Habitattype H1110

3.1 Inleiding

Het “Monitoring- en EvaluatieProgramma Maasvlakte 2 – Natuurcompensatie Voordelta”, kortweg MEP Natuurcompensatie Voordelta (VenW, 2009) beschrijft het monitoring- en evaluatieprogramma rond de uitvoering van de maatregelen voor natuurcompensatie bij de aanleg van de Tweede Maasvlakte, en sluit aan bij het onderdeel natuur van het MEP Aanleg. Voor het habitattype H1110 (zie omschrijving in § 3.1.1) is de volgende evaluatievraag gesteld in het kader van de maatregelen voor de Natuurcompensatie Voordelta.

Hoofdvraag 1: Wordt het verlies aan H1110 als gevolg van de aanleg van Maasvlakte 2 voldoende gecompenseerd?

Binnen het MEP Natuurcompensatie Voordelta zijn voor deze hoofdvraag vier subvragen geformuleerd. Alleen de laatste twee subvragen (c en d) hebben betrekking op de monitoring van de natuurcompensatie van de Voordelta:

c. Treedt er voldoende toename op van de *bodemdierenbiomassa per soortgroep* en de *hoeveelheid voedsel voor beschermde / typische soorten* t.o.v. de situatie voor de aanleg van Maasvlakte 2 in het bodembeschermingsgebied t.o.v. de rest van de Voordelta en zo ja, komt deze (minimaal) overeen met het verlies als gevolg van het ruimtebeslag van Maasvlakte 2, de ontwikkeling van de erosiekuil en de toename van de getijslag?
d. Is de waargenomen toename toe te schrijven aan de *getroffen maatregelen* (afgenomen bodemberoering in het bodembeschermingsgebied) of ook aan *andere factoren*?

Evaluatie vraag 1c heeft betrekking op het verlies aan habitattype H1110. De biomassa van bodemdieren per soortgroep is de indicator op basis waarvan deze vraag beantwoord zal worden. Dit wordt gezien als de primaire maat voor voedselbeschikbaarheid voor vissen en vogels. Evaluatievraag 1c bestaat uit een aantal deelvragen welke hieronder zijn uitgesplitst.

- Treedt er voldoende toename van **bodemdierbiomassa per soortgroep** op in het bodembeschermingsgebied?
  - Is de bodemdierbiomassa per soortgroep in het bodembeschermingsgebied in het jaar T_n toegenomen t.o.v. het jaar T_0?
  - Is de toename in bodemdierbiomassa per soortgroep in het jaar T_n in het bodembeschermingsgebied minimaal 10% hoger dan de toename in bodemdierbiomassa in het referentiegebied?
- Treedt een voldoende toename van **voedsel voor beschermde soorten** op in het bodembeschermingsgebied?
  - Waar bestaat het voedsel voor de beschermde soorten uit?
  - Is het voedselaanbod voor beschermde soorten in het bodembeschermingsgebied in het jaar T_n toegenomen t.o.v. het jaar T_0?
  - Is de toename in het voedselaanbod voor beschermde soorten in het jaar T_n minimaal 10% hoger in het bodembeschermingsgebied dan in het referentiegebied?

- Treedt er een voldoende toename van **voedsel voor typische vissoorten** op in het bodembeschermingsgebied?
    - Welke typische vissoorten eten bodemdieren?
    - Waar bestaat het voedsel voor deze typische vissoorten uit?
    - Is het voedselaanbod voor deze typische vissoorten in het bodembeschermingsgebied in het jaar T_n toegenomen t.o.v. het jaar T_0?
    - Is de toename in het voedselaanbod voor typische vissoorten in het jaar T_n minimaal 10% hoger in het bodembeschermingsgebied dan in het referentiegebied?

Gegevens voor het beantwoorden van deze vragen komen uit verschillende percelen. De gegevens over verspreiding, biomassa, soortensamenstelling etc. die nodig zijn om de soortgroepen te kunnen beschrijven, zijn afkomstig uit het perceel Benthos. Informatie over de prooikeuze van de zwarte zee-eend en van typische vissoorten is afkomstig uit respectievelijk het perceel Vogels (analyses maaginhouden) en het perceel Vis (analyses maaginhouden). Grote stern en visdief eten pelagische vis (met name haring, sprot, zandspiering); gegevens over de aanwezigheid van deze soorten als prooidieren komen uit de bemonsteringen in de percelen Benthos en Vis, maar leveren geen betrouwbare kwantitatieve informatie over de dichtheid van deze soorten in de Voordelta.

Evaluatievraag 1d betreft het causale verband tussen de waargenomen verandering in de biomassa van bodemdieren per soortgroep en de genomen maatregel, namelijk het uitsluiten van bepaalde vormen van bodemberoerende visserij. Evaluatievraag 1d bestaat uit een aantal deelvragen welke hieronder zijn uitgesplitst.

- Is de waargenomen toename in bodemdieren en vissen en daarmee het voedselaanbod voor typische vissoorten en beschermde vogels toe te schrijven aan de **getroffen maatregelen**?
    - Wat is de impact van de boomkorvisserij met schepen groter dan 260 pk op de bodemdieren en vissen van H1110?
    - Is de intensiteit van de boomkorvisserij met schepen groter dan 260 pk in het bodembeschermingsgebied afgenomen in het jaar T_n t.o.v. het jaar T_0
    - Is de intensiteit van de boomkorvisserij met schepen groter dan 260 pk in het referentiegebied veranderd in het jaar T_n t.o.v. het jaar T_0
- Is de waargenomen toename in bodemdieren en vissen en daarmee het voedselaanbod voor typische vissoorten en beschermde vogels toe te schrijven aan **abiotische factoren**?
    - Waar bestaan de abiotische factoren uit?
    - Wat is de invloed van de abiotische factoren op de bodemdieren en vissen?
- Is de waargenomen toename in bodemdieren en vissen en daarmee het voedselaanbod voor typische vissoorten en beschermde vogels toe te schrijven aan **externe factoren**?
    - Waar bestaan de externe factoren uit?
    - Wat is de invloed van de externe factoren op de bodemdieren en vissen?
- Is de waargenomen toename in bodemdieren en vissen en daarmee het voedselaanbod voor typische vissoorten en beschermde vogels toe te schrijven aan **biotische processen**?
    - Waar bestaan de biotische processen uit?
    - Wat is de invloed van de biotische processen op de bodemdieren en vissen?

Deze vragen kunnen beantwoord worden door informatie over de visserij intensiteit, zowel locatie, frequentie als type visserij, te koppelen aan de gegevens over de bodemdiergemeenschap. De gegevens over de visserij worden verzameld in het perceel Gebruiksfuncties. Mogelijke effecten van andere factoren betreffen eventueel andere bodemberoerende activiteiten (Gebruiksfuncties) en veranderingen in abiotische omstandigheden (Abiotiek).
Abiotische omstandigheden zijn in sterke mate bepalend voor het voorkomen van bodemdieren. Veranderingen in abiotische omstandigheden (hydrodynamiek, bodemsamenstelling, meteorologie) zijn daarom van belang voor het begrijpen van de veranderingen in de bodemgemeenschap. Biotische processen spelen zich binnen het habitat af. Gegevens hiervoor komen uit de percelen Benthos, Vis en Vogels.

3.1.1 Habitattype H1110

De Voordelta is aangewezen als Natura 2000-gebied. Het is een zeer dynamisch gebied, bestaande uit buitendelta's met geulen en banken. De kwaliteit van habitats dient te worden beoordeeld aan de hand van de staat van instandhouding van vegetatietypen, typische soorten en kenmerken van een goede structuur en functie (LNV, 2006).
Het bodembeschermingsgebied bestaat voornamelijk uit habitattype H1110-B (Noordzeekustzone) en voor een klein deel (o.a. in de monding van het Haringvliet) uit habitattype H1110-A (getijdengebied). Daarnaast vallen de droogvallende slikken en platen onder het habitattype H1140A (Slikken van Voorne) en H1140B (Hinderplaat, Bollen van de Ooster, Middelplaat, Bollen van het Nieuwe zand en de Verklikkerplaat) (Figuur 1.1). De overige habitattypen gedefinieerd voor de Voordelta komen niet voor in het bodembeschermingsgebied.
Kenmerkend voor habitattype H1110 is dat er van nature (vrijwel) geen hogere planten voorkomen zodat het voornamelijk om de ‘typische soorten’ (voornamelijk bodemdieren en vissen) en kenmerken van een goede ‘structuur en functie’ gaat. Hieronder worden abiotische parameters verstaan zoals hydrodynamiek, diepte en saliniteit en biotische parameters zoals de samenstelling en leeftijdsopbouw van de aanwezige levensgemeenschappen (profielschets H1110[1]) (LNV, 2008).
De evaluatie van het bodembeschermingsgebied richt zich op het vaststellen van een verbetering van de kwaliteit van het habitattype H1110 en daarmee ten minste behoud van de voedselfunctie van het bodembeschermingsgebied voor hogere trofische niveaus.

3.1.2 Typische soorten H1110

Typische soorten zijn soorten die “een goede kwaliteitsindicator vormen voor de (compleetheid van de) levensgemeenschap van het habitattype. De set van typische soorten is een indicator voor de kwaliteit (en daarmee de staat van instandhouding) van het habitattype op landelijk niveau” (LNV, 2008).

3.1.2.1 Typische bodemdiersoorten

Bodemdieren die kenmerkend zijn voor de dynamische zandbanken en geulen in de kustzone tot 20 meter diepte zijn typische bodemdieren van habitattype H1110 (Tabel 3.1).

1. *De profielschets van H1110 is nog steeds in ontwikkeling. Voor de beschrijving van de structuur en functie van H1110 en de aangewezen typische soorten wordt er uitgegaan van de meest recente officiële beschrijving (d.d 18 december 2008).*

Tabel 3.1 Typische bodemdiersoorten voor Habitattype A en/of B

Soortgroep	Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	H1110 A/B	Cat.
Bloemdieren (hardsubstraat)	Zeeanjelier	*Metridium senile*	A	Cab
	Slibanemoon	*Sagartia troglodytes*	A	Cab
Borstelwormen	Zandzager	*Nephtys hombergii*	A	Ca
	Groene zeeduizendpoot	*Nereis virens*	A	Cab
		Spio martinensis	A	Cab
	Schelpkokerworm	*Lanice conchilega*	B	Cab
	Zandkokerworm	*Spiophanes bombyx*	B	Cab
		Nephtys cirrosa	B	Cab
		Ophelia borealis	B	Cab
Kreeftachtigen	Gladde zeepok	*Balanus crenatus*	A	Cab
	Strandkrab	*Carcinus maenas*	A	Cab
	Gewone zwemkrab	*Liocarcinus holsatus*	A	Cab
	Kniksprietkreeftje	*Bathyporeia elegans*	B	Cab
		Urothoe poseidonis	B	Cab
Stekelhuidigen	Gewonen zeester	*Asterias rubens*	A	Cab
	Hartegel	*Echinocardium cordatum*	B	Cab
Weekdieren	Strandgaper	*Mya arenaria*	A	Ca
	Mossel	*Mytilus edulis*	A	Ca
	Glanzende tepelhoorn	*Lunatia alderi*	B	Cab
	Halfgeknotte strandschelp	*Spisula subtruncata*	B	K + Cab
	Nonnetje	*Macoma balthica*	A B	Ca K + Cab
	Rechtgestreepte platschelp	*Tellina fabula*	B	Cab

N.B. Ca = constante soort met indicatie voor goed abiotische toestand Cb = constante soort met indicatie voor een goede biotische structuur, K = Karakteristieke soort, E = exclusieve soort

3.1.2.2 Typische vissoorten

Vissen die kenmerkend zijn voor de dynamische zandbanken en geulen in de kustzone tot 20 meter diepte zijn typische vissoorten van habitattype H1110 (Tabel 3.2). Voor deze soorten wordt evaluatievraag 1c getoetst: is het voedsel voor deze soorten toegenomen?

Tabel 3.2 Typische vissoorten voor Habitattype A en/of B

Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	H1110 A/B	Cat.
Slakdolf	*Liparis liparis*	A	Ca
Zeedonderpad	*Myoxocephalus scorpius*	A	Ca
Spiering	*Osmerus eperlanus*	A	Cb
Botervis	*Pholis gunnellus*	A	K + Cab
Bot	*Platichthys flesus*	A	Cab
Dikkopje	*Pomatoschistus minutus*	A	Cab
Grote zeenaald	*Syngnathus acus*	A	Cab
Kleine zeenaald	*Syngnathus rostellatus*	A	Cab
Puitaal	*Zoarces viviparus*	A	Ca
Dwergtong	*Buglossidium luteum*	B	Cab
Kleine Pieterman	*Echiichthys vipera*	B	K + Cab
Tong	*Solea vulgaris*	B	K + Cab
Schol	*Pleuronectes platessa*	A, B	Ca, Cab
Kleine zandspiering	*Ammodytes tobianus*	B	Cab
Wijting	*Merlangius merlangus*	B	Cab
Haring	*Clupea harengus*	B/A	Cab
Noorse zandspiering	*Ammodytes marinus*	B	Cab
Pitvis	*Callionymus lyra*	B	Cab

N.B. Ca = constante soort met indicatie voor goed abiotische toestand Cb = constante soort met indicatie voor een goede biotische structuur, K = Karakteristieke soort, E = exclusieve soort

3.1.3 Beschermde soorten

De Voordelta is hoog productief en relatief voedselrijk. De Voordelta fungeert als opgroeigebied voor diverse vissoorten en als foerageer- en broedgebied voor vogels. De zandbanken vormen een rustgebied voor zeehonden (LNV, 2008).

In het kader van de evaluatievraag voor H1110 worden onder beschermde soorten, zoals genoemd in de evaluatievraag 1c, de visetende sterns en schelpdieretende zwarte zee-eenden bedoeld die de Voordelta als foerageergebied gebruiken (Tabel 3.3).

Tabel 3.3 Beschermde soorten die voor hun voedsel gebruik maken van de Voordelta

Soort	Wetenschappelijke naam	Type voedsel
Zwarte zee-eend	*Melanitta nigra*	Schelpdieren (halfgeknotte strandschelp, zwaardschede)
Visdief	*Sterna hirundo*	Rondvis, kleine platvis, kreeftachtigen, wormen en insecten
Grote stern	*Sterna sandvicensis*	Haring, sprot, zandspiering en smelt

3.2 De compensatiemaatregel

De maatregel

Ter compensatie van het verlies van 2455 ha van het habitattype H1110 ‘permanent overstroomde zandbanken’ als gevolg van de aanleg van de Tweede Maasvlakte, is in juni 2008 een bodembeschermingsgebied ingesteld met een oppervlak van ca. 30.000 ha. Doel van het bodembeschermingsgebied in het kader van de natuurcompensatie opgave is dat de kwaliteit en voedselproductie van de zeebodem in het beschermde gebied met tenminste tien procent verbetert (VenW 2008).

Op basis van bestaande kennis over het effect van bodemberoerende visserij op biomassa en diversiteit van de bodemdieren en gegevens over de visserij intensiteit in de Voordelta van boomkor-, garnalen-, borden- en schelpdiervisserij, is door Rijnsdorp et al. (2006) bepaald dat het effect van bodemberoerende visserij wordt gedomineerd door de boomkorvisserij van Eurokotters (boomkorvisserij met schepen met een motorvermogen van 260-300 pk). Uitsluiting van deze vorm van visserij leidt naar verwachting tot een verhoging van de bodemdierenbiomassa met 10 tot 21 procent. Het weren van de boomkorvisserij uit het bodembeschermingsgebied vermindert de onttrekking van commerciële vis en de bijvangst van ondermaatse vis, wat naar verwachting eveneens een positief effect zal hebben op de compensatie opgave voor jonge vis (Rijnsdorp et al., 2006). De verhoging van de bodemdierenbiomassa zal samen met het effect dat er minder vis wordt weggevangen binnen het gebied, zorgen voor een toename in het voedselaanbod voor vogels en vissen. Hiermee zal de kwaliteit van het gebied naar verwachting in voldoende mate verbeteren (Rijnsdorp et al., 2006; VenW, 2008).
De geschatte verhoging van de biomassa van bodemdieren is een globale inschatting, maar kan niet worden doorvertaald naar effecten op individuele soorten (Rijnsdorp et al., 2006). Rekening moet worden gehouden met onzekerheden in de gebruikte modellen en uitgangspunten. Voor het ruimtelijk patroon van de bodemdieren in de Voordelta is uitgegaan van gegevens over 2004. Het is bekend dat biomassa en dichtheden van bodemdieren sterke jaarlijkse fluctuaties kunnen vertonen.
Het effect van toename in visserijsterfte is ook dat er een verschuiving plaats vindt in het groottespectrum van bodemdieren, waarbij het aandeel van grote soorten afneemt. Rijnsdorp et al. (2006) verwachten dat verlaging van de bevissingsfrequentie door boomkorvisserij zal leiden tot een toename in de Shannon Wiener diversiteits index.

In RIKZ (2007) wordt (zonder nadere onderbouwing) onderschreven dat kan worden aangenomen dat vissen profiteren van de vooruitgang van de bodemdiergemeenschap. In het rapport wordt gesteld dat, hoewel verbetering van het ecosysteem lokaal een positief effect zou moeten hebben op de visgemeenschap, er rekening mee wordt gehouden dat er geen relatie gevonden zal worden tussen biomassa toename van de bodemdiergemeenschap en de visgemeenschap.
De inschatting van Rijnsdorp et al. (2006) is gebaseerd op de destijds beschikbare informatie over visserij intensiteiten in de Voordelta en de begrenzing van het Natura 2000-gebied Voordelta. Uit recent onderzoek (Bierman et al., 2009) bleek de bevissingsfrequentie door de boomkorvisserij 12% lager dan de eerdere schatting van Rijnsdorp et al. (2006). De ruimtelijke verdeling van de boomkorvisserij in de Voordelta in beide studies komt wel overeen. Gebieden met relatief hoge visserij intensiteit liggen direct ten westen van de Maasvlakte, aan de westelijke rand van de Voordelta en in het zuidwestelijk deel van de Voordelta (Bierman et al., 2009).

De visserij komt niet in het gehele gebied in dezelfde mate voor. De effecten van bodemberoerende visserij zijn sterk verschillend, afhankelijk van habitats en het gebruikte tuig (Kaiser et al., 2006), en zijn daarnaast ook soortspecifiek. Het effect van de visserij wordt bovenal bepaald door de ruimtelijke overlap tussen de visserij en de bodemdieren, de intensiteit van de visserij en de door de visserij veroorzaakte directe sterfte. Het is waarschijnlijk dat de visserij zich concentreert in bepaalde gebieden (diepere delen, randen van geulen) en daarmee ook vaker voorkomt op bepaalde typen bodemgemeenschappen.

Het verwachte effect
In het bodembeschermingsgebied is de boomkorvisserij met schepen met een motorvermogen groter dan 260 pk (191 kW) niet toegestaan (VenW, 2008).

De verwachting is dat er een verbetering van minimaal 10 procent van de bodemdierenbiomassa en het voedselaanbod voor typische/beschermde soorten van habitattype H1110 bereikt kan worden. Deze verbetering is gedefinieerd als een verbetering ten opzichte van de uitgangssituatie (T_0), niet ten opzichte van een ongestoorde situatie:

- Op grond van modelberekeningen is ingeschat dat de maatregel leidt tot een verhoging van de bodemdierbiomassa met 10-21%
- Verwacht wordt dat de maatregel resulteert in een (niet-gekwantificeerde) verhoging van de diversiteit
- Vermindering van de visserijsterfte en bijvangst zal naar verwachting ook een (niet-gekwantificeerd) positief effect op de visgemeenschap hebben.

3.3 Ontwikkeling Habitat H1110: Evaluatievraag 1c

In de beantwoording van evaluatievraag 1c staat de ontwikkeling van de biomassa van bodemdieren en de hoeveelheid voedsel voor beschermde/typische soorten in het bodembeschermingsgebied centraal. Met andere woorden, hoe ontwikkelen de bodemdieren en vissen zich in het bodembeschermingsgebied ten opzichte van het referentiegebied (zie blauwe blok Figuur 2.1). De biotische processen, zoals competitie tussen soorten, (B4**,** Figuur 2.1) spelen een rol in de aanwezigheid van bodemdieren en of vissen. Deze processen hebben deels een niet-deterministisch karakter en kunnen leiden tot onvoorspelbaar ecosysteemgedrag. Dit maakt deze relaties moeilijk te kwantificeren. Waar dit kan, worden deze relaties meegenomen en/of beschreven. Een vergelijking tussen de ontwikkeling van de bodemdieren in het bodembeschermingsgebied voor en na de instelling van het bodembeschermingsgebied, op basis van de data uit de nulmetingen en de metingen in 2009-2013, geeft op directe wijze inzicht in de veranderingen in het bodembeschermingsgebied voor verschillende soortgroepen. Deze vergelijking kan ook gemaakt worden voor de referentiegebieden. Het verschil in verandering tussen het bodembeschermingsgebied en de referentiegebieden geeft inzicht in het effect van de compensatiemaatregelen. Er moet hierbij rekening gehouden worden met het feit dat de ontwikkelingen in het bodembeschermingsgebied en ook in de Voordelta sterke jaarlijkse (natuurlijke) variatie kunnen vertonen.

3.3.1 Biomassa bodemdieren

Een van de doelen van het monitoringprogramma is te bepalen of een verbetering van ten minste 10 procent aan bodemdierbiomassa per soortgroep in het bodembeschermingsgebied is opgetreden:

Vragen:

- Is de bodemdierbiomassa per soortgroep in het bodembeschermingsgebied in het jaar T_n toegenomen t.o.v. het jaar T_0?
- Is de toename in bodemdierbiomassa per soortgroep in het jaar T_n, ten opzichte van de T_0, in het bodembeschermingsgebied 10% hoger dan die in het referentiegebied?

Hierbij moet er rekening gehouden worden met het feit dat de geschatte verhoging van minimaal 10 procent van de biomassa van bodemdieren een globale inschatting is en niet kan worden doorvertaald naar effecten van individuele soorten (Rijnsdorp et al., 2006).

3.3.1.1 Methodiek, bemonstering en beschikbare gegevens

De ontwikkelingen in de bodemdiergemeenschap worden onderzocht door zowel te kijken naar de gegevens van de infauna (die wordt bemonsterd met een box-corer), als naar de epifauna en specifieke informatie over schelpdieren als voedsel voor zee-eenden (die wordt bemonsterd met een bodemschaaf) (zie Deel B Benthos).

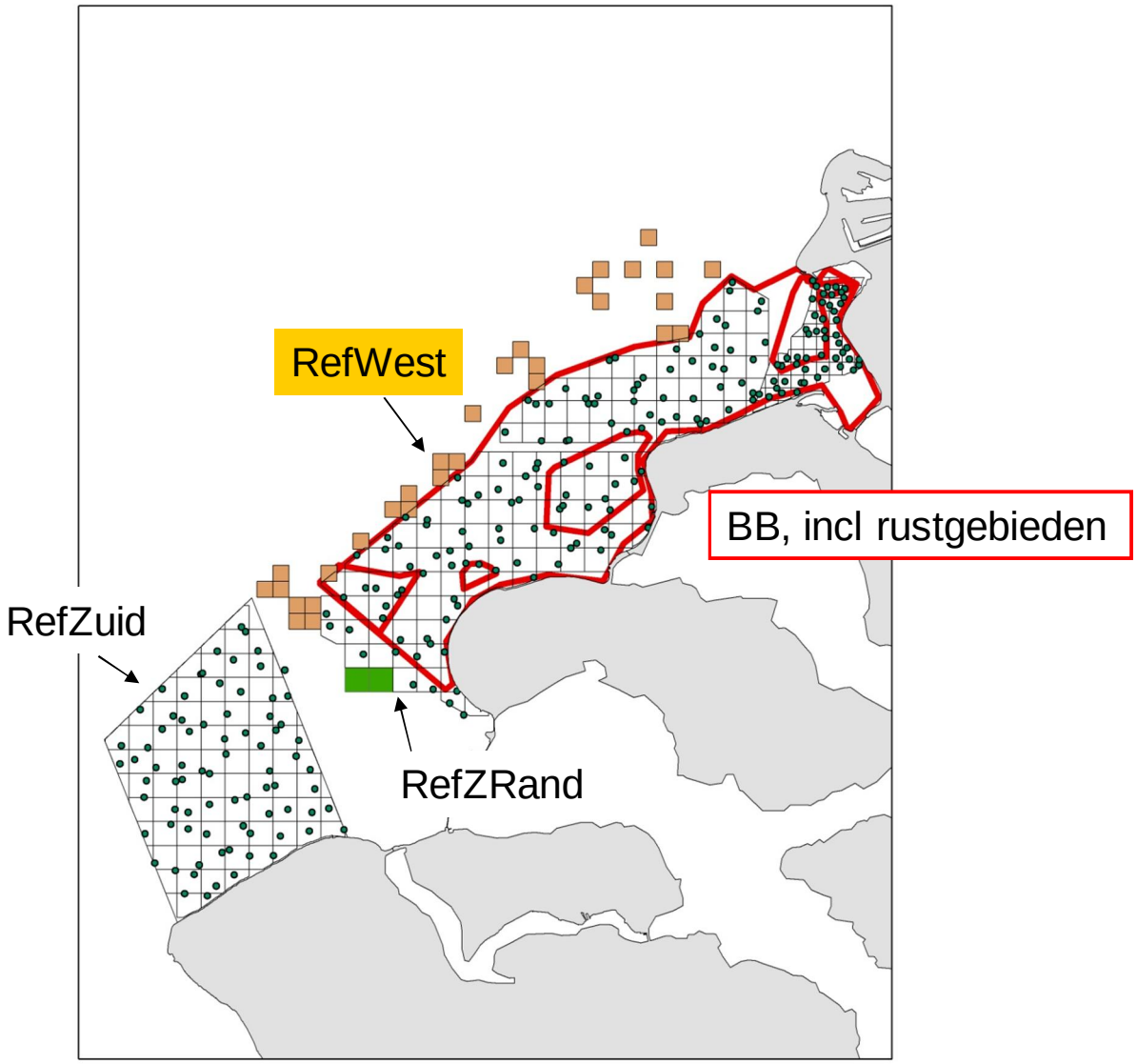
Op dit moment zijn gegevens uit de T_0 periode (2004-2005, 2007) en T_1 periode (2009, 2010) beschikbaar. In 2007 is er geen bemonstering met de bodemschaaf uitgevoerd. De resultaten van de T_0 bemonstering zijn beschreven in Craeymeersch et al., 2004, 2005; Steenbergen & Escaravage, 2006 en Escaravage et al., 2008.

De bemonstering wordt uitgevoerd in het bodembeschermingsgebied en een drietal referentiegebieden (Figuur 3.1). Er is gekozen voor meerdere referentiegebieden omdat de visserij intensiteit, abiotische karakteristieken en de bodemdiersamenstelling in de Voordelta niet overal gelijk zijn.

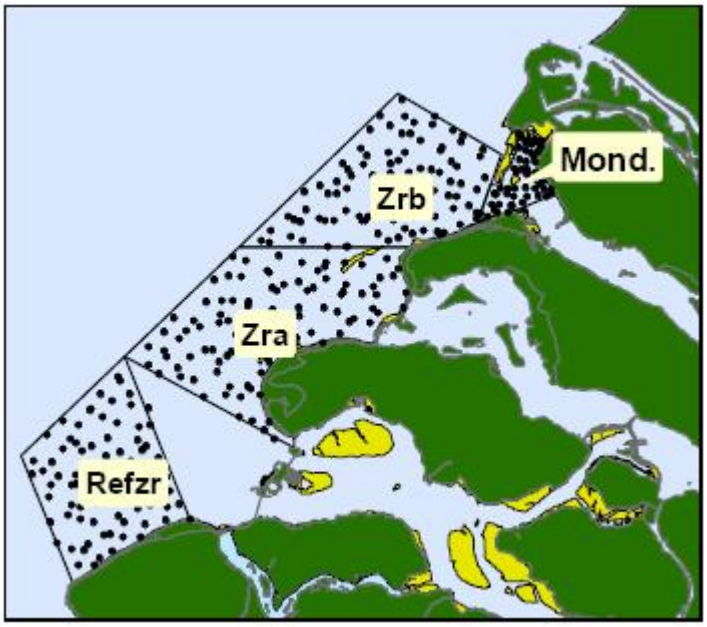
Op basis van de gemeenschapsstructuur van de bodemdieren (Craeymeersch et al., 1990), de korrelgrootte van het sediment en de diepte zijn (deel-)gebieden te onderscheiden (Figuur 3.2). Zowel in het referentiegebied als het bodembeschermingsgebied worden de open wateren in de Voordelta (Ref_zrb en BB_zrb) onderscheiden van het gebied met ondiepe zandbanken (Ref_zra, BB_zra). Verder wordt in het bodembeschermingsgebied het mondingsgebied van het Haringvliet nog apart beschouwd, omdat het slibrijker is dan de rest van het bodembeschermingsgebied.

Het zuidelijk referentiegebied (RefZuid), gelegen ten noordwesten van Walcheren, dient als (onbeschermd) controlegebied voor de effecten in het bodembeschermingsgebied op de benthische macrofauna. Het gebied is geselecteerd omdat het de meeste ecomorfologische structuren bevat die ook in het bodembeschermingsgebied voorkomen, op voldoende afstand ligt van het bodembeschermingsgebied zodat onderlinge beïnvloeding uitgesloten is, en voldoende groot is om vergelijkbaar te zijn met het bodembeschermingsgebied (Craeymeersch et al. 1990, RIKZ, 2007). Omdat het niet aan het bodembeschermingsgebied grenst, zal het niet beïnvloed worden door migratie vanuit beschermde gebieden en/of intensieve menselijke activiteiten die verwacht worden aan de grenzen van het bodembeschermingsgebied. Met ca. 12.500 ha, ongeveer een derde tot de helft van de grootte van het bodembeschermingsgebied, is dit referentiegebied ecologisch, morfologisch en statistisch representatief binnen de grenzen van dit project.

Er zijn wel verschillen tussen de gebieden in zowel abiotische karakteristieken als in bodemgemeenschap (Steenbergen & Escaravage, 2006). Daarom zijn in 2009 aanvullende referentiegebieden geselecteerd, dichter bij het bodembeschermingsgebied. In het gebied ten westen van het bodembeschermingsgebied zijn 30 referentiegebieden van 1 km^2 geselecteerd waarbinnen steeds 5 monsters zijn genomen (RefWest). Voorts is een referentiegebied geselecteerd direct aansluitend aan de zuidelijke rand van het bodembeschermingsgebied (RefZRand). Belangrijkste reden hiervoor zijn de zwarte zee-eenden die zijn aangetroffen op de Zeehondenplaat en de Petroleumbol. RefZRand en RefZuid zijn in 2004-2005 en 2007 tijdens de T_0 bemonstering bemonsterd met de box-corer en met de bodemschaaf in 2004-2005.



Figuur 3.1 *Ligging van het bodembeschermingsgebied BB en de rustgebieden (rood omlijnd) en de referentiegebieden RefWest, RefZRand en RefZuid. De stippen zijn monsterlocaties voor schelpdieren (zie Par. 3.3.2).*

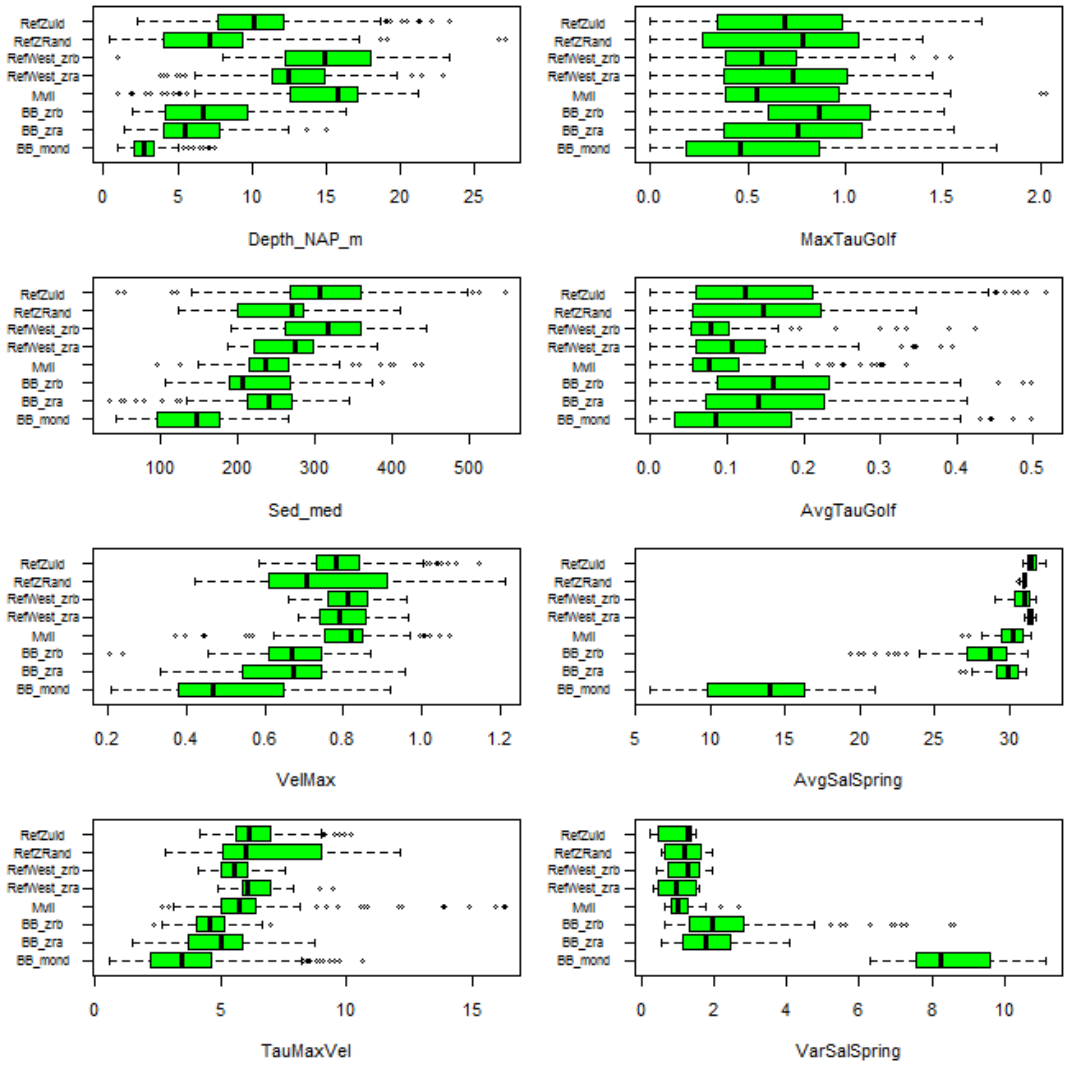


Figuur 3.2 Ligging van de geomorfologische deelgebieden Haringvlietmonding (Mond.), open wateren Voordelta (Zrb), en ondiepe zandbanken (Zra) in de Voordelta

3.3.1.2 Bevindingen biomassa bodemdieren

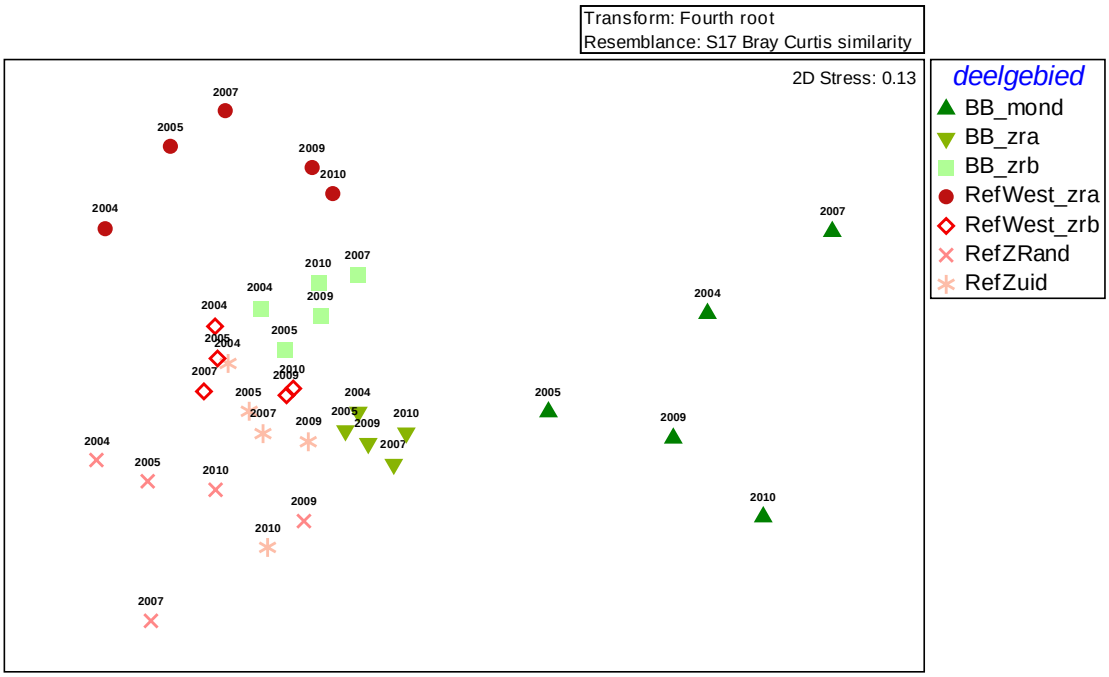
De MEP vraag richt zich primair op het vaststellen van een toename van de bodemdierenbiomassa in het bodembeschermingsgebied ten opzichte van de rest van de Voordelta.

Zoals hierboven aangegeven, moeten binnen de Voordelta verschillende deelgebieden onderscheiden worden, die van elkaar verschillen op grond van zowel abiotische karakteristieken als samenstelling van bodemdieren. Dit jaar is opnieuw een analyse gemaakt van een aantal abiotische variabelen, waarvan verondersteld wordt dat die van invloed zijn op het voorkomen van bodemdieren. Die variabelen zijn diepte, mediane korrelgrootte van het sediment, maximale stroomsnelheid, bodemschuifspanning door stroming en golven, gemiddelde saliniteit en schommelingen in de saliniteit in de lente. Deze variabelen zijn deels gemeten, deels geschat via modellen. De gegevens voor de periode van de nulmetingen (2004-2007) bevestigen het beeld dat de deelgebieden van elkaar verschillen. Ook het bodembeschermingsgebied wijkt in sommige aspecten af van de referentiegebieden (diepte, saliniteit). Het mondingsgebied voor de uitstroom van het Haringvliet wijkt het meest af van de andere gebieden (Figuur 3.3). De gegevens over de periode 2004-2007 laten zien dat er slechts geringe veranderingen in de tijd optreden. Nog nagegaan moet worden hoe de abiotische variabelen, en de verschillen tussen deelgebieden, zich in de latere jaren hebben ontwikkeld.



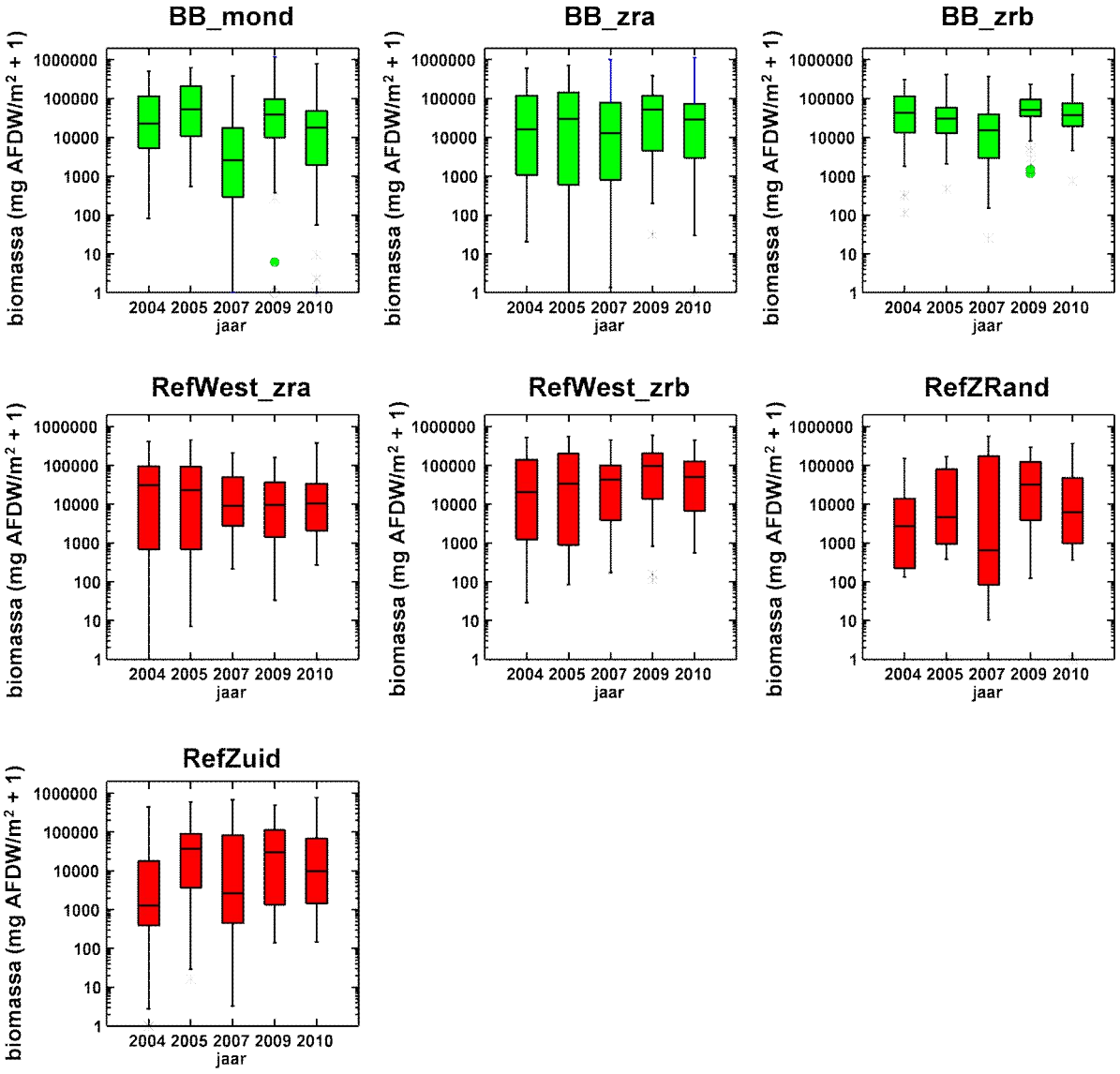
Figuur 3.3 *Box-plots van waterdiepte, mediane korrelgrootte van het sediment (Sed_med, µm),maximale stroomsnelheid (VelMax, m/s), maximale bodemschuifspanning t.g.v. stroming (TauMaxVel, Pa) en t.g.v. golven (MaxTauGolf, Pa), gemiddelde bodemschuifspanning t.g.v. golven (AvgTauGolf, Pa), gemiddelde saliniteit in de lente (AvgSalSpring, PSU) en schommelingen in de saliniteit in de lente (VarSalSpring, PSU), gemeten of berekend a.h.v. modeluitkomsten in de verschillende studiegebieden tijdens de nulmetingen (2004-2007)*

Om een toename van bodemdierenbiomassa in het bodembeschermingsgebied vast te stellen, is een vergelijking alleen zinvol als ten minste rekening wordt gehouden met de verschillen tussen deelgebieden. Indien dat niet gedaan wordt, domineert de grote ruimtelijke en temporele variatie die van nature aanwezig is, en kan het effect van de maatregel (instellen bodembeschermingsgebied) niet worden vastgesteld. Dit wordt nog eens onderstreept door een statistische analyse van de biomassa van de dominante soorten infauna (box-corer bemonsteringen) in de nulperiode (2004-2007). Uit die analyse blijkt ook dat het mondingsgebied sterk afwijkt van de andere gebieden, en dat de verschillen in de bodemdiergemeenschap vooral worden waargenomen tussen de deelgebieden, en in mindere mate tussen jaren (Figuur 3.4).

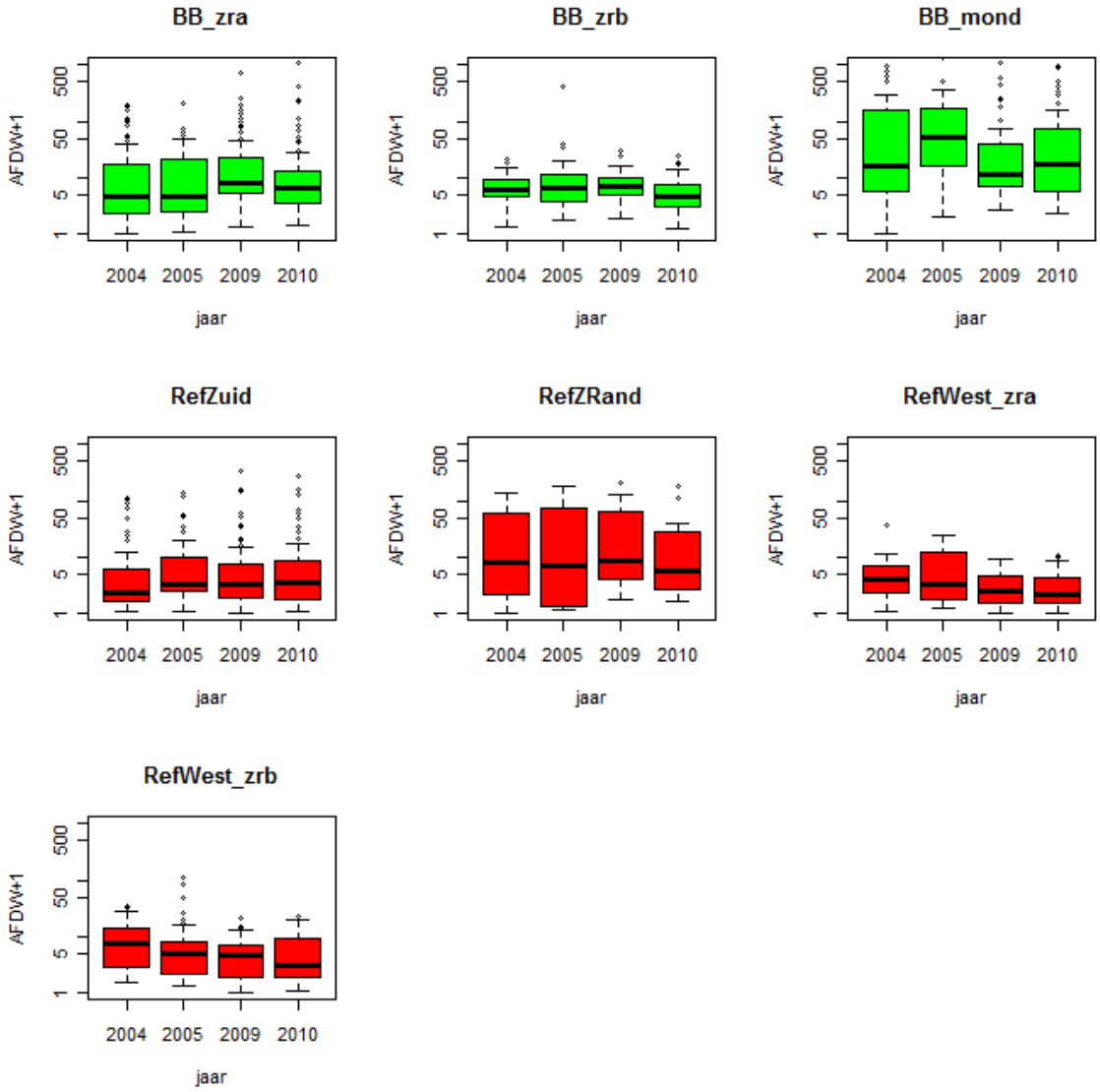


Figuur 3.4 *MDS-plot op basis van de gemiddelde biomassa van de dominante soorten tijdens de vier bemonsteringsperiodes (data box-corer). De afstand tussen de punten geeft de mate van overeenkomst weer (zie Deel B hoofdstuk 1 voor details)*

De resultaten tot nu toe wijzen uit dat, ook wanneer rekening wordt gehouden met de verschillende deelgebieden bij het maken van een vergelijking tussen het bodembeschermingsgebied en referentiegebied, de variatie in dichtheden en biomassa van bodemdieren groot is, als gevolg van verschillen tussen monsterpunten. Een toename van biomassa na het instellen van het bodembeschermingsgebied is in deze vergelijking niet duidelijk waarneembaar (Figuur 3.5, 3.6).



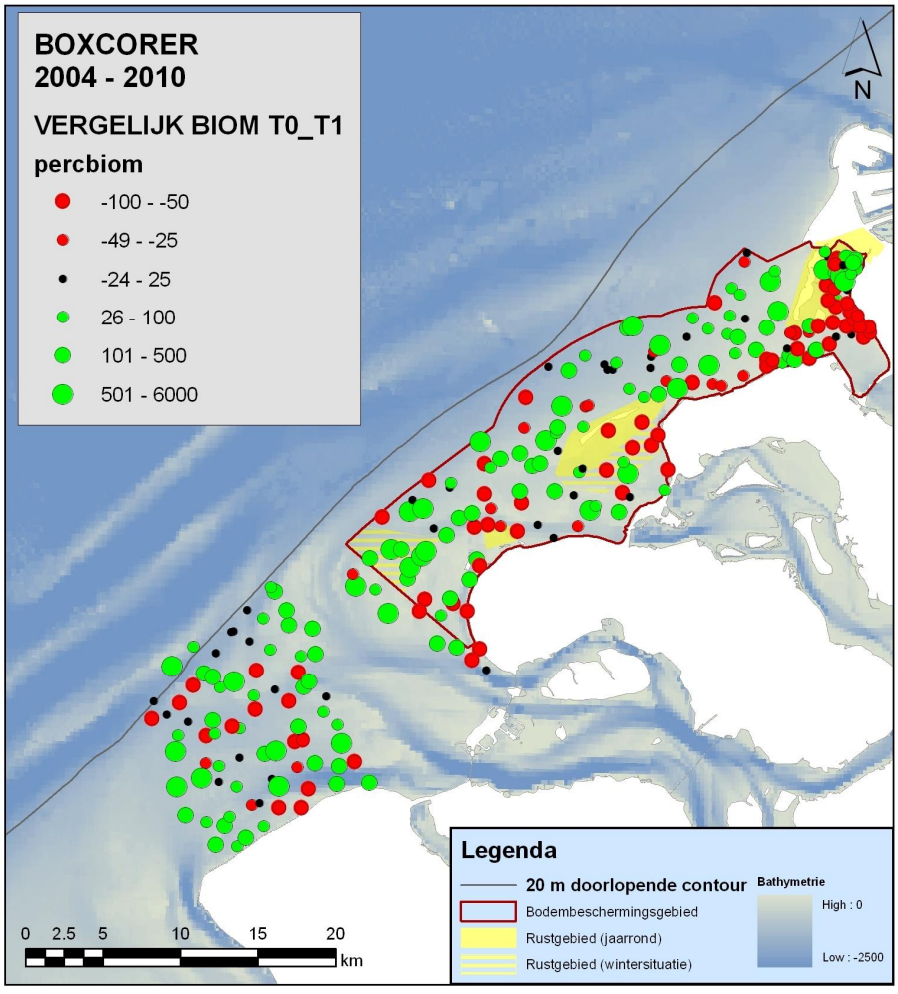
Figuur 3.5 *Box-plot van de totale biomassa van bodemdieren (in mg asvrijdrooggewicht per m^2 in de verschillende deelgebieden tijdens de vijf meetjaren (resultaten box-corer))*



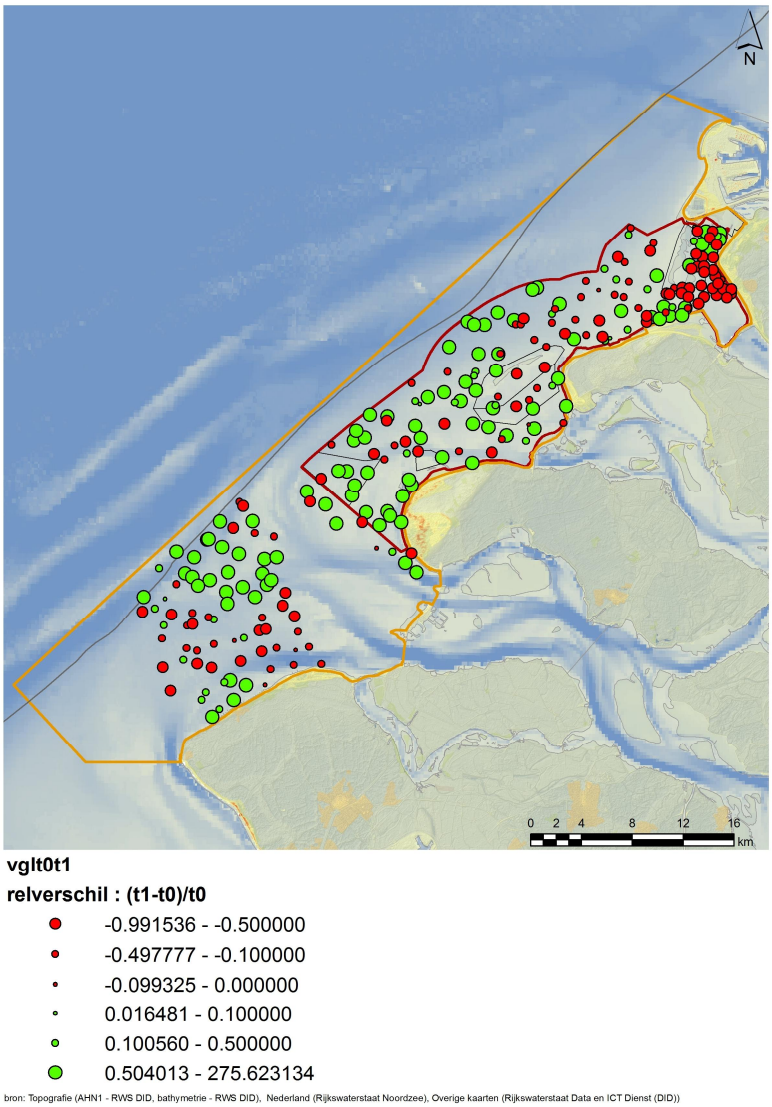
Figuur 3.6 *Box-plots van de totale biomassa van bodemdieren (in gram asvrijdrooggewicht per m^2) in de verschillende deelgebieden tijdens de vier meetjaren (resultaten bodemschaaf, exclusief zwaardschede Ensis spp.)*

Een meer specifieke benadering is nodig om het effect van de compensatiemaatregel te kunnen vaststellen.
Zoals al in de vorige jaarrapportage is vastgesteld, is een van de mogelijkheden het verder verfijnen van de gebiedsgewijze aanpak. Toepassing van habitatmodellering kan gebruikt worden om een deel van de waargenomen ruimtelijke variatie te verklaren uit abiotische karakteristieken, en zo het effect van abiotische factoren te scheiden van het effect van het bodembeschermingsgebied. Een eerdere analyse van de data uit de nulmeting leverde wisselende resultaten (Steenbergen & Escaravage, 2006; Escaravage et al., 2008). Dit jaar is opnieuw een analyse uitgevoerd om na te gaan of de ruimtelijke veranderingen in soortensamenstelling (de verschillen tussen locaties oftewel de beta-diversiteit) verklaard kunnen worden uit abiotische omgevingsfactoren. Deze analyse is opnieuw uitgevoerd met de gegevens uit de nulmetingen, maar met meer abiotische variabelen dan in de eerdere analyses.

Deze abiotische variabelen zijn afkomstig uit metingen en uit modelschattingen (bijv. bodemschuifspanning). De eerste resultaten van deze analyse laten zien dat slechts een klein deel van de ruimtelijke variatie verklaard kan worden uit de abiotische omgevingsvariabelen. Het komende jaar zal worden gebruikt om verder te onderzoeken of een benadering via habitatmodellen zinvol is.
Een andere mogelijkheid is om de veranderingen in de tijd te volgen voor iedere monsterlocatie afzonderlijk, of voor een groep van monsterlocaties binnen een, voor wat betreft habitatkarakteristieken, homogeen gebied. Als eerste aanzet voor zo'n analyse is de gemiddelde biomassa in de nulperiode vergeleken met de biomassa in de T_1 periode (Figuur 3.7, 3.8). De figuren geven het procentuele verschil, waarbij rekening moet worden gehouden met het feit dat soms grote percentuele veranderingen optreden maar die veranderingen in absolute zin vrij klein kunnen zijn. Deze eerste vergelijking is vooral bedoeld om een globale indruk te krijgen van de veranderingen in biomassa en de ruimtelijke verdeling van die veranderingen. Uit deze eerste vergelijking komt een ruimtelijk divers beeld, met een globale toename in biomassa in zowel het bodembeschermingsgebied als het zuidelijk deel van de Voordelta, en afnames in het mondingsgebied van het Haringvliet. Een meer gedetailleerde analyse van soorten, locaties en omgevingsvariabelen is noodzakelijk voordat hier conclusies aan verbonden kunnen worden.



Figuur 3.7 *Relatieve verandering in infauna biomassa per meetlocatie (rood: afname, groen: toename) berekend uit een vergelijking van de gemiddelde biomassa in de T_0 (2004, 2005, 2007) met die in de T_1 (2009, 2010). Resultaten box-corer*

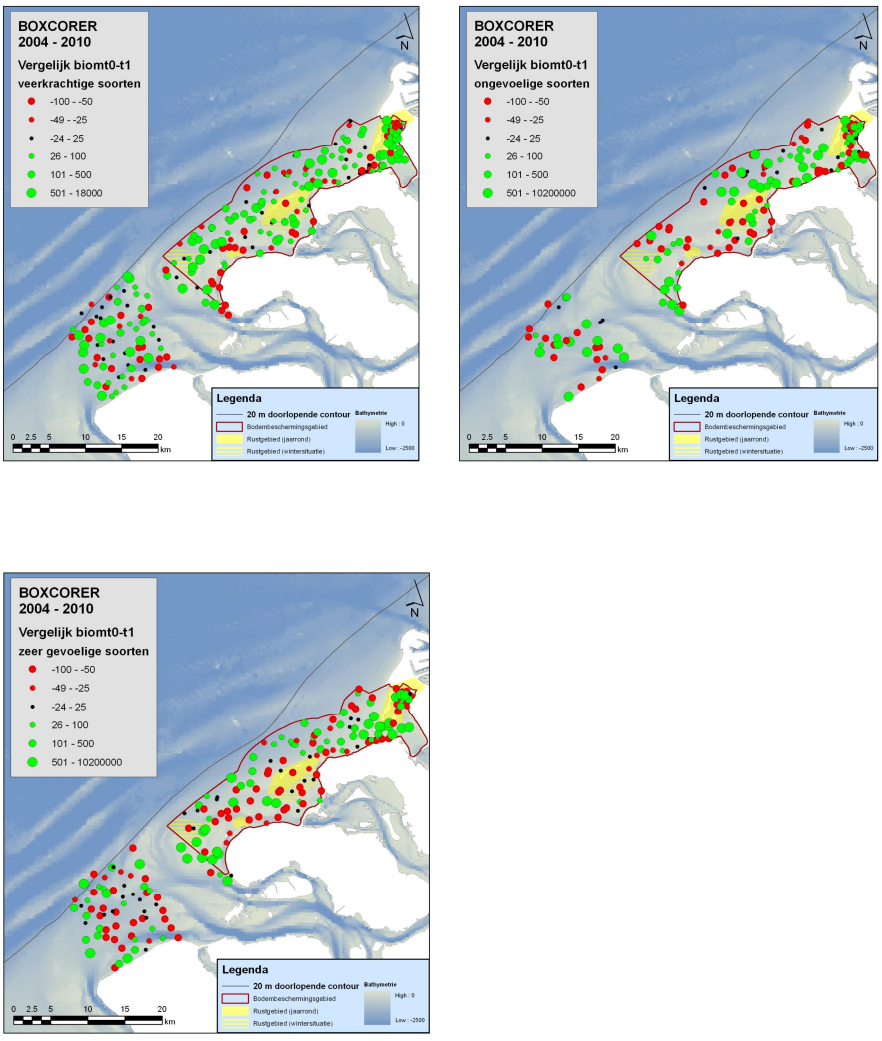


Figuur 3.8 *Relatieve verandering in epifauna biomassa per meetlocatie (rood: afname, groen: toename) berekend uit een vergelijking van de gemiddelde biomassa in de T_0 (2004, 2005) met die in de T_1 (2009, 2010). Resultaten bodemschaaf*

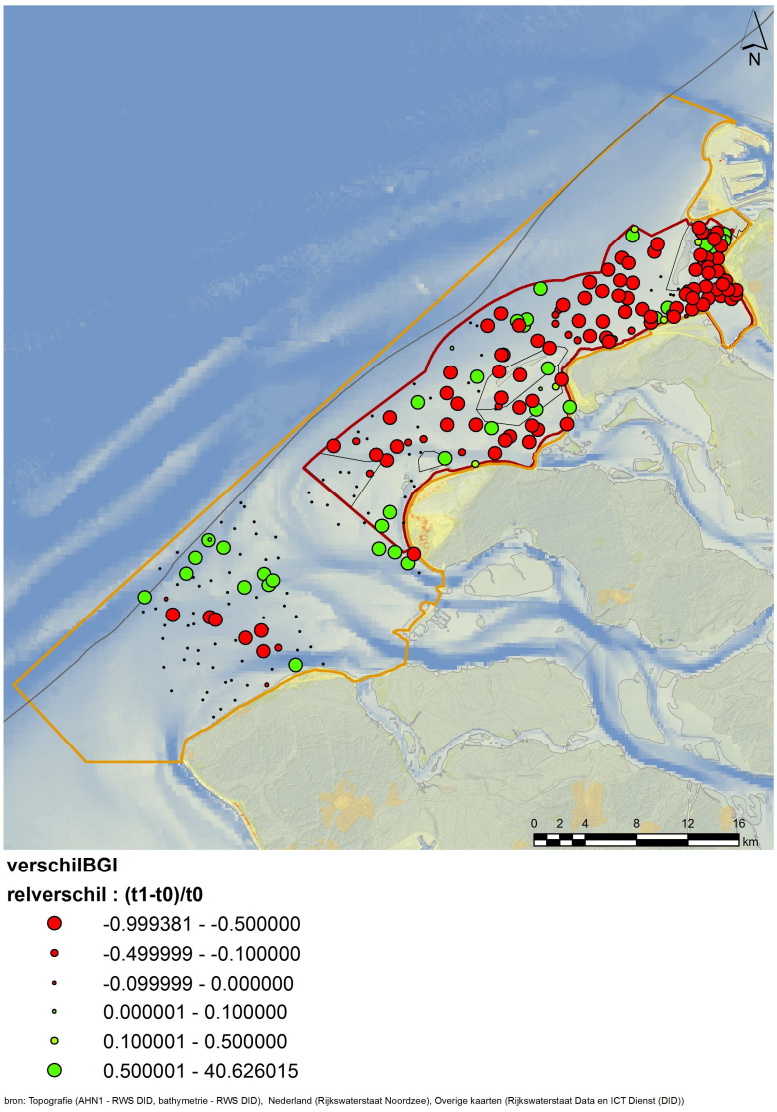
Een andere mogelijkheid is om niet naar de totale biomassa van bodemdieren te kijken, maar meer specifieke parameters te gaan gebruiken. Destijds is door Rijnsdorp et al. (2006) op basis van bestaande literatuur ingeschat dat het uitsluiten van de boomkorvisserij van Eurokotters leidt tot verhoging van de bodemdierenbiomassa. Recente publicaties kunnen mogelijk meer inzicht geven in meer specifieke effecten van bodemberoerende visserij (o.a. Hiddink et al., 2008, 2011; Hinz et al., 2009). Hier wordt het komende jaar meer aandacht aan besteed.

Ook kunnen meer specifieke parameters worden geselecteerd die gevoelig zijn voor bodemverstoring. Dit onderwerp wordt in meer detail besproken in Deel B hoofdstuk 1. In de “Biological Traits Analysis (BTA)” wordt op basis van biologische kenmerken zoals grootte, levensduur, leeftijd van voortplanten, leefvorm van larven, enz., de gevoeligheid van soorten

voor bodemberoering beschreven. Voor de bodemdiersoorten die in dit onderzoek van belang zijn, is een onderverdeling gemaakt in verschillende gevoeligheidsklassen, op basis van literatuur. Dit biedt de mogelijkheid meer gericht te kijken naar veranderingen in die soortsgroepen waar het meeste effect van veranderingen in bodemberoering te verwachten zijn. Als eerste aanzet voor zo'n analyse is de gemiddelde biomassa van verschillende soortsgroepen bodemdieren in de nulperiode vergeleken met de biomassa in de T_1 periode. De resultaten voor de infauna (Figuur 3.9) geven als eerste globale beeld dat er in iets sterkere mate sprake lijkt van toename in biomassa bij de veerkrachtige en ongevoelige soorten dan bij de gevoelige en zeer gevoelige soorten. Bij de gevoelige soorten in de epifauna (Figuur 3.10) lijkt meer sprake te zijn van afname in biomassa. Verder valt op dat er sprake is van een ruimtelijk divers beeld zonder duidelijk onderscheid tussen bodembeschermingsgebied en de rest van de Voordelta. Ook voor deze vergelijking geldt dat een meer gedetailleerde analyse noodzakelijk is voordat hier conclusies aan verbonden kunnen worden.



Figuur 3.9 Relatieve verandering in infauna biomassa per meetlocatie (rood: afname, groen: toename) berekend uit een vergelijking van de gemiddelde biomassa in de T_0 (2004, 2005, 2007) met die in de T_1 (2009, 2010). Vier soortsgroepen zijn onderscheiden: veerkrachtige, ongevoelige, gevoelige en zeer gevoelige soorten. Resultaten box-corer



Figuur 3.10 *Relatieve verandering in de biomassa van gevoelige soorten in de epifauna per meetlocatie (rood: afname, groen: toename) berekend uit een vergelijking van de gemiddelde biomassa in de T_0 (2004, 2005) met die in de T_1 (2009, 2010). Resultaten bodemschaaf*

Andere parameters, zoals het onderscheiden van verschillende grootteklassen of het schatten van de productie van het benthos, lijken op basis van literatuur ook kansrijk om de effecten van bodemberoerende visserij beter te beschrijven. Het komende jaar wordt dit verder onderzocht.

3.3.1.3 *Bevindingen demersale vis*

Monitoring van de demersale visbestanden vindt plaats om een vollediger beeld te krijgen van de veranderingen in het bodembeschermingsgebied in termen van voedselproductie voor vissen en vogels. Ook is het mogelijk dat veranderingen in de bodemdiergemeenschap van invloed zijn op de vissoorten die vooral bodemdieren als prooi hebben. Dergelijke veranderingen in conditie en aantallen van schol zijn bijvoorbeeld waargenomen in een recent onderzoek naar de effecten van bodemberoerende visserij (Hiddink et al., 2011).

Voor het vaststellen van veranderingen in de demersale visgemeenschap gelden in grote lijnen dezelfde overwegingen als in de vorige paragraaf geschetst voor bodemdieren. Er is een grote ruimtelijke variatie, die samenhangt met abiotische omgevingsvariabelen. Een vergelijking van de ontwikkelingen in het bodembeschermingsgebied met die in referentiegebieden elders in de Voordelta is daarom alleen zinvol als er rekening wordt gehouden met de invloed van die abiotische factoren. Voor de nulmetingen is met een habitatmodel gezocht naar verklarende abiotische factoren (Tulp et al., 2006). Deze aanpak kan nu, in analogie aan de analyse van bodemdieren, verder worden uitgebreid met meer abiotische variabelen. Omdat er nog geen abiotische modeldata voor de recentere jaren gereed waren, is de habitatanalyse nu nog niet uitgevoerd.
In de vorige jaarrapportage is, voor iedere meetlocatie afzonderlijk, de verandering in abundantie van de onderzochte soorten onderzocht. Uit die eerste analyse kwam nog geen duidelijk patroon, zoals ook voor bodemdieren geen duidelijk patroon waar te nemen is. Dit jaar is deze analyse niet uitgevoerd.

3.3.2 Voedsel voor beschermde soorten

De beschikbare hoeveelheid voedsel voor beschermde soorten is een van de redenen voor het instellen van het bodembeschermingsgebied:

Vragen:

- Is het voedselaanbod voor beschermde soorten in het bodembeschermingsgebied in het jaar T_n toegenomen t.o.v. het jaar T_0?
- Is het voedselaanbod voor beschermde soorten in het jaar T_n 10% hoger in het bodembeschermingsgebied dan in het referentiegebied?

Onder de beschermde soorten verstaan we de zwarte zee-eend, visdief en grote stern. Het voedsel voor de zwarte zee-eend bestaat voornamelijk uit schelpdieren terwijl de visdief en grote stern vis eten.

Methodiek, bemonstering en beschikbare gegevens

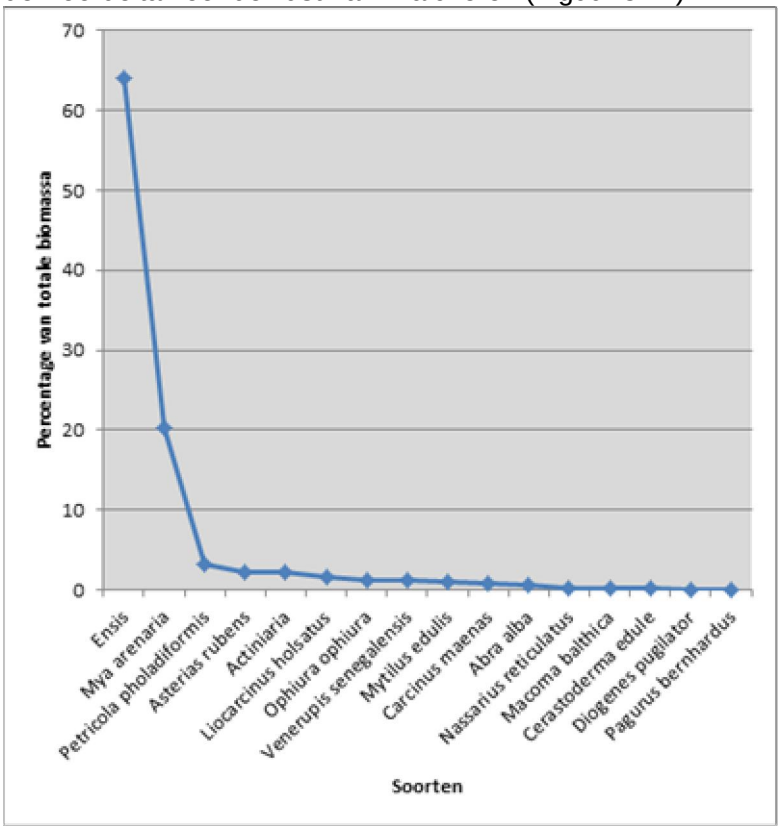
Het voedselaanbod voor de zwarte zee-eend kan worden bepaald uit de gegevens van schelpdieren uit de bodemschaaf en de box-corer. Het formaat van de schelpen is bepalend of de schelpen geschikt voedsel zijn voor de zwarte zee-eend.
Het voedselaanbod voor de grote stern en visdief wordt onderzocht door de demersale vis in voorjaar en najaar (tot 2010) te bemonsteren met behulp van een garnalenkor (zie deel B Vis).
Op dit moment zijn gegevens uit de T_0 periode beschikbaar (2005, 2007) en gegevens uit de T_1 periode (2009-2011). De resultaten van het T_0 onderzoek zijn beschreven (Tulp et al., 2006; Couperus et al., 2008). Haring, sprot en zandspiering zijn de vissoorten die voornamelijk dienen als voedsel voor de visdief en grote stern. De visdief eet naast deze soorten ook veel zoetwatervis omdat deze soort ook op zoetwater (i.c. Haringvliet) foerageert (zie Hoofdstuk 5).

De locaties waar schelpdieren worden bemonsterd zijn aangegeven in Figuur 3.1.
In het visonderzoek wordt in het voor- en najaar (tot 2010) gemonsterd in het bodembeschermingsgebied en twee referentiegebieden, in het zuidelijke deel van de Voordelta en in een gebied ten westen van het bodembeschermingsgebied. De trekken zijn uitgezet naar diepte. Het bodembeschermingsgebied en de referentiegebieden kennen verschillen in abiotische karakteristieken.

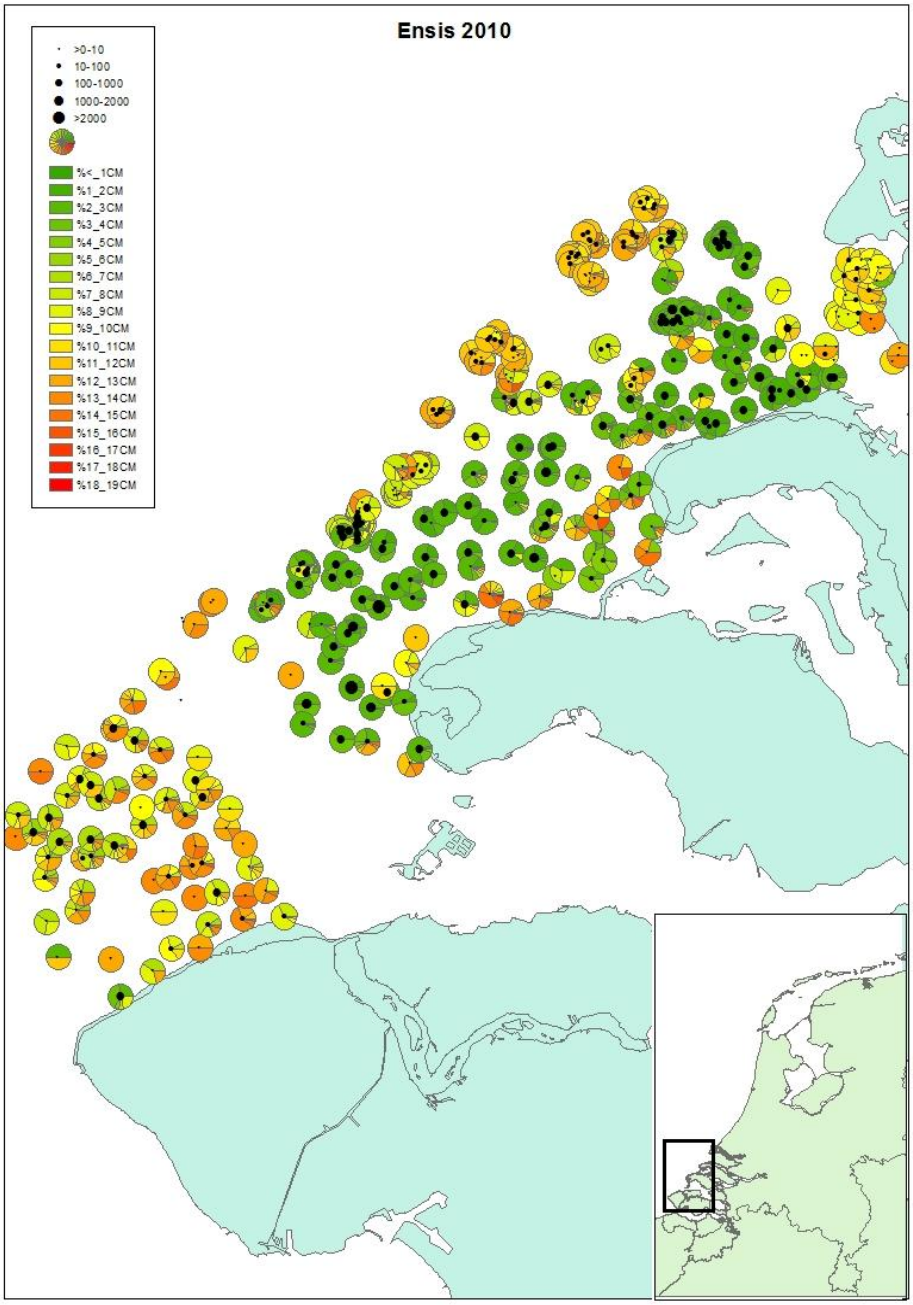
Van andere mogelijke referentiegebieden in de Voordelta is ingeschat dat die teveel afwijken van het bodembeschermingsgebied om te kunnen dienen als referentie. Vanwege het ontbreken van volledig vergelijkbare referentiegebieden in de Voordelta, is er voor gekozen de resultaten van de jaarlijkse Demersal Fish Survey (DFS) in de Voordelta te gebruiken om een onderscheid te kunnen maken tussen veranderingen in de Voordelta die (mogelijk) een gevolg zijn van lokale factoren, en veranderingen die een gevolg zijn van grootschalige, langjarige trends.

3.3.2.1 *Bevindingen: Potentieel voedsel voor de zwarte zee-eend*

De zwaardschede (*Ensis* sp.) is de laatste jaren zowel in dichtheid als in biomassa het meest dominante schelpdier, zowel in de Voordelta (Figuur 3.11) als in de overige Nederlandse kustwateren (Goudswaard et al. 2010). Er komen diverse soorten *Ensis* voor, maar het merendeel bestaat uit de Amerikaanse zwaardschede *Ensis directus* (Goudswaard et al. 2010). Deze soort is een van de belangrijkste prooisoorten voor de zwarte zee-eend. De populatie wordt gedomineerd door kleine exemplaren, die kleiner zijn dan de voor de zwarte zee-eend meest geschikte maat van 4-6 cm. Met name in 2010 kwamen de hoogste dichtheden van de zwaardschede met een lengte van 4-6 cm voor in het zuidelijke deel van de Voordelta voor de kust van Walcheren (Figuur 3.12).



Figuur 3.11 Percentueel aandeel van de verschillende epifauna soorten in de totale biomassa in 2010 (resultaten bodemschaaf)



Figuur 3.12 Dichtheid (ind/m^2) en lengte-frequentiedistributie van Ensis sp. in 2010

3.3.2.2 *Bevindingen: potentieel voedsel voor sterns*

Voor de sterns zijn zandspiering en haring/sprot belangrijke prooidieren. Gegevens over aantallen en verspreiding kunnen in beperkte mate worden afgeleid uit de bemonsteringen van bodemdieren en vissen. Met de bodemschaaf worden eveneens zandspieringen gevangen, en met de visbemonsteringen met de garnalenkor worden haring en sprot gevangen. Beide monstermethoden zijn echter niet geschikt voor een kwantitatieve bepaling van de dichtheden van deze soorten. De relatie tussen sterns en voedselaanbod wordt verder behandeld in §5.3.

3.3.2.3 Bevindingen: voedsel voor typische soorten

Uit de maaganalyses van vissen kan worden afgeleid wat de belangrijkste prooien zijn van de vissen die als typische soorten voor habitat H1110 zijn beschreven. Deze prooivoorkeuren kunnen vergeleken worden met het voedselaanbod, op basis van de bemonsteringen van de bodemdieren. Deze analyse moet nog uitgevoerd worden.

3.4 Effecten van de maatregel (bodembeschermingsgebied) en andere factoren: Evaluatievraag 1d

Bij de beantwoording van evaluatievraag 1d staat de invloed van de compensatiemaatregel (instellen bodembeschermingsgebied) en die van andere factoren op de ontwikkeling van de bodemdieren en vissen centraal. De biomassa van bodemdieren wordt beïnvloed door de bodemberoerende visserij o.a. als gevolg van beschadiging door het vistuig (effectrelatie B1). De hypothese is dat het verbod van de boomkorvisserij met schepen boven de 260 pk in het bodembeschermingsgebied (effectrelatie M2) leidt tot een toename in de biomassa van bodemdieren.
De bodemdiergemeenschap wordt voor een deel bepaald door verschillende abiotische factoren zoals de morfologie, hydrodynamiek, waterkwaliteit en sedimentsamenstelling. Veranderingen in deze abiotische factoren als gevolg van de aanleg van de Tweede Maasvlakte, de bodemberoerende visserij of autonome ontwikkelingen kunnen doorwerken op de bodemdiergemeenschap (effectrelatie B2). Daarnaast moet er rekening gehouden worden met externe factoren die ook van invloed kunnen zijn op de bodemdiergemeenschap, zoals effecten van meteorologie of effecten van ingrepen buiten de Voordelta (effectrelatie B3).

Bodemdieren zijn een voedselbron voor respectievelijk de zwarte zee-eend (effectrelatie Z2) en typische vissoorten. Een verbetering in bodemdieren resulteert in een verbetering van het voedselaanbod. Daarnaast zijn bepaalde soorten vis op hun beurt weer een voedselbron voor de grote stern en visdief (effectrelatie V2/G2).

In deze paragraaf ligt de focus op evaluatievraag 1d, effecten van veranderingen in gebruik (B1) en abiotische factoren (B2) op aanwezige bodemdieren en vissen. De effecten van de verandering in het voedselaanbod op de beschermde vogels worden in hoofdstuk vier en vijf nader beschreven.

3.4.1 Maatregel: Instelling bodembeschermingsgebied (M2)

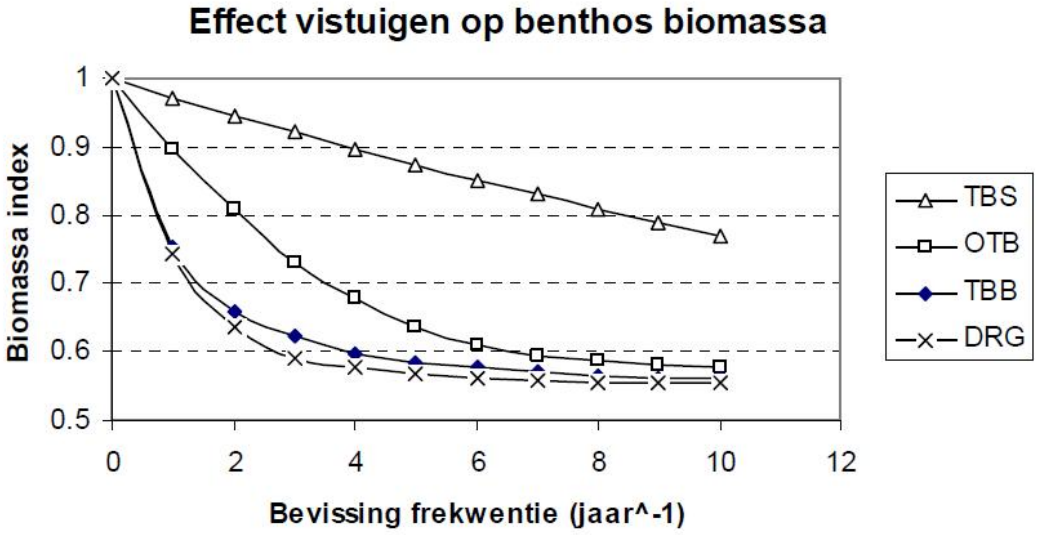
Het doel van de maatregel ‘Instelling bodembeschermingsgebied’ is dat de impact van de bodemberoerende visserij op de kwaliteit van het habitat wordt verminderd.

Vragen:

- Wat is de invloed van het instellen van het bodembeschermingsgebied (uitsluiten van de boomkorvisserij met schepen groter dan 260 pk) op de bodemdieren en vissen van H1110?

Visserij heeft een direct effect als gevolg van het fysieke contact van het vistuig met de bodemdieren. Op basis van relatieve visserijsterftes als gevolg van verschillende vormen van visserij uit veldwaarnemingen in de Noordzee zijn response curves voor verschillende visserijtuigen opgesteld (Rijnsdorp et al., 2006), waarbij is aangenomen dat de voorspelde afname van bodemdierenbiomassa als gevolg van toenemende bevissingsfrequentie het grootst is voor een schelpdierdreg en het kleinst voor een garnalenkor.

Tevens is er van uitgegaan dat het negatieve effect van boomkorvisserij niet lineair is, maar dat er een groot negatief effect is bij een lage bevissingsfrequentie, terwijl het effect van verhoging van die frequentie relatief beperkt is (Figuur 3.13).



Figuur 3.13 De verandering in de biomassa van het benthos (index voor het schelpvrij versgewicht) onder invloed van de visserij met gesleepte vistuigen (TBB=boomkor; OTB=borden trawl; TBS=garnalen trawl; DRG=schelpdierdreg). Uit: Rijnsdorp et al., 2006

Op basis van deze relatie en de beschikbare informatie over visserij intensiteiten in de Voordelta en de begrenzing van het Natura 2000-gebied Voordelta is destijds de effectiviteit van de maatregel ingeschat.

3.4.2 Effecten van gebruik (B1)

Er vinden verschillende activiteiten plaats in het bodembeschermingsgebied en de referentieperioden. De bodemberoerende visserij heeft een impact op de bodemdiergemeenschap en aanwezige vissen.

De maatregel, 'instelling bodembeschermingsgebied' heeft een direct effect op het gebruik van het gebied voor visserij en daarmee op de impact van de bodemberoerende visserij op de bodemdiergemeenschap.

Vragen:

- Is de intensiteit van de boomkorvisserij met schepen groter dan 260 pk in het bodembeschermingsgebied afgenomen in het jaar T_n t.o.v. het jaar T_0
- Is de intensiteit van de boomkorvisserij met schepen groter dan 260 pk in het referentiegebied veranderd in het jaar T_n t.o.v. het jaar T_0

3.4.2.1 Methodiek, bemonstering en beschikbare gegevens

De monitoring van gebruiksfuncties heeft plaatsgevonden door middel van luchtwaarnemingen en landwaarnemingen. De nadruk ligt op scheepvaart, met een prioriteit bij de bodemberoerende visserij. Iedere winterperiode wordt 10 keer, en iedere zomerperiode 15 keer gevlogen.

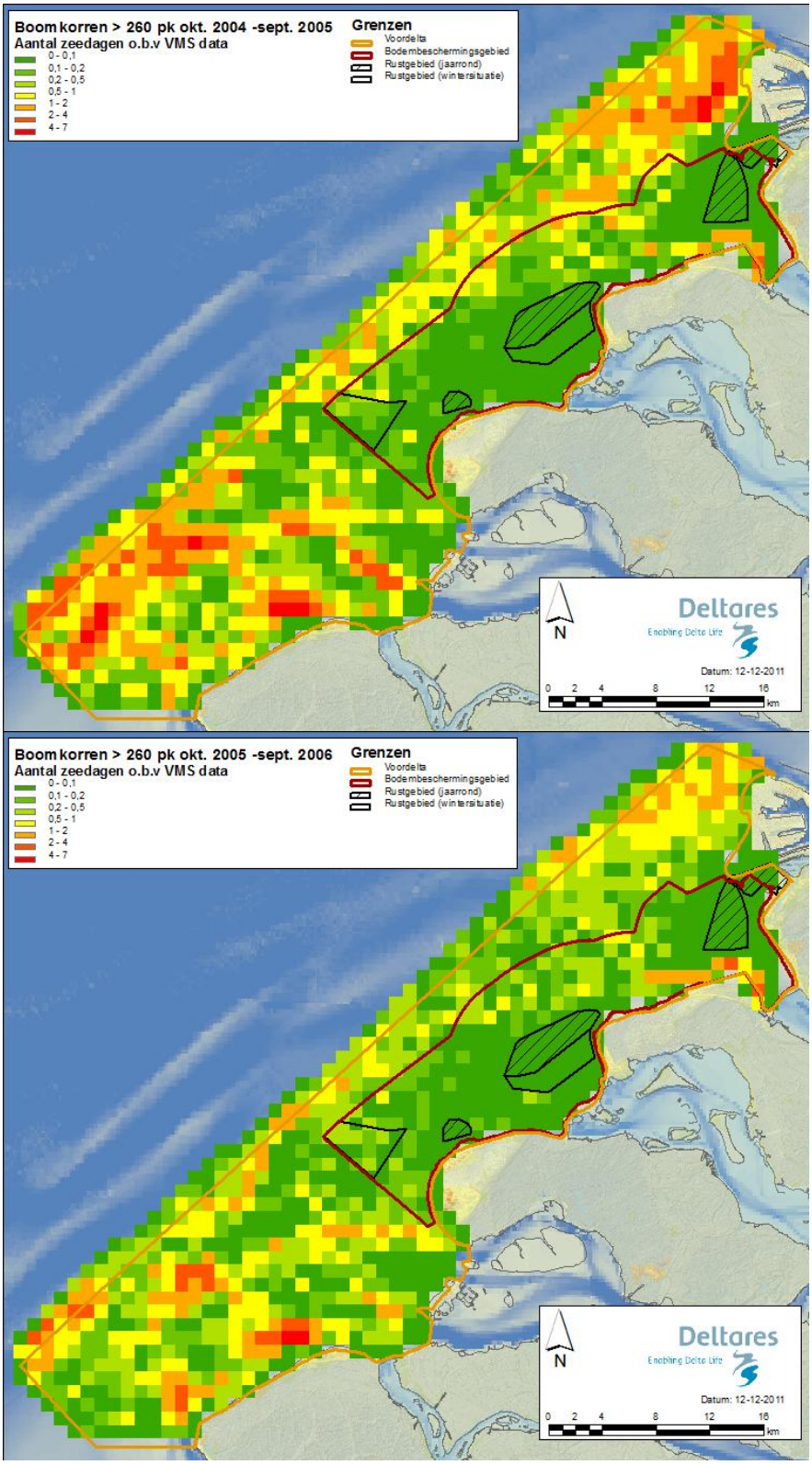
Daarnaast zijn gegevens over het voorkomen van verschillende vormen van visserij ontleend aan VMS data2 (Deel B Gebruik). De analyse van deze data is uitgevoerd volgens de methode beschreven in Bierman et al. (2009) en in hoofdstuk 5 van Deel B van de onderliggende rapportage. In de VMS data wordt onderscheid gemaakt in type visserij (boomkor>260 pk; boomkor<260 pk; garnalenkor; bordentrawl; onbekend) en in activiteit (vissend, niet-vissend, onbekend).
Op basis van de VMS data is een overzicht gemaakt van de zeedagen per type visserij. Dit aantal zeedagen geeft aan hoeveel dagen gevist wordt in een bepaald gebied. Hierbij dient er rekening mee te worden gehouden dat het onderscheid tussen vissen en niet-vissen wordt gemaakt op basis van vaarsnelheden. Wanneer schepen om andere redenen met een snelheid varen die wordt aangemerkt als vissen, kan er dus sprake zijn van misclassificatie. Dit kan gebeuren wanneer schepen langzamer varen, bijvoorbeeld vanwege druk scheepsverkeer.
Van buitenlandse vissersschepen zijn slechts beperkt gegevens beschikbaar. Uit gegevens over 2006 en 2007 blijkt dat minder dan 10% van de registraties buitenlandse schepen (vnl. België) betreft.

De luchtwaarnemingen beslaan de gehele Voordelta, de landwaarnemingen concentreren zich op het bodembeschermingsgebied.
De VMS data hebben betrekking op de gehele Voordelta.

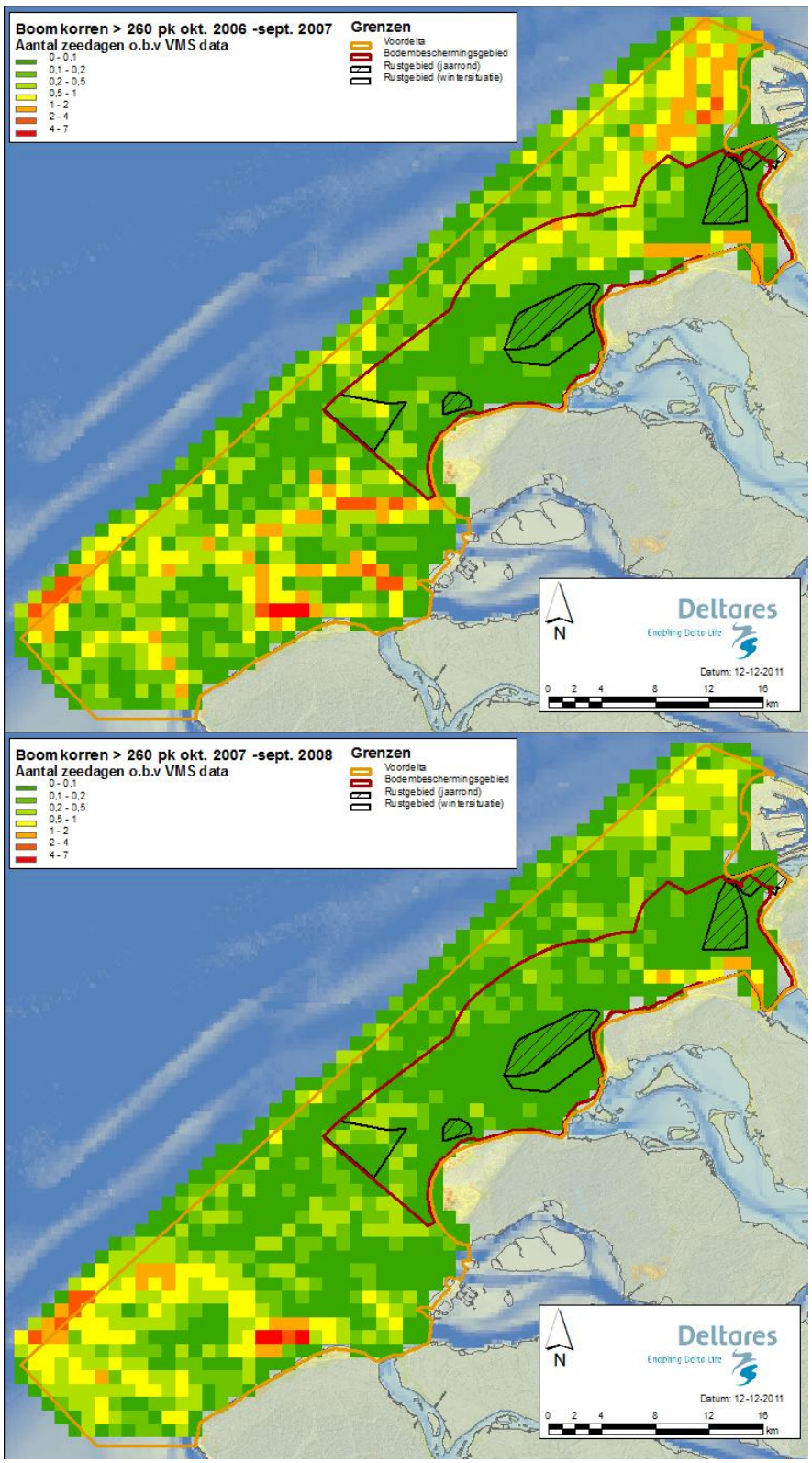
3.4.2.2 Bevindingen

Voor het inschatten van de mate van bodemberoering en van de veranderingen die zijn opgetreden als gevolg van het instellen van het bodembeschermingsgebied, zijn de verschillende vormen van bodemberoerende visserij (boomkor, garnalenkor, bordenvisserij) onderscheiden. Bordenvisserij komt in de Voordelta nauwelijks voor, en die gegevens zijn hier daarom buiten beschouwing gelaten.
De boomkorvisserij vertoont al jaren een dalende trend, en dat is ook zichtbaar in de aantallen zeedagen in de Voordelta (Figuur 3.14). In de periode 2004-2011 is er een afname zichtbaar in het aantal zeedagen van schepen >260 pk in de Voordelta. Een sterke daling (van ongeveer 50-70%) in het aantal zeedagen van de boomkorvisserij in de Voordelta over de jaren 2004-2008 is al eerder gerapporteerd door Bierman et al. (2008). De ruimtelijke verdeling van het aantal zeedagen van de boomkorvisserij geeft aan dat de boomkorvisserij is geconcentreerd in het noordelijk deel van de Voordelta bij de Maasvlakte, en in het zuidelijk deel bij Walcheren. In grote delen van wat nu het bodembeschermingsgebied is, was het aantal zeedagen ook in de jaren voor het instellen van het bodembeschermingsgebied al lager dan in andere delen van de Voordelta.
Opgemerkt wordt dat in het bodembeschermingsgebied ook na instellen van het bodembeschermingsgebied zeedagen geregistreerd zijn, vooral in de vaarroute naar de haven van Stellendam. Hier is zeer waarschijnlijk sprake van misclassificatie (aangemerkt als vissend) als gevolg van de procedure van dataverwerking.
De garnalenvisserij vond in de jaren 2004-2011 vooral plaats in het huidige bodembeschermingsgebied en in mindere mate voor de kust van Walcheren (Figuur 3.15).
Een nadere analyse van de data van boomkor- en garnalenvisserij is nodig om te bepalen wat de kwantitatieve verandering is in bodemberoering, uitgedrukt in verstoord oppervlak en in frequentie van verstoring, over de jaren en in de verschillende delen van de Voordelta.

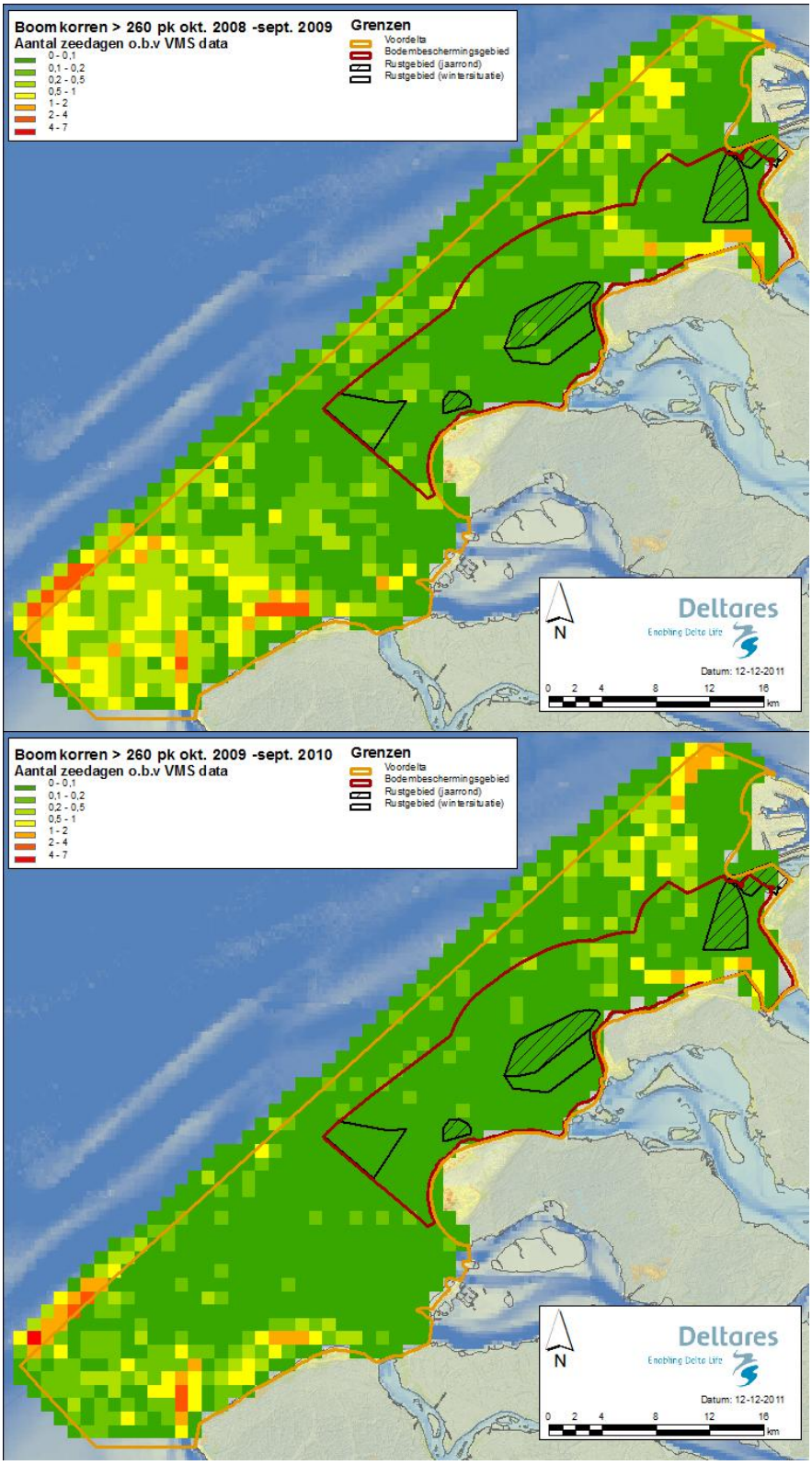
2. *VMS (Vessel monitoring system) is een systeem waarmee gegevens over positie, snelheid en vaarrichting worden doorgestuurd naar de AID (Algemene Inspectie Dienst).*



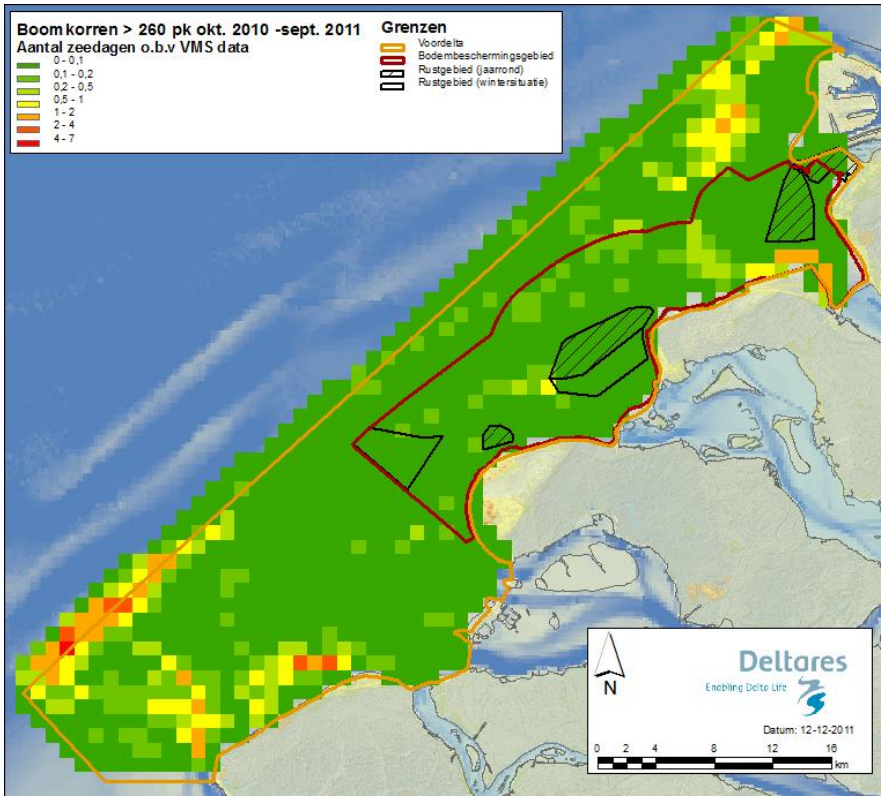
Figuur 3.14a Totaal aantal zeedagen (per weergegeven periode) van boomkorren >260 pk, op basis van VMS data. Periode oktober 2004 tot en met september 2006



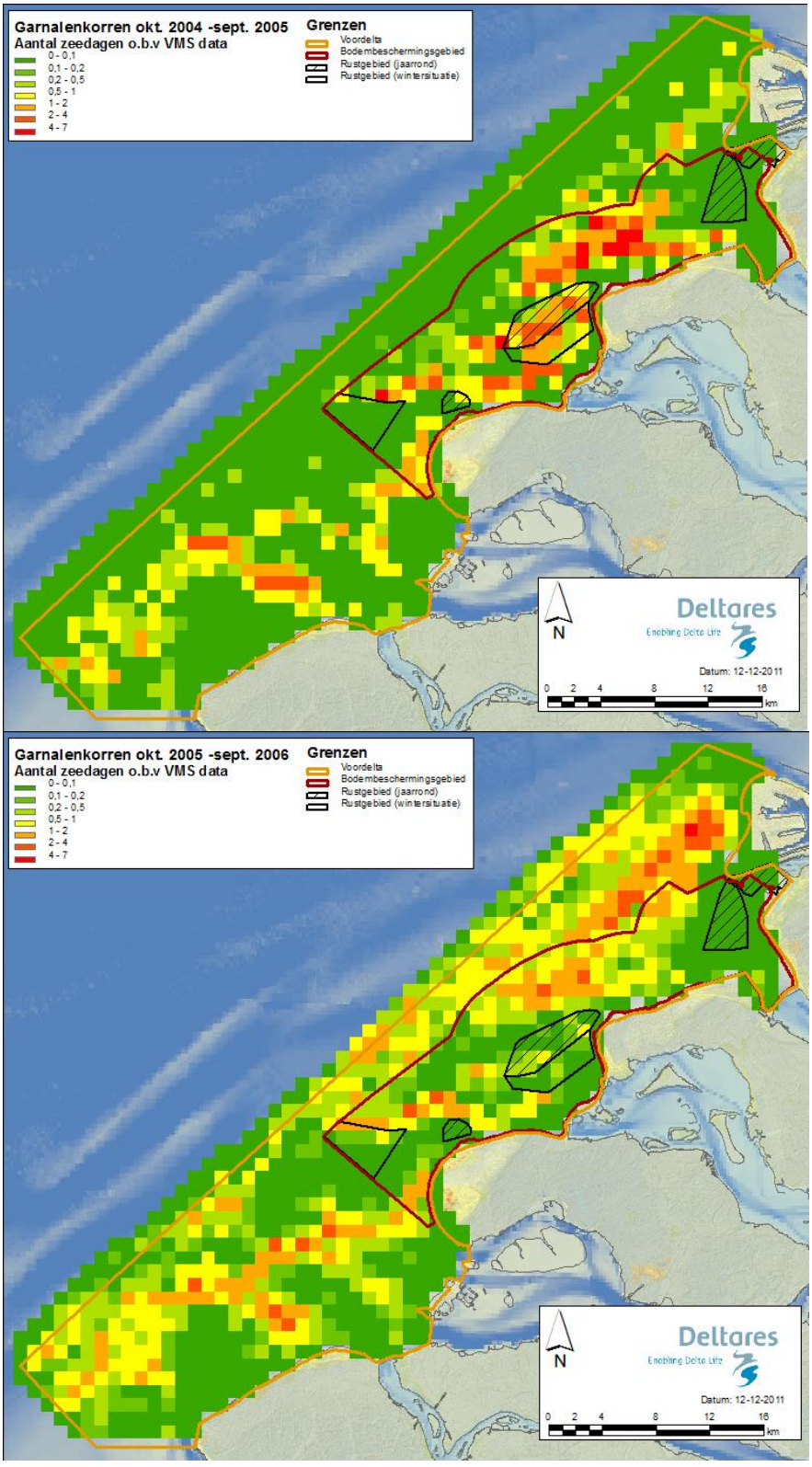
Figuur 3.14b Totaal aantal zeedagen (per weergegeven periode) van boomkorren >260 pk, op basis van VMS data. Periode oktober 2006 tot en met september 2008



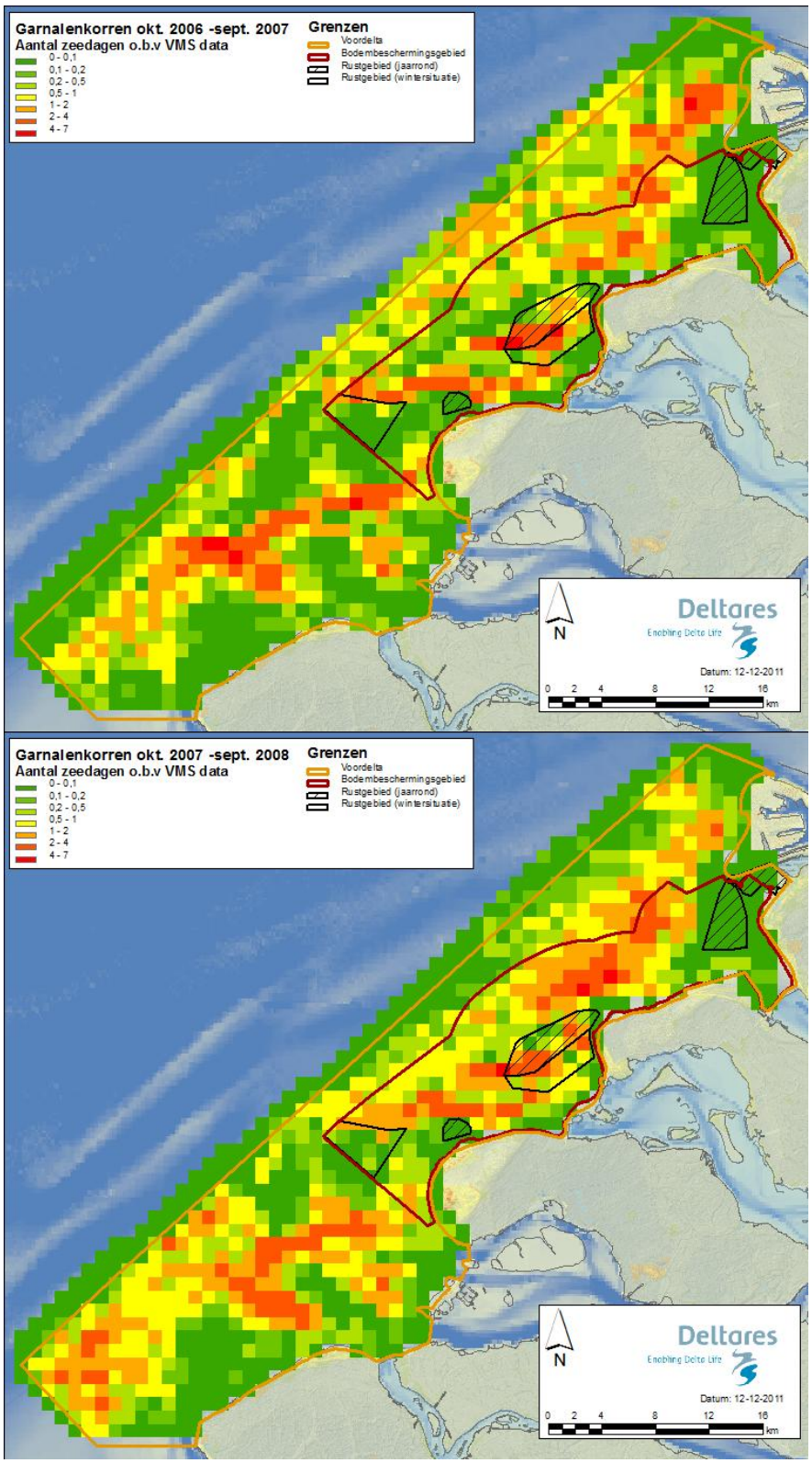
Figuur 3.14c Totaal aantal zeedagen (per weergegeven periode) van boomkorren >260 pk, op basis van VMS data. Periode oktober 2008 tot en met september 2010



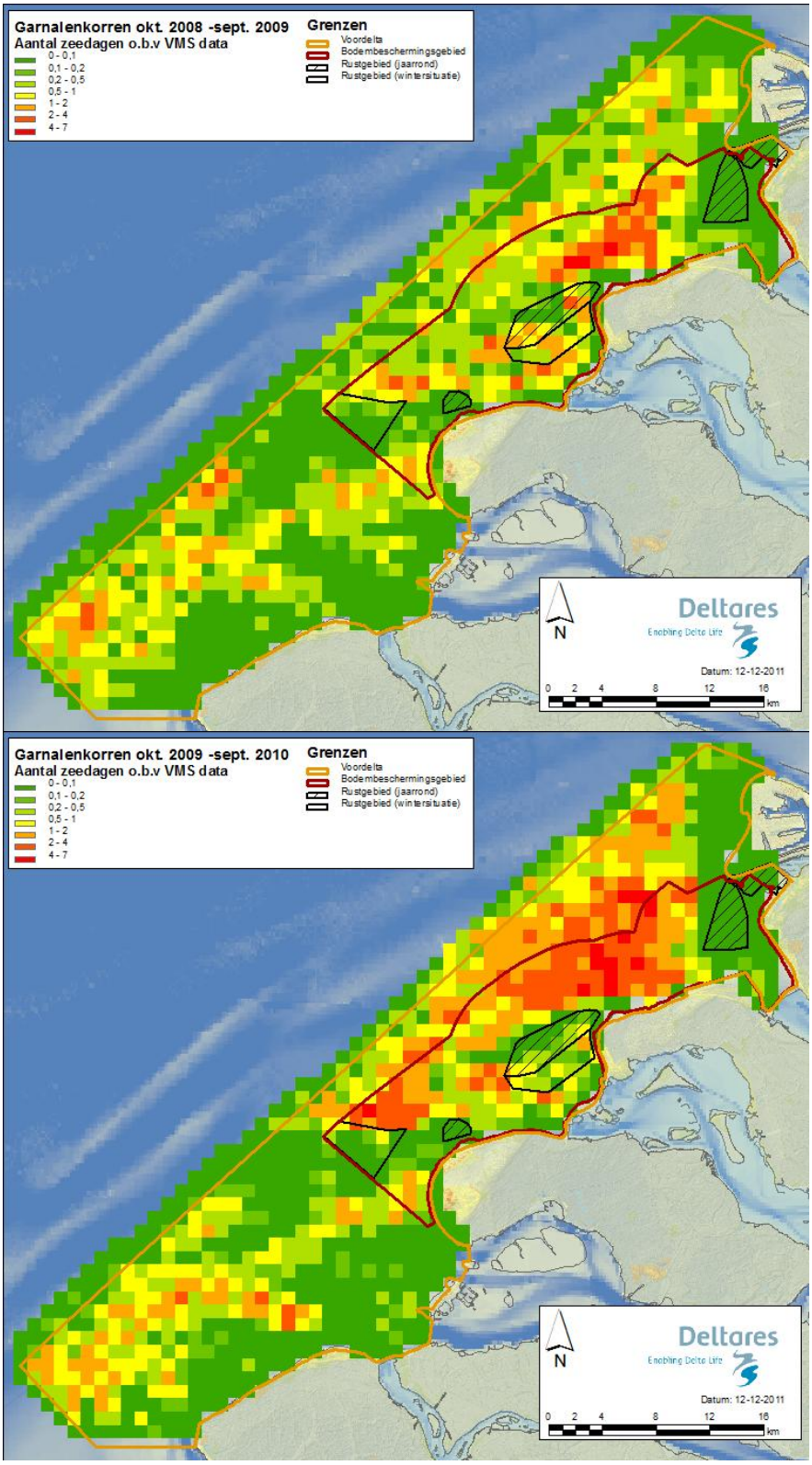
Figuur 3.14d Totaal aantal zeedagen (per weergegeven periode) van boomkorren >260 pk, op basis van VMS data. Periode oktober 2010 tot en met september 2011



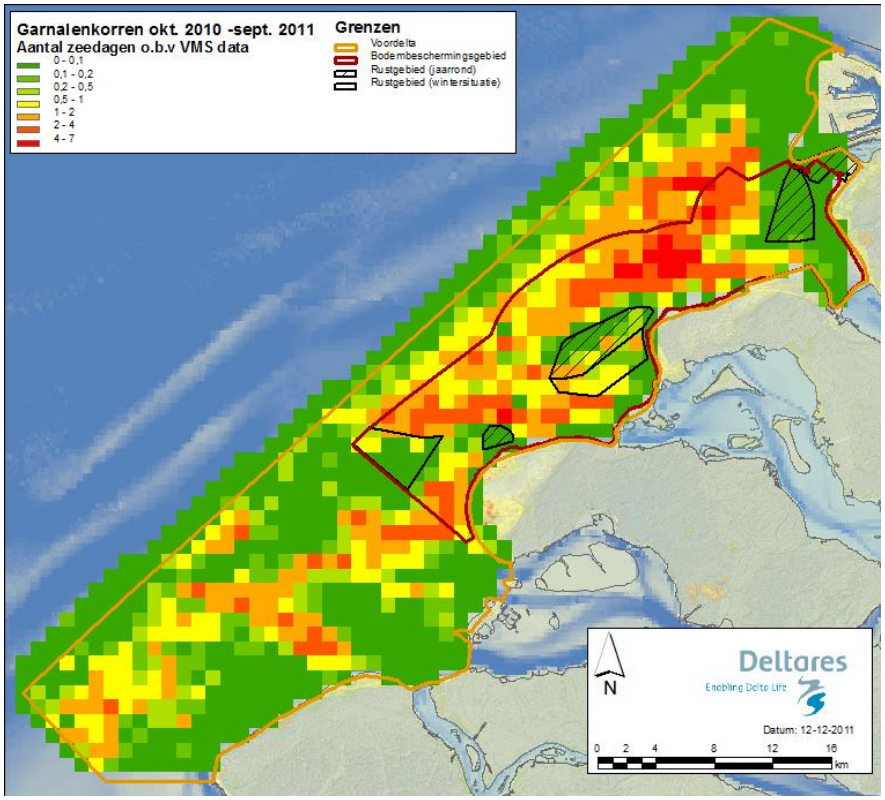
Figuur 3.15a Totaal aantal zeedagen (per weergegeven periode) van garnalenvissers, op basis van VMS data. Periode oktober 2004 tot en met september 2006



Figuur 3.15b Totaal aantal zeedagen (per weergegeven periode) van garnalenvissers, op basis van VMS data. Periode oktober 2006 tot en met september 2008



Figuur 3.15c Totaal aantal zeedagen (per weergegeven periode) van garnalenvissers, op basis van VMS data. Periode oktober 2008 tot en met september 2010



Figuur 3.15d Totaal aantal zeedagen (per weergegeven periode) van garnalenvissers, op basis van VMS data. Periode oktober 2010 tot en met september 2011

3.4.3 Effecten van abiotische omstandigheden (B2)

Veranderingen in de morfologie, hydrodynamiek, sedimentsamenstelling en waterkwaliteit kunnen een effect hebben op de bodemdiersamenstelling en daarmee het voedselaanbod voor typische vissoorten en beschermde vogels.

Vragen:

- Welke abiotische factoren zijn van belang?
- Wat is de invloed van de abiotische factoren op de bodemdieren en vissen?

3.4.3.1 Methodiek, bemonstering en beschikbare gegevens

Bodemdieren zijn bemonsterd met behulp van een box-corer en bodemschaaf (zie Deel B, hoofdstuk 1), en vis is bemonsterd met de garnalenkor (zie Deel B, hoofdstuk 2). De abiotische parameters zijn berekend met behulp van verschillende modelsimulaties (zie Deel B, hoofdstuk 4).

3.4.3.2 Bevindingen

Voor bodemdieren wordt verondersteld dat met name de volgende abiotische omgevingsvariabelen van invloed kunnen zijn op het voorkomen en de abundantie van soorten in de Voordelta:

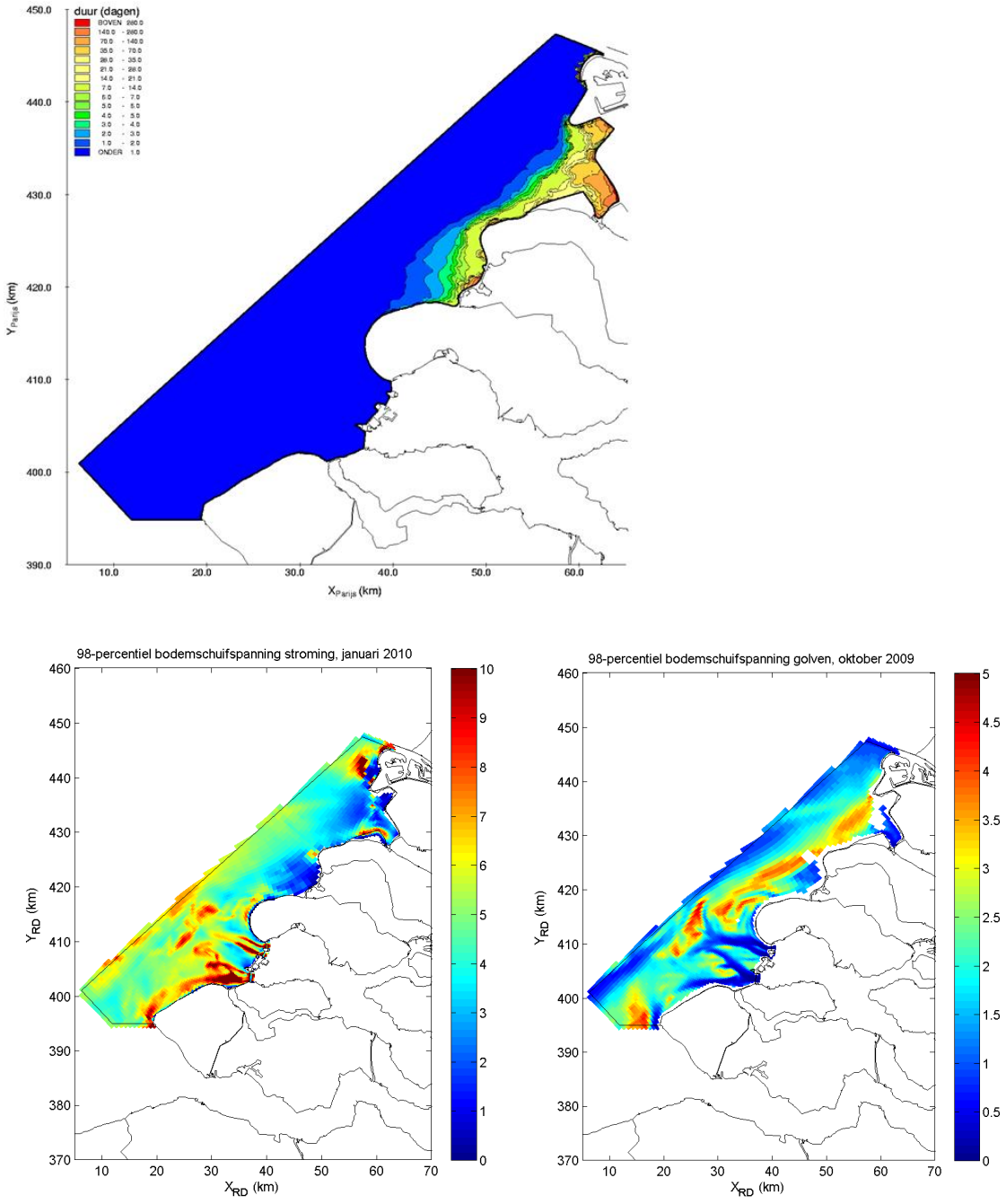
- waterdiepte
- mediane korrelgrootte van het sediment
- watertemperatuur
- saliniteit en variatie in saliniteit

- maximale stroomsnelheid
- bodemschuifspanning t.g.v. stroming en golven

Als illustratie wordt hier het ruimtelijk patroon van een aantal abiotische variabelen weergegeven (Figuur 3.16).
Zoals al omschreven in §3.3, kunnen in de Voordelta op basis van deze omgevingsvariabelen diverse (geomorfologische) deelgebieden worden onderscheiden, waarbij vooral het mondingsgebied van het Haringvliet sterk verschilt van de andere gebieden. Deze gebieden verschillen eveneens in soortensamenstelling en biomassa van de meest dominante soorten.
Uit een eerste analyse met behulp van habitatmodellen kan echter geen sterke relatie tussen het voorkomen en de abundantie van bodemdieren en de bovengenoemde abiotische variabelen worden afgeleid. Een groot deel van de variatie in samenstelling tussen monsterpunten wordt niet verklaard door verschillen in de abiotische variabelen (zie Deel B hoofdstuk 1).
Een analyse van de omgevingsvariabelen gedurende de nulperiode (2004-2007) laat zien dat deze in de tijd geen grote wijzigingen hebben vertoond. In hoeverre er wijzigingen in deze abiotische variabelen zijn opgetreden in de latere jaren moet nog nader geanalyseerd worden (zie Deel B hoofdstuk 1).
Indien de abiotische omstandigheden geen grote veranderingen in de tijd vertonen, en bovendien de relatie tussen bodemdiersamenstelling en abiotiek zwak blijkt, zal geconcludeerd kunnen worden dat veranderingen in bodemdiersamenstelling en biomassa niet veroorzaakt worden door veranderende abiotische omstandigheden in het bodembeschermingsgebied of daarbuiten.

Langjarige veranderingen in de geomorfologie van de Voordelta in de periode 1964-2004 als gevolg van de uitvoering van de Deltawerken zijn beschreven in Mulder et al. 2010. De afsluiting van het Haringvliet en de Grevelingen hebben er toe geleid dat de buitendelta's als het ware naar binnen zijn geschoven. De doorstroomoppervlaktes van de getijdegeulen in de mondingsgebieden zijn afgenomen. De doorstroomoppervlakte van getijgeulen is direct gerelateerd aan het watervolume dat er ieder getij doorheen stroomt en door de afdammingen is het watervolume dat door de geulen stroomt afgenomen. Deze afname is zeer duidelijk zichtbaar in de zogenaamde verlaten geulen Rak van Scheelhoek (Haringvlietmonding) en Brouwershavensche Gat (Monding van de Grevelingen). De geulen zijn geleidelijk maar gestaag opgevuld met (voornamelijk fijn) sediment.

Voor vis spelen waarschijnlijk deels dezelfde factoren een rol. Een gedetailleerde analyse van het belang van abiotische habitatkarakteristieken voor de visgemeenschap moet nog uitgevoerd worden. Een eerste analyse door combinatie van de huidige gegevens uit de monitoring met abiotische variabelen heeft geleid tot beter inzicht in de verbanden tussen abiotische omgevingsvariabelen, zoals diepte en saliniteit, en de abundantie van de verschillende vissoorten (zie Deel B hoofdstuk 2).



Figuur 3.16 Voorbeelden van ruimtelijke verdeling van abiotische karakteristieken. Maximale duur in dagen met saliniteit <25 in de jaren 2007-2008 (boven), bodemschuifspanning als gevolg van stroming (onder, links) en als gevolg van golven (onder, rechts)

3.5 Referenties

Bierman, S., Miller D., Quirijns F. en R. van Hal, 2009. Intensiteit boomkorvisserij in de Voordelta. Rapport C144/09, IMARES, IJmuiden.

Couperus AS, van Damme CJG, Tulp I, Tribuhl S, Pennock I, Heessen HJL (2008) Vis in de Voordelta: nulmetingen 2007 in het kader van de aanleg van de Tweede Maasvlakte. IMARES rapport C061/08.

Craeymeersch, J.A., O. Hamerlynck, K. Hostens, A. Vanreusel en M. Vincx (1990) De ekologische ontwikkeling van de Voordelta. Deelrapport 1. De huidige ekologische situatie van de Voordelta. Delta Instituut voor hydrobiologisch onderzoek en de Rijksuniversiteit Gent, sektie Mariene Biologie.

Craeymeersch, J.A., V. Escaravage & J. Perdon, 2004. Baseline study MEP-MV2. Veldwerkrapportage najaar 2004, Rapport C085/04, IMARES, Yerseke.

Craeymeersch, J.A., V. Escaravage, J. Perdon, 2005a. Baseline study MEP-MV2. Veldwerkrapportage bodemdieren najaar 2005, rapportnr C079/05, IMARES, Yerseke.

Craeymeersch, J.A., V. Escaravage & J. Perdon, 2005b. Baseline study MEP-MV2 Lot 2: bodemdieren Voortgangsverslag juni 2005, rapportnr C027/05, IMARES, Yerseke.

Craeymeersch, J.A. en J.W.M. Wijsman (2006). Ruimtelijke verschillen en temporele fluctuaties in het voorkomen van een aantal schelpdieren in de Voordelta. Yerseke, IMARES.

Escaravage, V., M.A. Bergmeijer, A. Dekker, A.G.M. Engelberts, W.C.H. Sistermans en L.A. de Witte-Dek (2008). Nulmeting MEP-MV2, Drie jaar bodemdieren waarnemingen (2004-2005-2007). Yerseke, NIOO.

Goudswaard, P.C., K.J. Perdon, J.J. Kesteloo, J. Jol, C. van Zweeden, E. Hartog, J.M.J. jansen en K. Troost, 2010. Schelpdieren in de Nederlandse kustwateren, een kwantitatieve en kwalitatieve bestandsopname in 2010. IMARES rapport C 099/10.

Green, R.H. 1979. Sampling design and statistical methods for environmental biologists. Wiley Interscience, Chichester, England.

Hiddink, J.G., A.D. Rijnsdorp, G. Piet, 2008. Can bottom trawling disturbance increase food production for a commercial fish species? Can. J. Fish. Aquat. Sci. 65: 1393–1401.

Hiddink, J.G., A.F. Johnson, R. Kingham, H. Kinz, 2011. Could our fisheries be more productive? Indirect negative effects of bottom trawl fisheries on fish condition. J. Appl. Ecol. 48: 1441-1449.

Hinz, H., Prieto, V. & Kaiser, M.J. (2009) Trawl disturbance on benthic communities: chronic effects and experimental predictions. Ecol. Appl. 19: 761–773.

Kaiser, M.J., K. R. Clarke, H. Hinz, M.C.V. Auste, P.J. Somerfield, I. Karakassis, 2006. Global analysis of response and recovery of benthic biota to fishing. Mar. Ecol. Prog. Ser 311: 1-14.

LNV (2006) Natura 2000 doelendocument. Duidelijkheid bieden, richting geven en ruimte laten. Den Haag, Ministerie van Landbouw Natuur en Visserij.

LNV (2008) Profiel Habitattype 1110. Den Haag, Ministerie van Landbouw Natuur en Visserij.

Mulder, J.P.M., J. Cleveringa, M.D. Taal, B.K. van Wesenbeeck, F. Klijn, 2010. Sedimentperspectief op de Zuidwestelijke Delta. Rapport Deltares 1203404-000-VEB-0005.

RIKZ, 2007. Natuurcompensatie Maasvlakte Twee in de Voordelta; De inzet van kennis over de ecologie en morfologie van de Voordelta om het maatregelenpakket ter compensatie van de natuureffecten van de Tweede Maasvlakte te verantwoorden. Rapport RIKZ/2007.006, 301 pp.

Rijnsdorp, A. D., van Stralen, M., Baars, D., van Hal, R., Jansen, H., Leopold, M., Schippers, P., en E. Winter, 2006. Rapport Inpassing Visserijactiviteiten Compensatiegebied MV2. Wageningen IMARES, IJmuiden. Rapport C047/06. 123 pp.

Steenbergen, J. en V. Escaravage (2006). Baseline study MEP-MV2. Lot 2:bodemdieren. Eindrapportage Campagnes 2004-2005. Yerseke, IMARES, NIOO.

Tulp I, Damme van C, Quirijns F, Binnendijk E & Borges L, 2006. Vis in de Voordelta: nulmetingen in het kader van de aanleg van de Tweede Maasvlakte. Rapport C035/05. IMARES, IJmuiden.

VenW, 2008. Beheerplan Voordelta.
VenW, 2009. Monitoring- en Evaluatieprogramma Maasvlakte 2. Natuurcompensatie Voordelta.

4 MEP vraag 2: Zwarte zee-eend

4.1 Inleiding

Het MEP Natuurcompensatie Voordelta (VenW, 2009) beschrijft het monitoring- en evaluatieprogramma rond de uitvoering van de maatregelen voor natuurcompensatie bij de aanleg van de Tweede Maasvlakte, en sluit aan bij het onderdeel natuur van het MEP Aanleg. Voor de compensatie van het verlies aan foerageergebied van de zwarte zee-eend is de volgende evaluatievraag gesteld in het kader van de maatregelen voor de Natuurcompensatie Voordelta.

Hoofdvraag 2: Wordt het verlies aan foerageergebied van de zwarte zee-eend als gevolg van de aanleg en het gebruik van Maasvlakte 2 voldoende gecompenseerd?

Binnen het MEP Natuurcompensatie Voordelta zijn voor de deze hoofdvraag vier subvragen geformuleerd. Alleen de laatste twee subvragen (b en c) hebben betrekking op de monitoring van de natuurcompensatie van de Voordelta:

b. Leidt het instellen van het bodembeschermingsgebied tot een gelijkblijvende potentiële functie van de Voordelta voor de zwarte zee-eend in termen van voedselbeschikbaarheid?
   i. Treden veranderingen op in verspreidingspatronen en het aantal vogeldagen van de zwarte zee-eend t.o.v. de situatie vóór de aanleg van Maasvlakte 2?
   ii. Zijn deze veranderingen toe te schrijven aan (veranderingen in) de voedselbeschikbaarheid (zie 2a) of zijn andere factoren van (groter) belang?
c. Draagt het instellen van de rustgebieden specifiek voor de zwarte zee-eend bij aan een gelijkblijvende potentiële functie van de Voordelta als foerageer- en rustgebied?
   i. Treden verandering op in verspreidingspatronen en het aantal vogeldagen van de zwarte zee-eend t.o.v. de situatie vóór de aanleg van Maasvlakte 2?
   ii. Zijn deze veranderingen toe te schijven aan de aanwezigheid van de rustgebieden die voor zwarte zee-eenden zijn ingesteld of ook aan andere factoren?

Evaluatie vraag 2b betreft het causale verband tussen het gebruik van de Voordelta door de zwarte zee-eend en een van de compensatiemaatregelen, nl. het uitsluiten van bepaalde vormen van bodemberoerende visserij. Voor de beantwoording van deze vraag is enerzijds het voedselaanbod van belang (perceel Benthos) en anderzijds het aantal vogeldagen en de verspreiding van de zwarte zee-eend in de Voordelta, dat wordt gemeten in het perceel Vogels.
Evaluatievraag 2c betreft het causale verband tussen het gebruik van de Voordelta door de zwarte zee-eend en het instellen van rustgebieden. Voor de beantwoording van deze vraag gaat het eveneens om het aantal vogeldagen en de verspreiding van de zwarte zee-eend in de Voordelta, dat wordt gemeten in het perceel Vogels, in relatie tot het optreden van verstoring in de rustgebieden, die wordt gemeten in het perceel Gebruik.
Onderliggende subvragen hebben betrekking op het begrijpen van de verspreiding van de zwarte zee-eend in de Voordelta, waarbij naast het voedselaanbod diverse andere factoren een rol spelen, zoals verstoring, indirecte effecten op het voedselaanbod (Abiotiek, Benthos) en mogelijke effecten van abiotische omstandigheden op het gebruik van het gebied door de eenden (Abiotiek).

Tevens is kennis over de ontwikkelingen in aantal zwarte zee-eenden in referentiegebieden van belang om de ontwikkelingen in de Voordelta te kunnen relateren aan de effecten van de compensatiemaatregelen. De evaluatievragen 2b en 2c bestaan uit een aantal deelvragen welke hieronder zijn uitgesplitst. De vragen 2b1 en 2c1 zijn eender, en betreffen de eventuele veranderingen in vogeldagen en verspreiding van zee-eenden in de Voordelta.
Een gelijkblijvende functie van de Voordelta voor beschermde soorten waaronder de zee-eend is immers de doelstelling van de beheersmaatregelen bodembescherming en rust. De codes M1, M2 en Z1 etc. verwijzen naar de ingreep-effectrelaties in het schema weergegeven in Figuur 2.2.

- Is het gebruik van de Voordelta door de zwarte zee-eend na instelling van het bodembeschermingsgebied en de rustgebieden gelijk aan de situatie voor de aanleg van Maasvlakte 2?
    - Is er een verandering in verspreidingspatroon van de zwarte zee-eend?
    - Is er een verandering in aantal vogeldagen van de zwarte zee-eend?

De onderstaande subvragen gaan in op de factoren die deze veranderingen kunnen veroorzaken.

- Is er een verandering in het voedselaanbod (Z2)?
    - Waar bestaat het voedsel van zwarte zee-eend uit?
    - Is de hoeveelheid beschikbaar voedsel voor de zwarte zee-eend in het bodembeschermingsgebied in het jaar T_n toegenomen t.o.v. het jaar T_0?
    - Wanneer en waar is het voedsel beschikbaar?

- Is het menselijk gebruik van de Voordelta van belang voor de verspreiding en het aantal vogeldagen van de zwarte zee-eend (Z1)?
    - Welke vormen van recreatie zijn hierop van invloed?
    - Welke vormen van visserij zijn hierop van invloed?

- Zijn er abiotische factoren van belang voor de verspreiding en het aantal vogeldagen van de zwarte zee-eend (Z3)?
    - Welke hydrodynamische factoren zijn van belang?
    - Welke morfologische factoren zijn van belang?

- Zijn er externe factoren van belang voor de verspreiding en het aantal vogeldagen van de zwarte zee-eend (Z4)?
    - Welke weersomstandigheden zijn van belang?
    - Wat is de invloed van de populatiedynamiek van zwarte zee-eenden buiten de voordelta?

In de onderstaande alinea's worden de bovengenoemde vragen behandeld aan de hand van de ingreep–effectrelaties zoals beschreven in Figuur 2.2

4.2 De maatregel

De zwarte zee-eend is een doortrekker en wintergast in de Voordelta. De belangrijkste concentratiegebieden voor de zwarte zee-eend liggen ten zuidoosten van de Bollen van de Ooster, rond de Bollen van het Nieuwe Zand en rond het Brouwershavense Gat. De soort komt hier het hele jaar voor, maar in grotere aantallen in november tot en met april, met over het algemeen een piek in april (VenW, 2008).

Door het ruimtebeslag van Maasvlakte 2 verdwijnt ongeveer drie procent van het potentiële foerageergebied van de zwarte zee-eend. Als compensatie voor dit verlies moet de kwaliteit van de Voordelta als foerageergebied verbeteren. Om het verlies aan geschikt foerageergebied door de aanleg van Maasvlakte 2 te compenseren, is het wenselijk dat de totale hoeveelheid voor de zwarte zee-eend geschikt voedsel (schelpdieren) in de Voordelta niet verandert. Door de instelling van het bodembeschermingsgebied wordt verwacht dat de totale hoeveelheid beschikbaar voedsel niet verandert ten opzichte van de situatie voor de aanleg van de Maasvlakte 2.
Daarnaast zijn zee-eenden erg gevoelig voor verstoring. In de winter en het voorjaar zijn kitesurfen en visserij volgens RIKZ (2007) waarschijnlijk de belangrijkste bronnen van visuele verstoring. De compensatie is er primair op gericht de totale voedselvoorraad voor zwarte zee-eenden in de gehele Voordelta tenminste op hetzelfde niveau te houden als voor de aanleg van Maasvlakte 2. Daarnaast wordt er door de instelling van een tweetal rustgebieden voor gezorgd dat voldoende rustig gebied aanwezig is om van het voedsel te kunnen profiteren (VenW, 2008). Doel van deze maatregelen is dat de kwaliteit van het rust- en foerageergebied voor overwinterende en doortrekkende zwarte zee-eenden na de aanleg van Maasvlakte 2 tenminste gelijk blijft. Of de zwarte zee-eenden dan werkelijk in de gewenste aantallen in de winter en het voorjaar aanwezig zijn, hangt eveneens af van externe factoren (buiten de compensatiemaatregelen in de Voordelta) die van invloed kunnen zijn op diverse van de bovengenoemde factoren en relaties. Daarbij valt o.a. te denken aan effecten van economische ontwikkelingen op recreatie en visserij, en effecten als verschillen in weersomstandigheden tussen jaren en ontwikkelingen in de populatie van de zwarte zee-eend.

Verwachte effect maatregel
In de planperiode zal de hoeveelheid voedsel (schelpdieren) en rust voor de zwarte zee-eend zijn toegenomen, door het uitsluiten van de boomkorvisserij, dynamisch beheer van schelpdiervisserij en het instellen van rustgebieden (VenW, 2009). Hierdoor worden de effecten van Maasvlakte 2 op deze soort gecompenseerd, en is behoud van omvang en kwaliteit van het leefgebied met een draagkracht voor een populatie van gemiddeld 9700 vogels (midwintertelling) gewaarborgd.
Dit zal zichtbaar zijn in het gelijk blijven van het aantal vogeldagen van de zwarte zee-eend in de Voordelta ten opzichte van de T_0. Uit het gebiedsgebruik moet blijken dat de rustgebieden effectief zijn in het voorkomen van verstoring van de zwarte zee-eend

4.3 Verspreidingspatroon en vogeldagen: Evaluatievragen 2b1 en 2c1

Is het gebruik van de Voordelta door de zwarte zee-eend na instelling van het bodembeschermingsgebied en de rustgebieden gelijk aan de situatie voor de aanleg van Maasvlakte 2?

Vragen:
- Is er een verandering in verspreidingspatroon van de zwarte zee-eend?
- Is er een verandering in aantal vogeldagen van de zwarte zee-eend?

De verwachting is dat een afname van de bodemberoerende visserij leidt tot een toename van de beschikbare hoeveelheid voedsel voor de zwarte zee-eend. Door gericht in gebieden de frequentie van bodemberoerende visserij te verminderen is de verwachting dat juist daar de aanwezigheid (aantal vogeldagen) van eenden verbetert ten opzichte van gebieden daarbuiten of ten opzichte van voor de instelling van bodembeschermingsgebieden. Daarnaast leidt de instelling van rustgebieden naar verwachting tot hogere aantallen zee-eenden ter plaatse omdat de vogels niet worden verstoord tijdens het foerageren en rusten.

4.3.1.1 Methodiek, bemonstering en beschikbare gegevens

De ontwikkelingen (aantallen, gebiedsgebruik, verspreiding) in de populatie zwarte zee-eenden in de Voordelta worden onderzocht door middel van vliegtuigtellingen (zie Deel B Vogels).

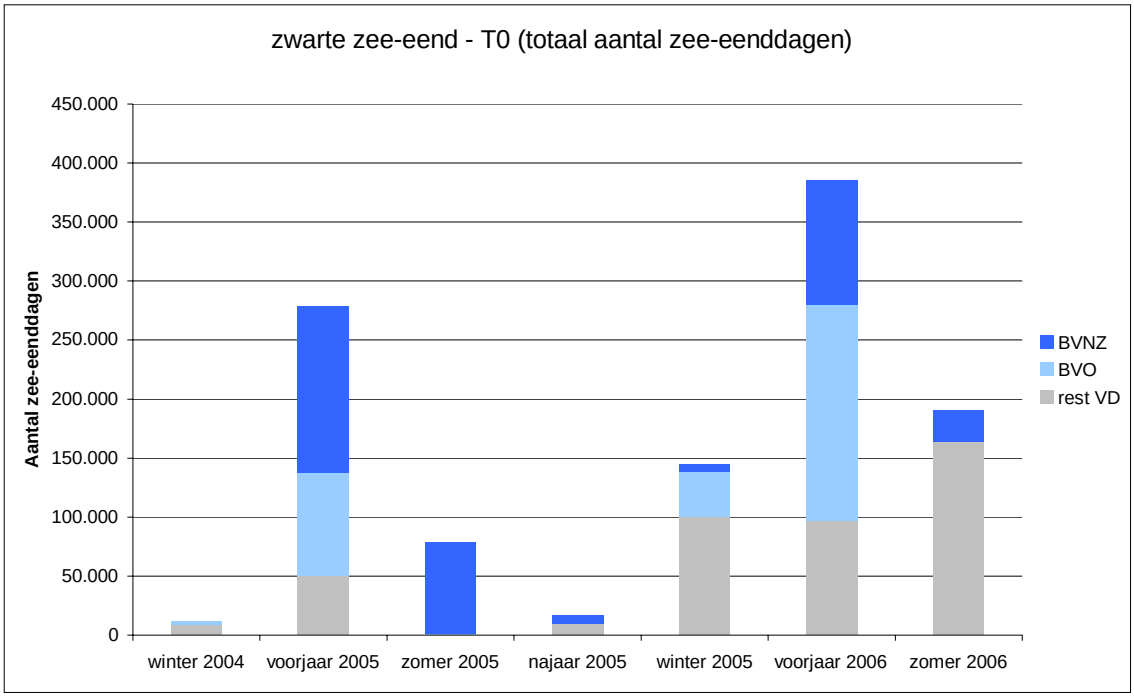
Op dit moment zijn gegevens uit de T_0 periode beschikbaar, en gegevens over de periode van april 2009 t/m augustus 2011. De resultaten van het T_0 onderzoek hebben betrekking op de periode 2004 t/m 2006 (Poot et al., 2006).

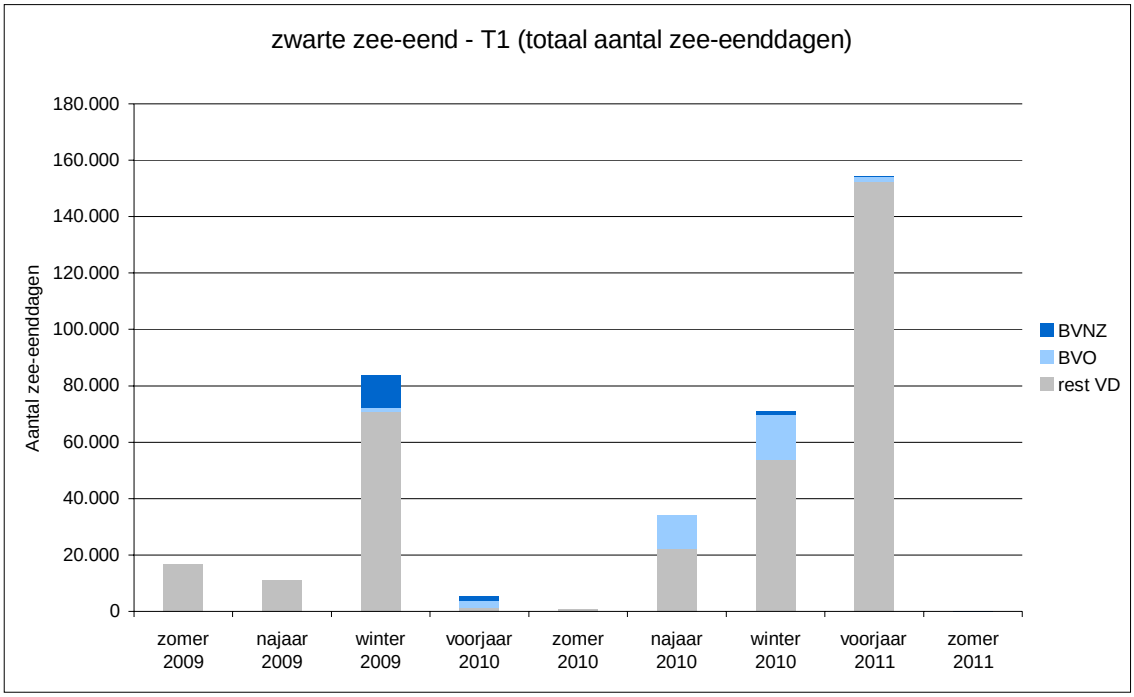
4.3.1.2 Bevindingen: aantallen en ruimtegebruik

De aantallen zwarte zee-eenden in de Voordelta zijn de laatste jaren (2008-2011) aanmerkelijk lager dan in eerdere jaren. Tijdens de nulmetingen (2004-2006) zijn meer dan 9000 zwarte zee-eenden waargenomen tijdens de voorjaarspiek, in de jaren 2009-2011 is het hoogst waargenomen aantal ruim 5000. De dalende aantallen worden ook weerspiegeld in het aantal vogeldagen, van bijna 400.000 in 2006 tot iets meer dan 200.000 in 2010 en 2011 (Figuur 4.1). De Voordelta lijkt de laatste jaren ook een minder belangrijke rol te spelen als overwinteringsgebied.

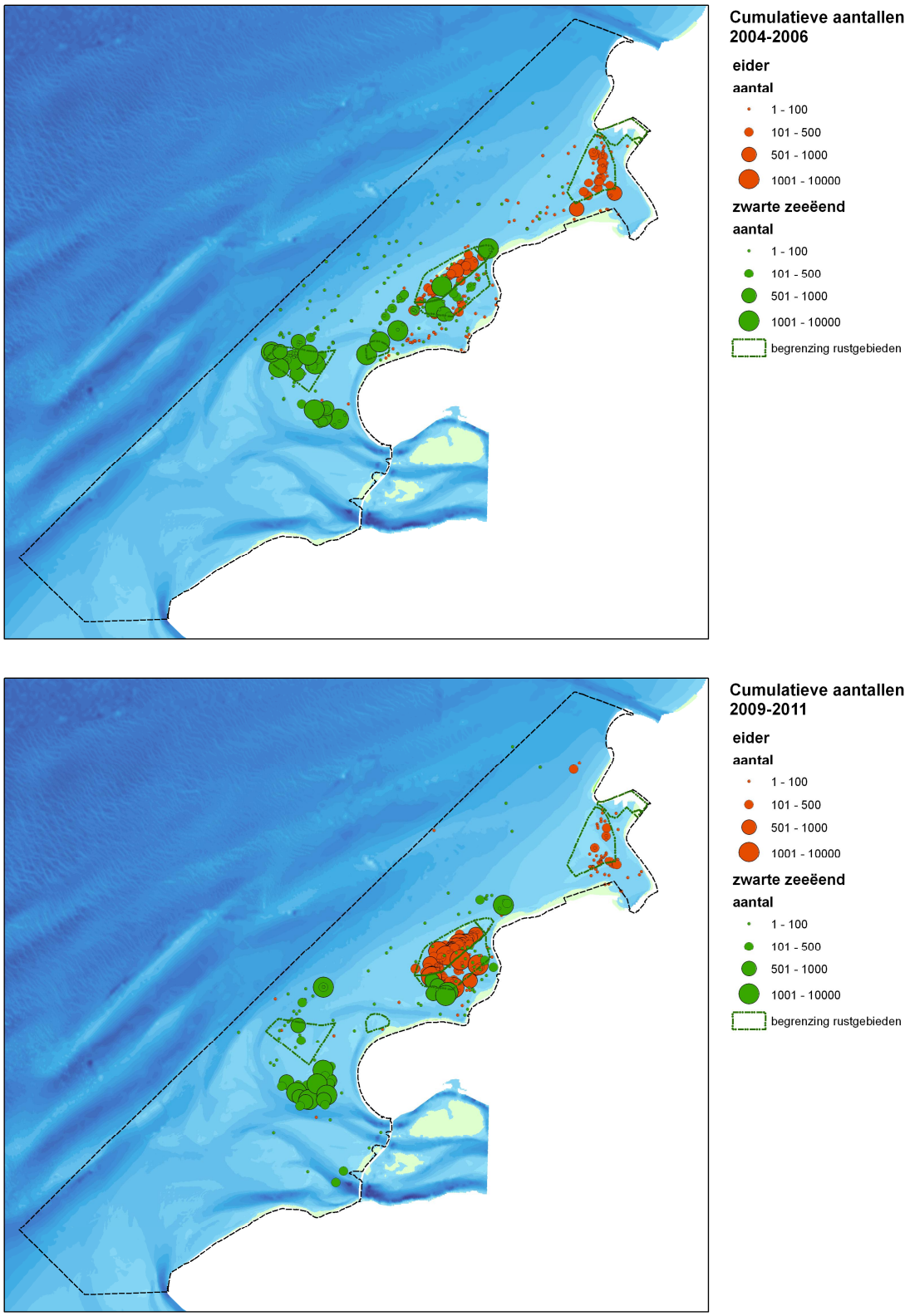
Uit de waarnemingen van de verspreiding van de zwarte zee-eend in de Voordelta blijkt dat de eenden tijdens de nulmetingen vooral werden waargenomen voor de Kop van Schouwen en voor de Brouwersdam, deels binnen de begrenzing van de huidige rustgebieden Bollen van de Ooster en Bollen van het Nieuwe Zand. De laatste jaren worden de eenden waargenomen voor de Brouwersdam en ten zuidwesten van de Kop van Schouwen, maar nauwelijks in de rustgebieden (Figuur 4.2).

De eidereend vertoont een minder sterke teruggang in aantallen ten opzichte van de T_0 dan de zwarte zee-eend, en wordt ook meer in de rustgebieden waargenomen.





Figuur 4.1 *Totaal aantal zee-eenddagen voor de zwarte zee-eend in de Voordelta tijdens de T_0 (2004-2006) en de T_1 (2009-2011). Er wordt onderscheid gemaakt tussen de twee rustgebieden 'Bollen van het Nieuwe Zand' (BVNZ), 'Bollen van de Ooster' (BVO) en de rest van de Voordelta (restVD)*



Figuur 4.2 Cumulatieve verspreidingskaart van zwarte zee-eenden en eiders in de Voordelta tijdens de T_0 en T_1

4.4 Instelling bodembeschermingsgebied: Evaluatievraag 2b2

De instelling van het bodembeschermingsgebied (M2) houdt in dat de bodemberoerende boomkorvisserij (vooral gericht op platvis en garnalen) met een motorvermogen groter dan 260 pk (191 kW) werd verboden. De aanname is dat door deze maatregel de bodemdierbiomassa in het bodembeschermingsgebied toeneemt en daarmee ook de voor zee-eenden beschikbare hoeveelheid voedsel (schelpdieren).
De vraag of er door de beheersmaatregel in de bodembeschermingsgebieden minder gevist wordt en wat het effect hiervan is op de bodemdieren is behandeld in hoofdstuk 3.

4.4.1 Effect voedselaanbod op de zwarte zee-eend (Z2)

Is er een verandering in het voedselaanbod?

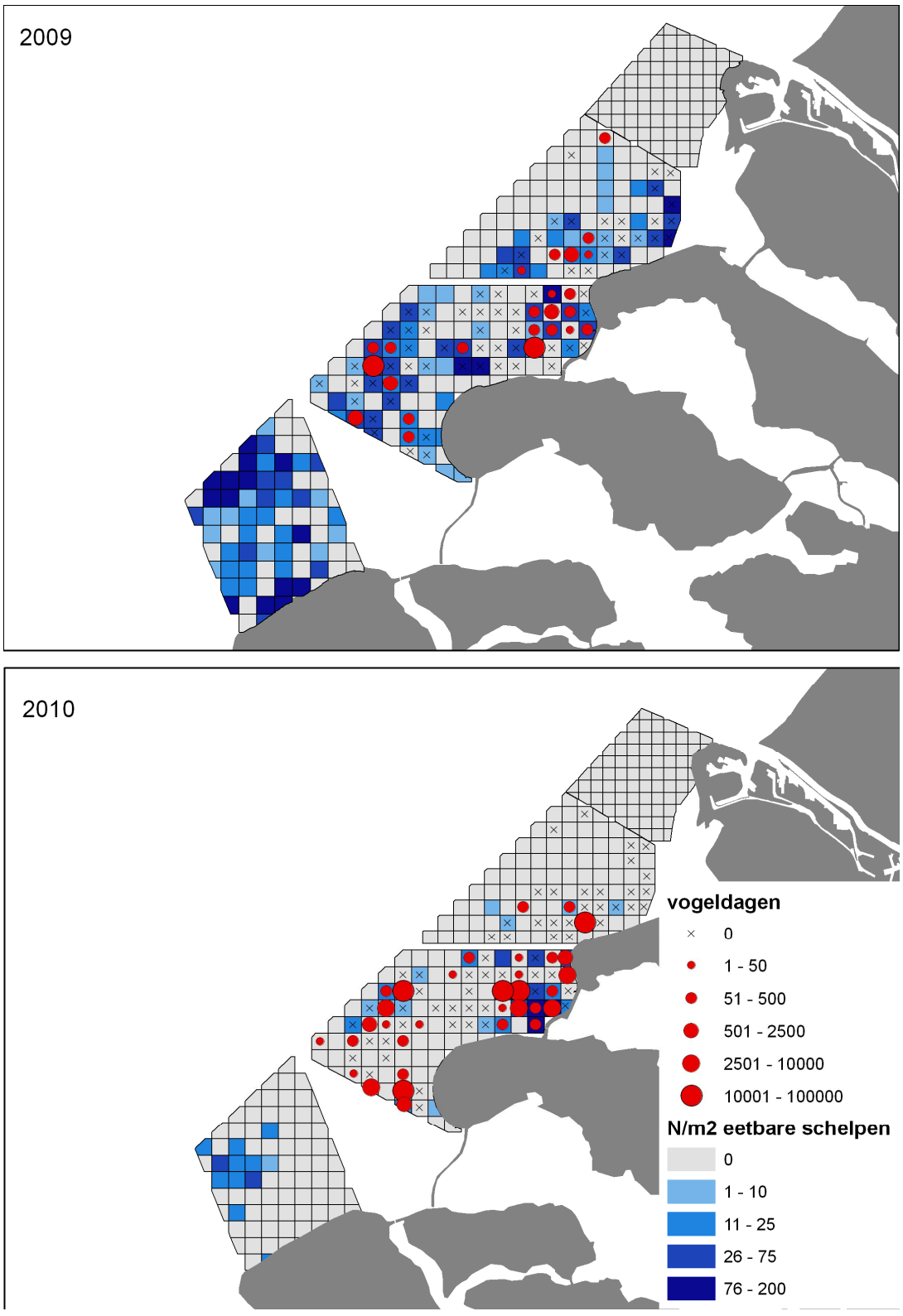
- Waar bestaat het voedsel van zwarte zee-eend uit?
- Is de hoeveelheid beschikbaar voedsel voor de zwarte zee-eend in het bodembeschermingsgebied in het jaar T_n toegenomen t.o.v. het jaar T_0?
- Wanneer en waar is het voedsel beschikbaar?

4.4.1.1 Methodiek, bemonstering en beschikbare gegevens

Onderzoek naar het dieet van zwarte zee-eenden wordt uitgevoerd door van, op stranden aangespoelde, dode zee-eenden de maaginhouden te analyseren. Voor dit onderzoek wordt onder meer gebruik gemaakt van een vrijwilligersnetwerk. Tot nu toe zijn zeven eenden gevonden in de Voordelta. Ook elders langs de Nederlandse kust worden aangespoelde eenden verzameld ten behoeve van maaganalyses. In totaal zijn 32 eenden onderzocht, waarvan er 10 een bruikbare maaginhoud hadden maar slechts 2 daarvan hadden een groot aantal (>100) resten van schelpen in de maag. In aanvulling op dit onderzoek is in 2011 het benthos bemonsterd op een aantal plaatsten bij de Brouwersdam waar veel zee-eenden foerageren. De najaarsbemonsteringen van bodemdieren die met de bodemschaaf worden uitgevoerd, leveren eveneens gegevens over de voedselbeschikbaarheid in de Voordelta.

4.4.1.2 Bevindingen

Uit het maagonderzoek van aangespoelde zwarte zee-eenden blijkt dat de eenden voornamelijk *Ensis* eten. De in de magen gevonden schelpen waren 2-9 cm lang, waarbij het grootste deel van de schelpen 4-6 cm (gemiddeld 4.8 cm) lang was.
Er is een eerste inschatting gemaakt van de geschiktheid van *Ensis* als voedselbron voor zwarte zee-eenden. De energiebehoefte van zwarte zee-eenden is geschat op basis van eerder onderzoek aan eidereenden, en deze energiebehoefte is vergeleken met de energie-opbrengst van het eten van *Ensis*. Die opbrengst is uiteraard afhankelijk van de afmetingen van de schelpen. Geschat is dat zwarte zee-eenden, bij een schelplengte van 4.8 cm, per dag bijna 1900 schelpen moeten opduiken en consumeren (meer dan 1 per minuut). Als de uitgangspunten over energiebehoefte en voedsel van deze benadering juist zijn, lijkt dat een grote opgave. Vervolgonderzoek zal moeten uitwijzen in hoeverre de nu gehanteerde aannames correct zijn.
Uit de bemonsteringen van de bodemdieren blijkt dat het aanbod van *Ensis* met een lengte van 4-6 cm sterk wisselt tussen jaren. In 2009 kwam veel *Ensis* met een lengte van 4-6 cm voor in het zuidelijke deel van de Voordelta, met de hoogste dichtheden voor de kust van Walcheren en Schouwen. In 2010 waren die aantallen sterk afgenomen. In het Brouwersdamgebied was het aanbod in 2010 vergelijkbaar met de situatie in 2009. De verspreiding van de zwarte zee-eenden (uitgedrukt in vogeldagen) vertoonde in 2010 enige overeenkomst met de verspreiding van *Ensis* met een lengte van 4-6 cm. In 2009 was dit verband zwak, doordat zwarte zee-eenden niet zijn waargenomen voor de kust van Walcheren waar wel veel *Ensis* voorkwam (Figuur 4.3).



Figuur 4.3 *Overzicht van de dichtheid van Ensis sp. in lengteklasse 4-6 cm in de Voordelta. Per gridcel is weergegeven het totaal aantal berekende vogeldagen van de zwarte zee-eend (voor 2009 en 2010)*

4.5 Rustgebieden: Evaluatievraag 2c2

Is het menselijk gebruik van de Voordelta van belang voor de verspreiding en het aantal vogeldagen van de zwarte zee-eend ?

Vragen:

- Welke vormen van recreatie zijn hierop van invloed?
- Welke vormen van visserij zijn hierop van invloed?

Het causale verband tussen het gebruik van de Voordelta door de zwarte zee-eend en het instellen van rustgebieden wordt ook uitgedrukt in het aantal vogeldagen. Onderliggende vragen betreffen evenals bij vraag 2b2 verstoring door menselijk gebruik, invloed van abiotische omstandigheden en mogelijk andere externe factoren. Deze worden daarom hier niet herhaald. In de onderstaande paragraaf worden alleen de effecten van het rustgebied beschreven.

4.5.1 Effect instellen rustgebieden op de zwarte zee-eend (Z1b)

De instelling van twee rustgebieden (binnen het bodembeschermingsgebied) houdt in dat menselijke activiteiten, zowel beroepsmatig als recreatief, hier niet zijn toegestaan. Omdat zee-eenden gevoelig zijn voor verstoring, is de verwachting dat dit extra rust- en foerageermogelijkheden biedt, zodat binnen deze gebieden de aantallen eenden zullen toenemen.

4.5.1.1 Methodiek, bemonstering en beschikbare gegevens

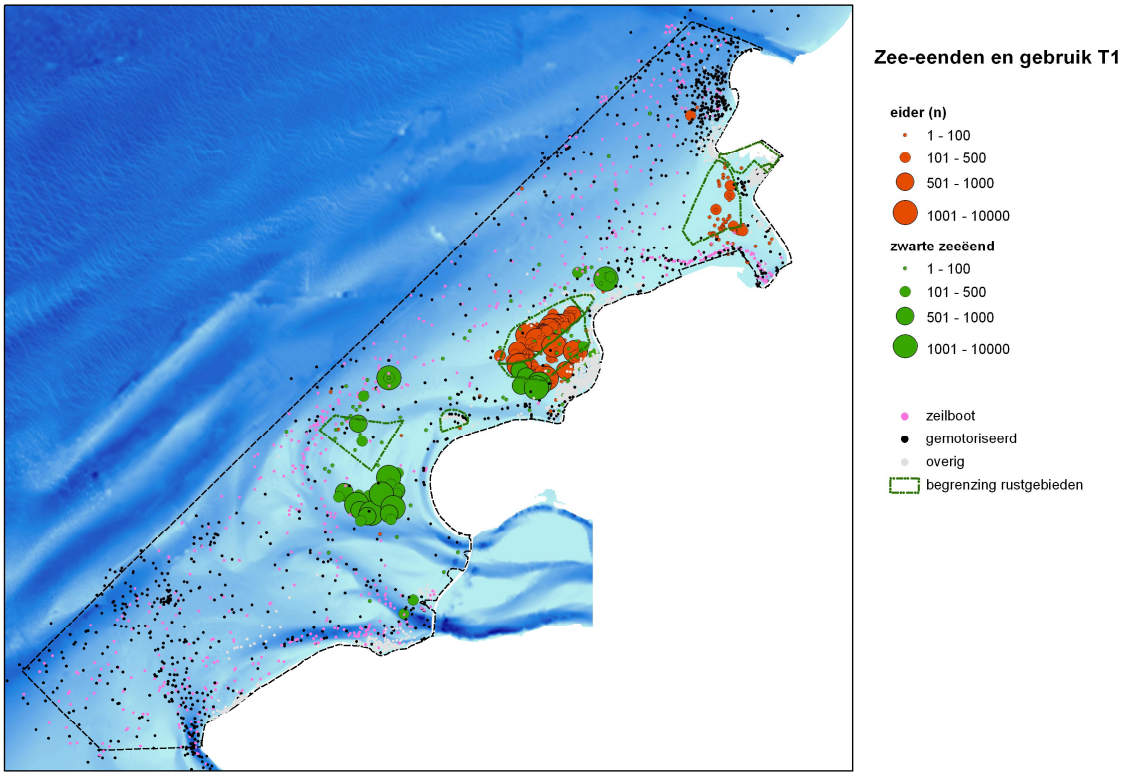
Gegevens van veldwaarnemingen (landwaarnemingen, luchtwaarnemingen, en in T_0 enkele door Bureau Waardenburg uitgevoerde luchtwaarnemingen) zijn gebruikt om het gebiedsgebruik rond de ingestelde rustgebieden in beeld te brengen. Volgens de planning wordt iedere winterperiode 10 keer, en iedere zomerperiode 15 keer gevlogen. In kaarten is het waargenomen gebruik ruimtelijk weergegeven, waarbij het onderscheid in gemotoriseerd en niet-gemotoriseerd gebruik belangrijk is.

Voor de T_0 periode zijn gegevens beschikbaar over het jaar 2005 (Seegers et al., 2006). Voor de rustgebieden voor de zwarte zee-eend is met name verstoring in de winterperiode oktober-april van belang. Uit onderzoek van Bureau Waardenburg (pers. obs. M. Poot) blijkt dat de zwarte zee-eend voornamelijk wordt verstoord door gemotoriseerd gebruik. De verstoringsafstand hiervan is ongeveer 1 km. Daarom is het gebruik in een bufferzone van 1 km rondom de rustgebieden ook meegenomen.

4.5.1.2 Bevindingen

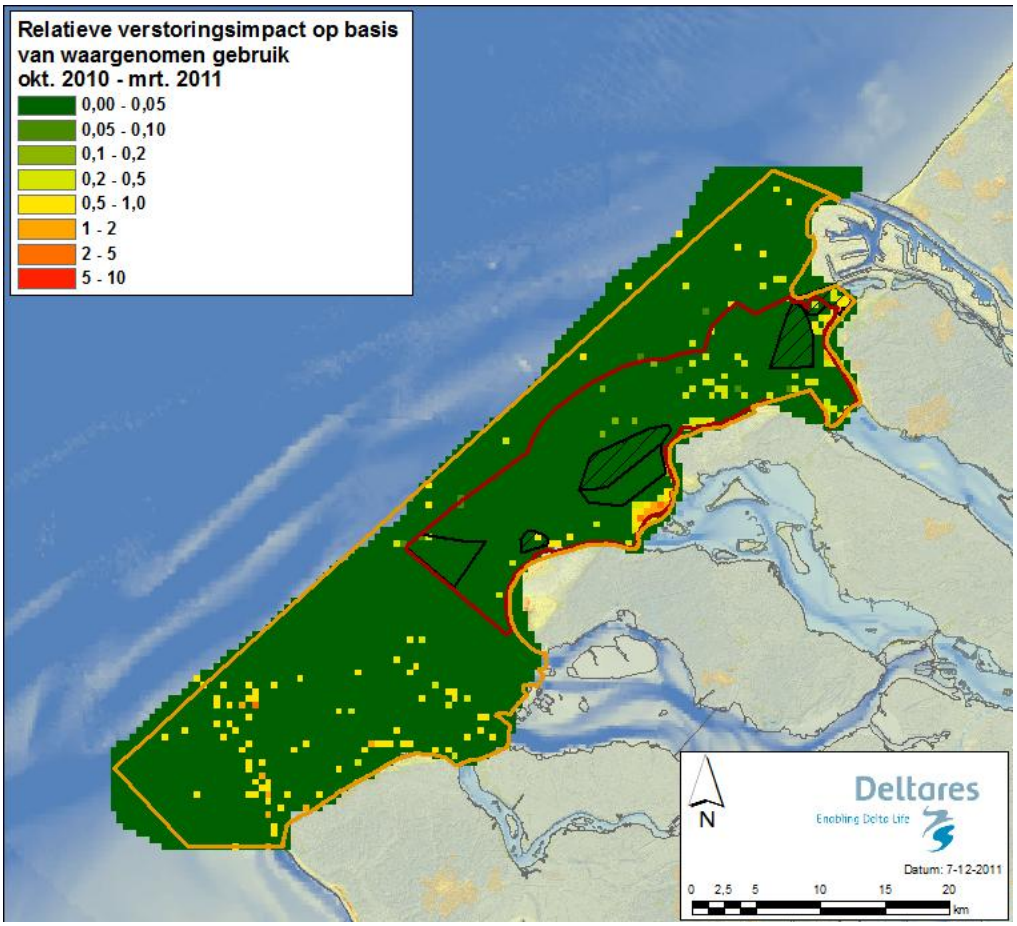
Uit de waarnemingen van zwarte zee-eenden blijkt dat de eenden zich in de T_1 periode voornamelijk buiten de rustgebieden ophouden.

Uit een cumulatief beeld van alle land- en luchtwaarnemingen van scheepvaart in de Voordelta blijkt, dat de scheepvaart zich concentreert in de diepere delen van de Voordelta, zoals de geul voor Walcheren naar de Westerschelde, de vaarroute naar de Roompotsluis en naar Stellendam. Daarnaast is er uiteraard veel scheepvaartverkeer waargenomen in verband met de aanleg van Maasvlakte 2 (Figuur 4.4).



Figuur 4.4 *Cumulatief verspreidingsbeeld van scheepvaart, eidereenden en zwarte zee-eenden in de Voordelta tijdens winter en voorjaar (oktober-april). Alleen de gegevens die tijdens vliegtuigtellingen (integraal) zijn geregistreerd, zijn weergegeven*

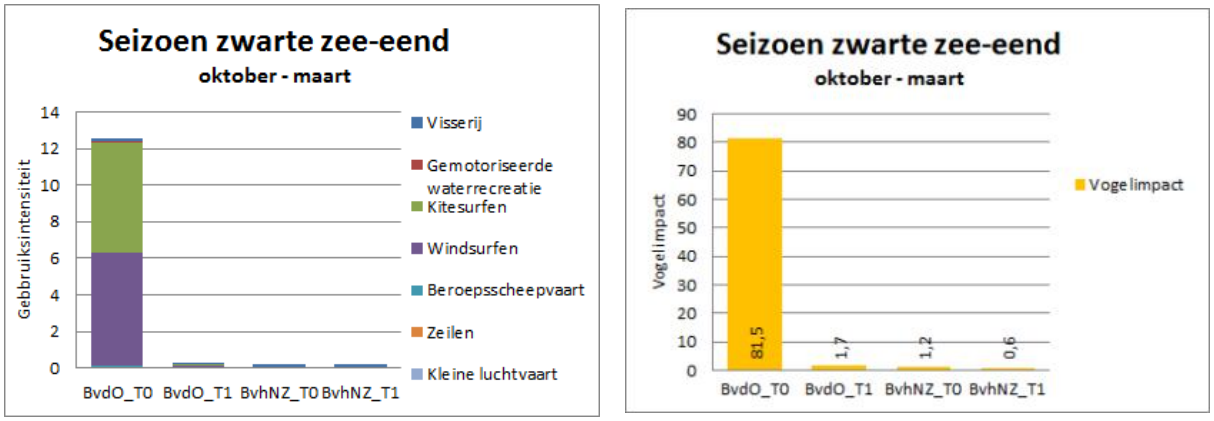
De zwarte zee-eenden concentreren zich in de ondiepe gebieden, buiten de gebieden waar de meeste scheepvaart wordt waargenomen. De verstoringsintensiteit op verschillende plaatsen in de Voordelta kan geschat worden door waarnemingen van menselijke activiteiten te combineren met een verstoringsindex die een maat is voor de relatieve gevoeligheid voor die verschillende activiteiten (Krijgsveld et al. 2008). De zo berekende verstoringsimpact geeft de cumulatieve kans op een verstoring weer, gewogen voor de gevoeligheid van zwarte zee-eenden voor de verschillende activiteiten. Een illustratie van die benadering voor het winterhalfjaar 2010-2011 laat zien dat er gedurende die winter weinig verstoring was in de rustgebieden Bollen van de Ooster en Bollen van het Nieuwe Zand, en evenmin in het gebied bij de Kop van Schouwen waar concentraties van zee-eenden buiten het rustgebied zijn waargenomen (Figuur 4.5).



Figuur 4.5 Relatieve verstoringsintensiteit op basis van waargenomen menselijke activiteiten in de periode oktober 2010 - maart 2011

De berekende verstoringsintensiteiten laten zien dat de verstoring van zee-eenden in 2011 in de rustgebieden Bollen van de Ooster en Bollen van het Nieuwe Zand gering was in vergelijking met de verstoring in die gebieden in de T_0 (Figuur 4.6).

In het komende jaar zullen data over scheepvaart, afkomstig uit AIS waarnemingen, geanalyseerd worden om een completer beeld te krijgen van de scheepvaartbewegingen en de relatie met het voorkomen van zee-eenden.



Figuur 4.6 Gemiddelde aantal verstorende activiteiten (links) en berekende vogelimpact (rechts) in de rustgebieden Bollen van de Ooster en Bollen van het Nieuwe Zand inclusief een bufferzone van 1 km, tijdens het zee-eend seizoen (oktober-april) in de T_0 jaren en in 2010-2011

4.6 Effecten overige factoren (evaluatievragen 2b2, 2c2)

4.6.1 Effect abiotische omstandigheden (Z3)

Zijn er abiotische factoren van belang voor de verspreiding en het aantal vogeldagen van de zwarte zee-eend?

- Welke hydrodynamische factoren zijn van belang?
- Welke morfologische factoren zijn van belang?

De abiotische factoren zoals diepte, saliniteit, doorzicht, sedimentsamenstelling kunnen zowel direct als indirect een effect hebben op de eenden. De indirecte effecten verlopen vooral via het voedsel en zijn hierboven behandeld. Directe effecten hebben naar verwachting vooral te maken met de randvoorwaarden waaronder de eenden kunnen foerageren: diepte, stroming, golfslag zijn dan vermoedelijk de voornaamste factoren. Als deze factoren toenemen, worden de foerageerkansen kleiner.

4.6.1.1 Bevindingen

Uit de ruimtelijke verspreiding van de zwarte zee-eenden blijkt, dat de eenden zich concentreren in relatief ondiepe wateren (<5 m). Uit waarnemingen bij de Waddenkust blijkt de zee-eenden zich daar in diepere wateren bevinden (<13 m). Het is nog onduidelijk of het voedselaanbod of andere factoren hierbij een rol spelen.

Opvallend is dat voor de kust van Walcheren geen zee-eenden worden waargenomen, hoewel er in sommige jaren wel grote aantallen zwaardschede van de geschikte lengte voorkomen. Mogelijk spelen hydrodynamische omstandigheden, zoals diepte of stroming, hierbij een rol. In hoeverre deze factoren van invloed zijn op de beschikbaarheid van geschikt voedsel (aanwezigheid van schelpdieren van de juiste lengte op een, voor de zee-eenden, bereikbare diepte) wordt nog nader onderzocht.

Naar verwachting is de directe invloed van veranderingen in abiotische factoren op aantallen zwarte zee-eenden en het gebiedsgebruik zeer beperkt.

4.6.2 Effect externe factoren (Z4)

Zijn er externe factoren van belang voor de verspreiding en het aantal vogeldagen van de zwarte zee-eend?

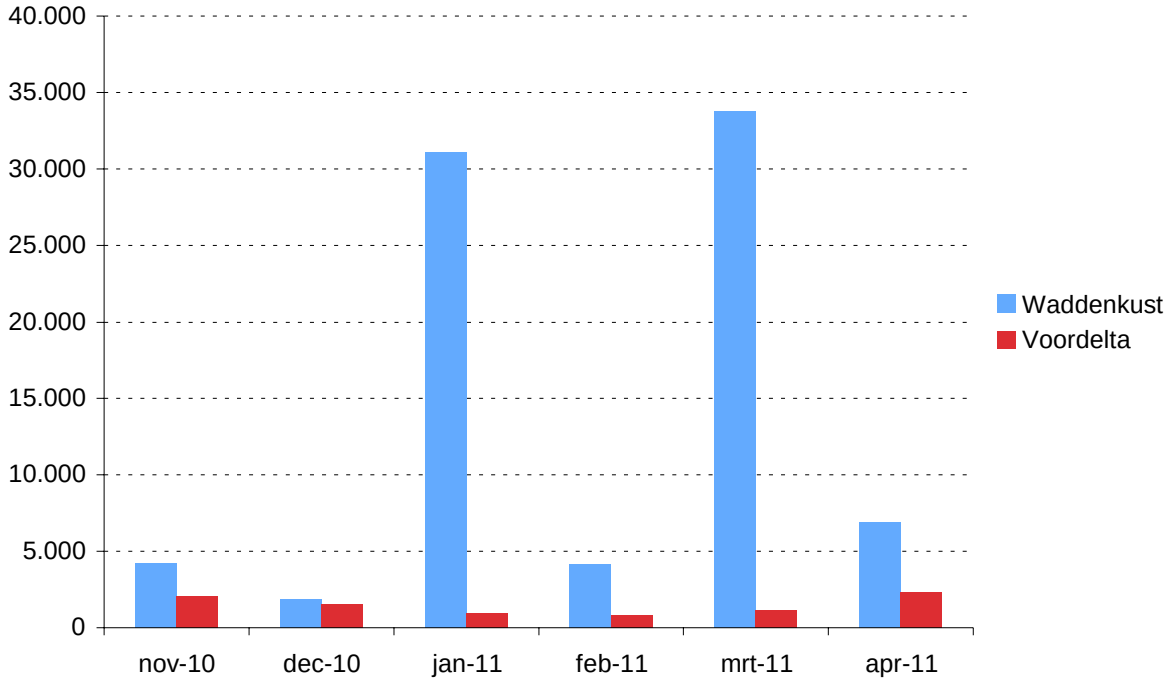
- Welke weersomstandigheden zijn van belang?
- Wat is de invloed van de populatiedynamiek van zwarte zee-eenden buiten de Voordelta?

4.6.2.1 *Bevindingen*

De omvang van de populatie zwarte zee-eenden in de Nederlandse kustwateren heeft grote fluctuaties vertoond in de periode 1970-2011. Het hoogste aantal in de laatste 25 jaar is geteld in 1993, met 134000 zee-eenden ten noorden van de Waddeneilanden. Sindsdien zijn de aantallen gestaag gedaald (Smit et al. 2011).

Het aantal zwarte zee-eenden in de Voordelta was de laatste drie decennia lager dan de aantallen die elders (voor de Noord-Hollandse kust en de Waddeneilanden) worden aangetroffen. In de Voordelta zijn de grootste aantallen waargenomen in de periode 1970-1990 (10.000-30.000). Sindsdien zijn de aantallen aanzienlijk lager. Een dergelijk patroon wordt ook in de andere Nederlandse kustwateren waargenomen. Het maximale voorjaarsaantal zee-eenden in de Nederlandse wateren in de jaren 2009-2011 varieerde tussen 7000-37000. De aantallen in de Voordelta waren ca. 5000-9000 (Figuur 4.7).

In de jaren '90 was de halfgeknotte strandschelp *Spisula subtruncata* het stapelvoedsel voor de zwarte zee-eend. De biomassa van dit schelpdier in de Nederlandse kuswateren is sterk gedaald. De zee-eenden zijn overgeschakeld op *Ensis* als belangrijkste voedselbron, en het lijkt er op dat dit onvoldoende bruikbaar voedsel vormt wat mogelijk de recente afname van aantallen zee-eenden kan verklaren (Smit et al. 2011).



Figuur 4.7 *Aantalsverloop van aantal zwarte zee-eenden in de Voordelta en in het Waddengebied (Waddenzee en Noordzeekustzone ten noorden van de Waddeneilanden) (bronnen: vliegtuigtellingen PMR-T_1, De Jong & Smit in prep en Arts 2011)*

In de Belgische en Franse kustwateren is eveneens sprake van afnemende aantallen.

De grootste aantallen zwarte zee-eenden worden waargenomen in de Duitse en Deense wateren (ca. 1 miljoen). De totale omvang van de West-Europese populatie wordt geschat op 1,5 miljoen. Het aantal zwarte zee-eenden in de Voordelta vormt dus minder dan 1% van de totale West-Europese populatie.

4.7 Referenties

Krijgsveld K.L., R.R. Smits, J. van der Winden (2008): Verstoringsgevoeligheid van vogels, Update literatuurstudie naar de reacties van vogels op recreatie. In opdracht van Vogelbescherming Nederland. Bureau Waardenburg rapport nr. 08-173.

Poot MJM, Heunks C, Prinsen HAM, van Horssen PW & Boudewijn TJ, 2006. Zeevogels in de Voordelta in 2004/2005 en 2005/2006. Nulmeting in het kader van Monitoring en Evaluatie Programma, Project Mainport Rotterdam - MEP MV2 (Perceel 4: Vogels). Rapport nr. 06-244, Bureau Waardenburg, Culemborg.

RIKZ, 2007. Natuurcompensatie Maasvlakte Twee in de Voordelta; De inzet van kennis over de ecologie en morfologie van de Voordelta om het maatregelenpakket ter compensatie van de natuureffecten van de Tweede Maasvlakte te verantwoorden. Rapport RIKZ/2007.006, 301 pp.

Seegers HCM, Hoogvliet MC, Dam LA, 2006. Nulmeting Gebruiksfuncties Voordelta, eindrapportage. Rapport 04.W029.00/2, CSO, Bunnik.

Smit C.J., A.G. Brinkman, B.J. Ens, R. Riegman, 2011. Voedselkeuzes en draagkracht: de mogelijke consequenties van veranderingen in de draagkracht van Nederlandse kustwateren op het voedsel van schelpdieretende wad- en watervogels. IMARES rapport C155/11.

VenW, 2008. Beheerplan Voordelta.

VenW, 2009. Monitoring- en Evaluatieprogramma Maasvlakte 2. Natuurcompensatie Voordelta.

5 MEP vraag 3 en 4: Grote stern en visdief

5.1 Inleiding

Het MEP Natuurcompensatie Voordelta of MEP-NCV (VenW, 2009) beschrijft het monitoring- en evaluatieprogramma rond de uitvoering van de maatregelen voor natuurcompensatie bij de aanleg van de Tweede Maasvlakte, en sluit aan bij het onderdeel natuur van het MEP Aanleg. De vragen voor de grote stern en de visdief zijn samengevoegd omdat er geen structureel verschil is in de manier waarop de vragen kunnen worden geordend. Uiteraard is er wel verschil in de inhoudelijke uitwerking van de vragen (verspreiding en voedsel zijn bijvoorbeeld duidelijk verschillend), maar deze is voor de ordening van de hypotheses niet van belang.

Hoofdvraag 3: Wordt het verlies aan foerageergebied van de grote stern als gevolg van het ruimtebeslag en het gebruik van Maasvlakte 2 voldoende gecompenseerd?

Hoofdvraag 4: Wordt het verlies aan foerageergebied van de visdief als gevolg van het ruimtebeslag en het gebruik van Maasvlakte 2 voldoende gecompenseerd?

Binnen het MEP Natuurcompensatie Voordelta zijn voor de deze hoofdvraag drie subvragen geformuleerd. Alleen de laatste twee subvragen (b en c) hebben betrekking op de monitoring van de natuurcompensatie van de Voordelta:

b Leidt het instellen van het bodembeschermingsgebied tot een gelijkblijvende potentiële functie van de Voordelta voor de grote stern / visdief in termen van voedselbeschikbaarheid?
   i) Treden veranderingen op in verspreidingspatronen en het aantal vogeldagen van de grote stern / visdief t.o.v. de situatie vóór de aanleg van Maasvlakte 2?
   ii) Zijn deze veranderingen toe te schrijven aan (veranderingen in) de voedselbeschikbaarheid of zijn andere factoren van (groter) belang?

c Leidt het instellen van de rustgebieden tot een toename van het aantal op platen rustende grote sterns / visdief en zo ja, is deze verandering toe te schrijven aan de aanwezigheid van de rustgebieden of ook aan andere factoren?

Evaluatievraag 3/4b betreft het causale verband tussen het gebruik van de Voordelta als foerageergebied door grote stern en visdief en een van de compensatiemaatregelen, nl. het uitsluiten van bepaalde vormen van bodemberoerende visserij. Voor de beantwoording van deze vraag is enerzijds het voedselaanbod van belang (gegevens afkomstig uit de percelen Benthos en Vis), en anderzijds het aantal vogeldagen van deze twee soorten in de Voordelta (gegevens perceel Vogels). Onderliggende vragen betreffen het begrijpen van het gebruik van de Voordelta door de sterns, waarbij naast het voedselaanbod ook andere factoren een rol spelen, zoals abiotische omstandigheden (o.a. doorzicht) en verstoring door menselijk gebruik. Ook ontwikkelingen buiten het gebied kunnen van invloed zijn op de broedpopulaties die gebruik maken van de Voordelta.
Evaluatievraag 3/4c betreft het causale verband tussen het gebruik van de Voordelta door de sterns en een van de compensatiemaatregelen, nl. het instellen van rustgebieden. Ook voor deze vraag is het aantal vogeldagen de belangrijkste indicator.

Teneinde inzicht te krijgen hoe de percelen gezamenlijk bijdragen aan de evaluatievragen zoals die in de effectschema's gevisualiseerd zijn, wordt onderstaand de uitwerking gegeven van de subvragen voor het onderdeel grote sterns en visdief. De codes M1, M2 en V1/G1 et cetera verwijzen naar de ingreep-effectrelaties in het schema weergegeven in Figuur 2.3.

- Is het gebruik van de Voordelta door de grote stern/visdief na instelling van het bodembeschermingsgebied (M2) gelijk aan de situatie van voor de aanleg van Maasvlakte 2?
    - Is er een verandering in verspreidingspatroon?
    - Is er een verandering in aantal vogeldagen?

Onderstaande subvragen betreffen evenals bij vraag 2b verstoring door menselijk gebruik, invloed van abiotische omstandigheden en mogelijk andere externe factoren.

- Is er een verandering in het voedselaanbod (V2/G2)?
    - Wat is het voedsel van grote stern/visdieven?
    - Hoeveel voedsel is er beschikbaar?
    - Wanneer is het voedsel beschikbaar?

- Is het menselijk gebruik van de Voordelta van belang voor de verspreiding en het aantal vogeldagen van de grote stern/visdief (V1/G1)?
    - Welke vormen van recreatie zijn hierop van invloed?
    - Welke vormen van visserij zijn hierop van invloed?

- Zijn er abiotische factoren van belang voor de verspreiding en het aantal vogeldagen van de grote stern/visdief (V3/G3)?
    - Welke abiotische factoren?
    - Welke hydrodynamische factoren zijn van belang?
    - Welke morfologische factoren zijn van belang?

- Zijn er externe factoren van belang voor de verspreiding en het aantal vogeldagen van de grote stern/visdief (V4/G4)?
    - Welke externe factoren?
    - Welke weersomstandigheden zijn van belang?
    - Wat is de invloed van de populatiedynamiek van grote stern/visdieven buiten de voordelta?

- Is de externe populatiedynamica van broedpopulaties van belang voor de verspreiding en het aantal vogeldagen van de grote stern/visdief (S1)?

In de onderstaande alinea's worden de bovengenoemde vragen behandeld aan de hand van de ingreep–effectrelaties zoals beschreven in Figuur 2.3.

5.2 De maatregel

Grote sterns en visdieven broeden in de aangrenzende Natura 2000-gebieden. Hun voedsel bestaat uit kleine vissen. Van het ondiepe zeegedeelte waar de sterns foerageren, is een deel verloren gegaan met de aanleg van Maasvlakte 2. Dit heeft met name effecten in de zomerperiode, wanneer door het uitvliegen van de jongen de actieradius beperkt is.
De Voordelta is voor de grote stern en visdief vooral in het broedseizoen belangrijk foerageergebied.

In deze periode is er dan ook in de Passende Beoordeling een significant negatief effect vastgesteld op de grote stern (6.900 vogeldagen, 1,8% van het aantal vogels) en visdief (8.100 vogeldagen, 5,9% van het aantal vogels) als gevolg van de afname van de omvang en kwaliteit (doorzichtafname) van het foerageergebied in de Voordelta voor de grote stern. De doorzichtafname is alleen gerelateerd aan de aanlegfase van Maasvlakte 2. Dat effect op zichzelf is niet significant, maar in samenhang met het permanente effect van de afname van het foerageerareaal wel in de compensatieopgave meegenomen (VenW, 2008).
Het voorkomen van de sterns in de Voordelta wordt bepaald door de beschikbaarheid van geschikt voedsel in combinatie met goed doorzicht, de afstand tot de broedkolonies en de aanwezigheid van droogvallende platen. De beschikbaarheid van geschikt voedsel wordt deels beïnvloed door de visserij, maar waarschijnlijk zijn de kustmorfologische karakteristieken en de waterkwaliteit, en factoren buiten de Voordelta het meest bepalend voor het voorkomen van stapelvoedsel. De verwachting is dat rustverstoring op de platen als gevolg van recreatie wordt verminderd door het instellen van de rustgebieden. Doel van de maatregel is in de zomerperiode op droogvallende platen in de Voordelta meer rust te creëren. Hierdoor kunnen de grote stern en de visdief met hun jongen deze platen beter benutten om te rusten en makkelijker bij hun voedselgebieden op zee komen. Dit moet resulteren in een, ten opzichte van de T_0, gelijkblijvend voedselaanbod voor de sterns.

Verwachte effect maatregel
Door het instellen van de rustgebieden, worden de negatieve effecten van de Maasvlakte 2 als gevolg van verlies van foerageergebied gecompenseerd. De verwachting was dat dit zich zou vertalen in het gelijk blijven van het aantal vogeldagen (als primaire parameter) in de Voordelta.
Uit het gebiedsgebruik moet blijken dat de rustgebieden bijdragen aan het voorkomen van verstoring van de sterns.
Ontwikkelingen in de kustmorfologische karakteristieken en waterkwaliteit zijn medebepalend voor de geschiktheid van het gebied als foerageergebied. Ontwikkelingen buiten de Voordelta (bijvoorbeeld in de broedpopulaties, zoals geschiktheid broedhabitat, predatie, etc.) en andere externe factoren zijn waarschijnlijk van grote invloed op het aantal vogeldagen in de Voordelta.

5.3 Voedselfunctie van het bodembeschermingsgebied: Evaluatievraag 3/4b

In het bodembeschermingsgebied is de bodemberoerende visserij (vooral gericht op platvis en garnalen) met een motorvermogen groter dan 260 pk (191 kW) verboden. De aanname is dat deze maatregel een positief effect heeft op de belangrijkste vissoorten in de Voordelta, waaronder haring en zandspiering, en dat daarmee het voedselaanbod voor sterns gelijk blijft.

5.3.1 Verspreidingspatroon en vogeldagen sterns: Evaluatievraag 3/4b1

Is het gebruik van de Voordelta door de grote stern/visdief na instelling van het bodembeschermingsgebied (M2) gelijk aan de situatie van voor de aanleg van Maasvlakte 2?

- Is er een verandering in verspreidingspatroon?
- Is er een verandering in aantal vogeldagen?

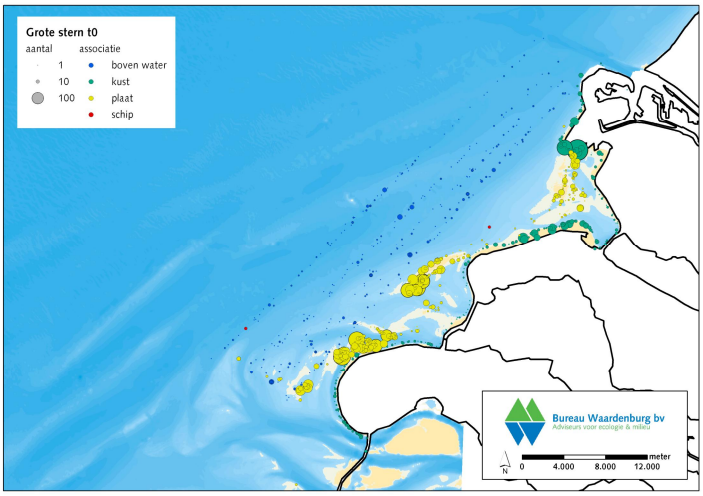
5.3.1.1 Methodiek, bemonstering en beschikbare gegevens

Gebiedsgebruik en foerageergedrag van sterns worden bestudeerd door het volgen van gezenderde vogels. Daarnaast worden via vliegtuigwaarnemingen tellingen uitgevoerd in de Voordelta. In de T_0 periode zijn gegevens verzameld in 2005-2006 (Poot et al., 2006), daarnaast zijn gegevens beschikbaar over 2009-2011.

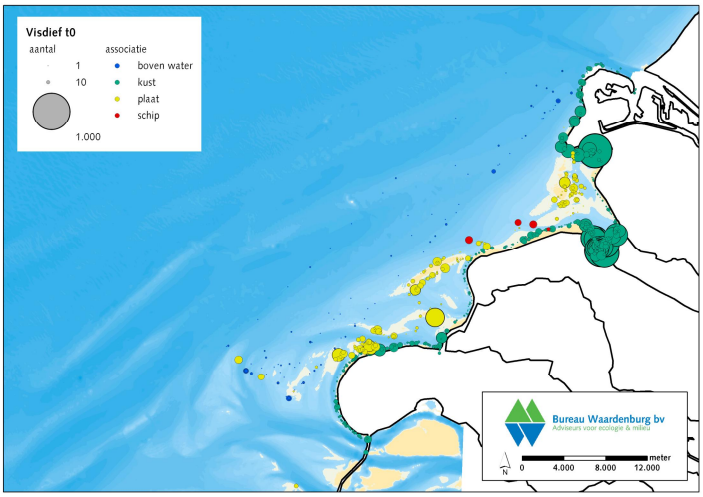
Tijdens het zomerhalfjaar, wanneer sterns in het gebied aanwezig zijn, is het gebiedsgebruik binnen de Voordelta vastgelegd in de T_1, met speciale nadruk op het rusten op de platen in verband met de instelling van rustgebieden.

5.3.1.2 *Bevindingen: aantallen en vogeldagen*

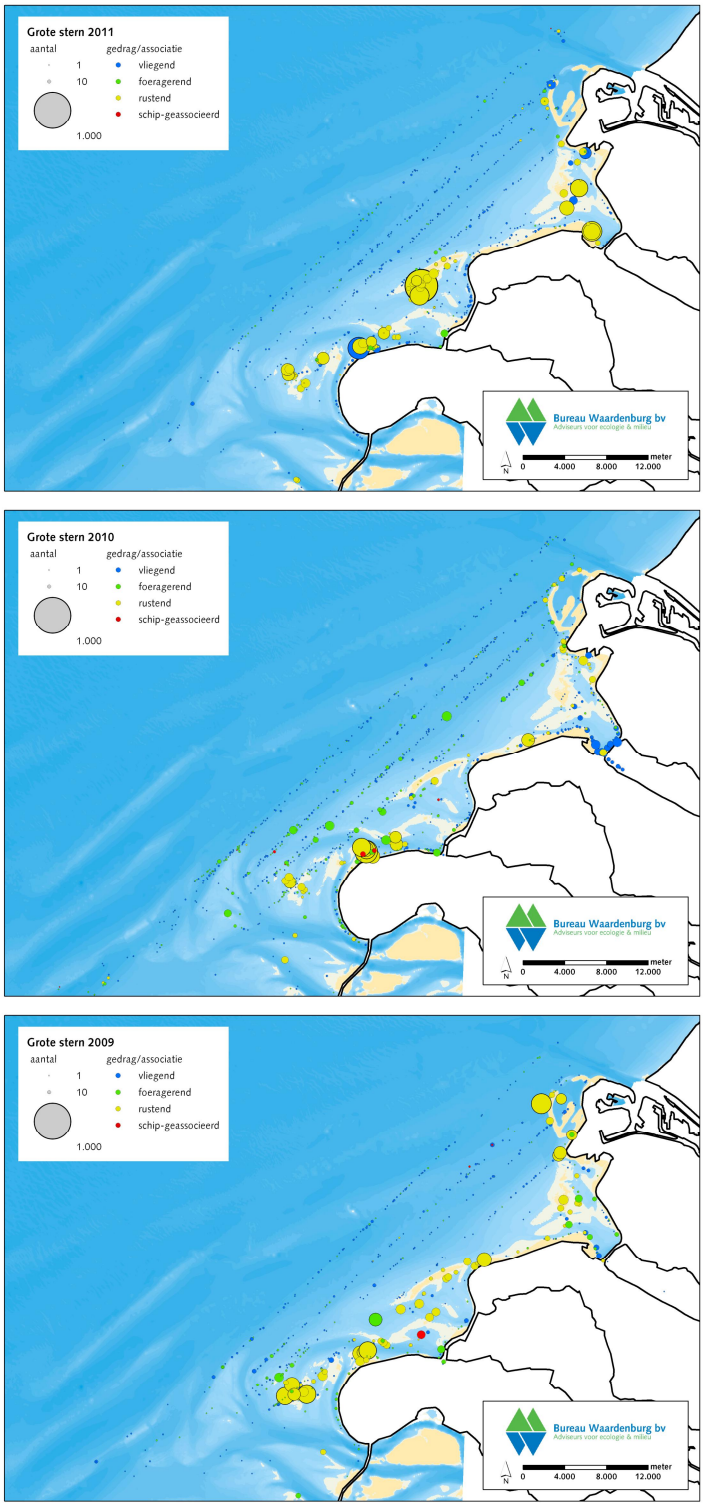
Een cumulatief verspreidingsbeeld van de sterns in de Voordelta in de maanden april-september van de nulperiode (2005, 2006) en van de jaren 2009-2011 geeft een beeld van het ruimtegebruik van grote stern en visdief (Figuur 5.1).



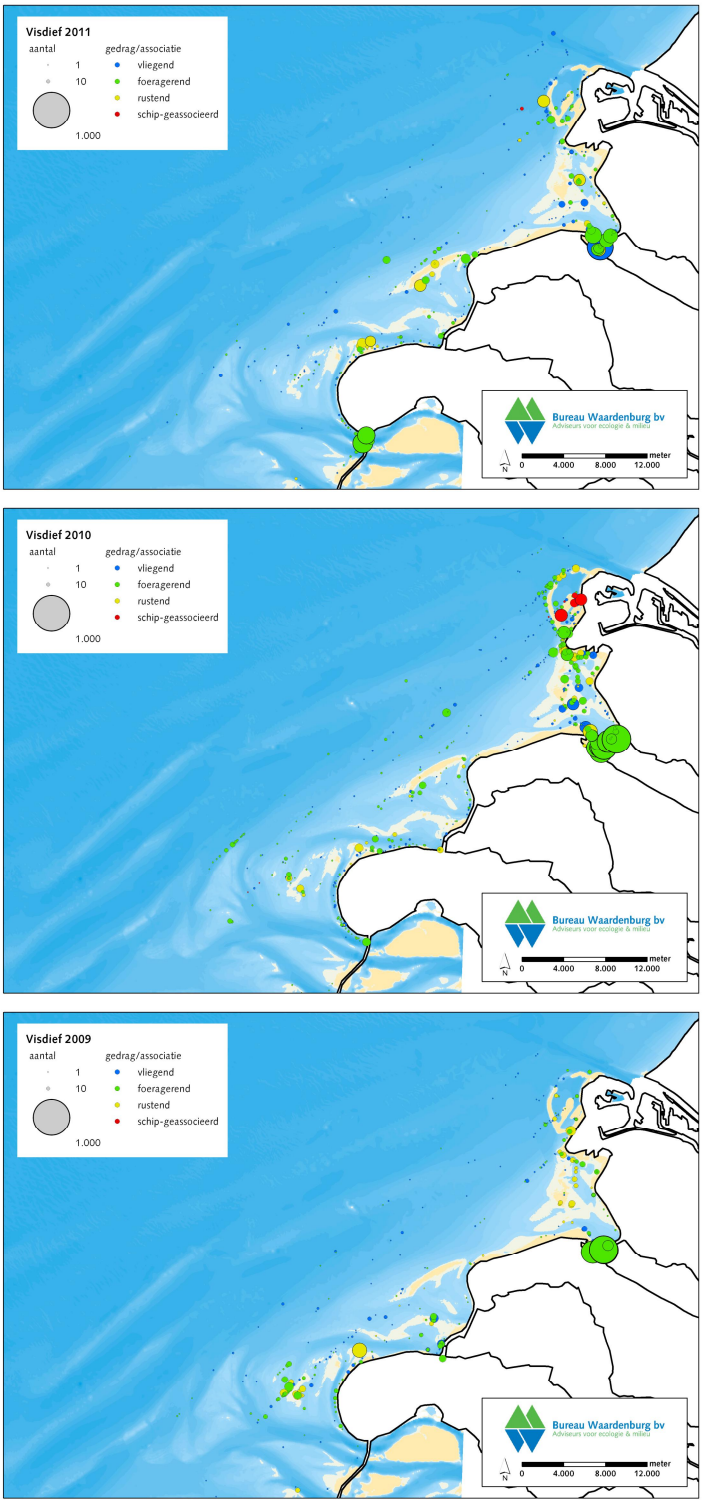
Figuur 5.1a Cumulatieve verspreiding van grote stern zomerhalfjaar T_0 (2005 en 2006) (april-september)



Figuur 5.1b Cumulatieve verspreiding van visdief T_0 (2005 en 2006) (april-september)

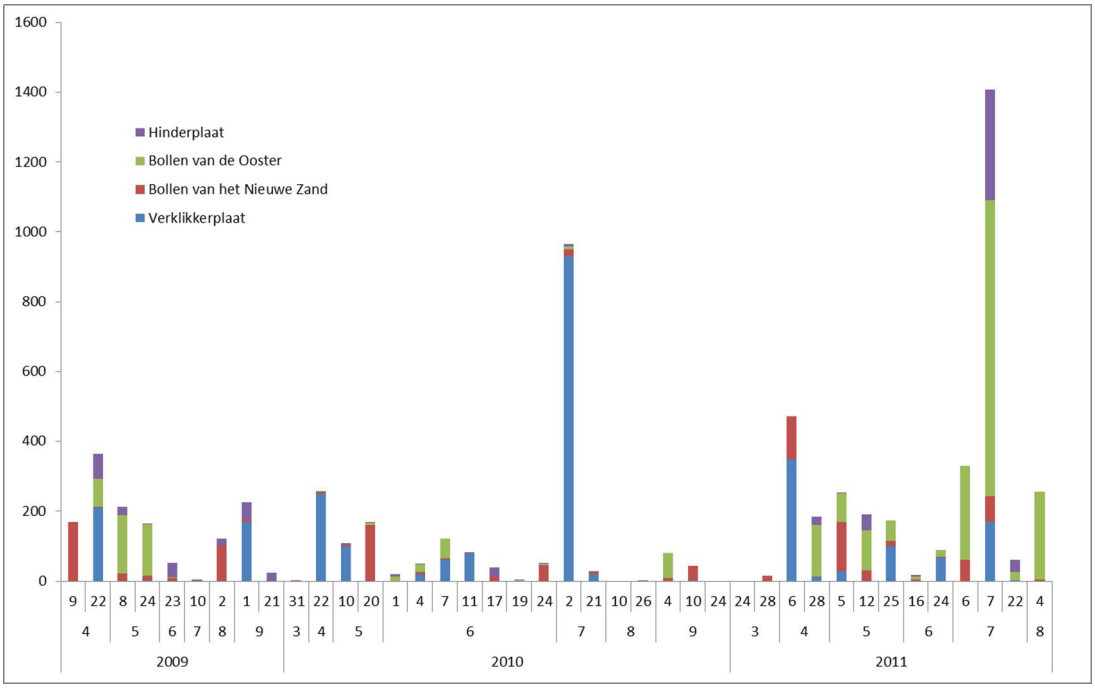


Figuur 5.1c Cumulatieve verspreiding van grote stern zomerhalfjaar 2011, 2010 en 2009 (april-september)

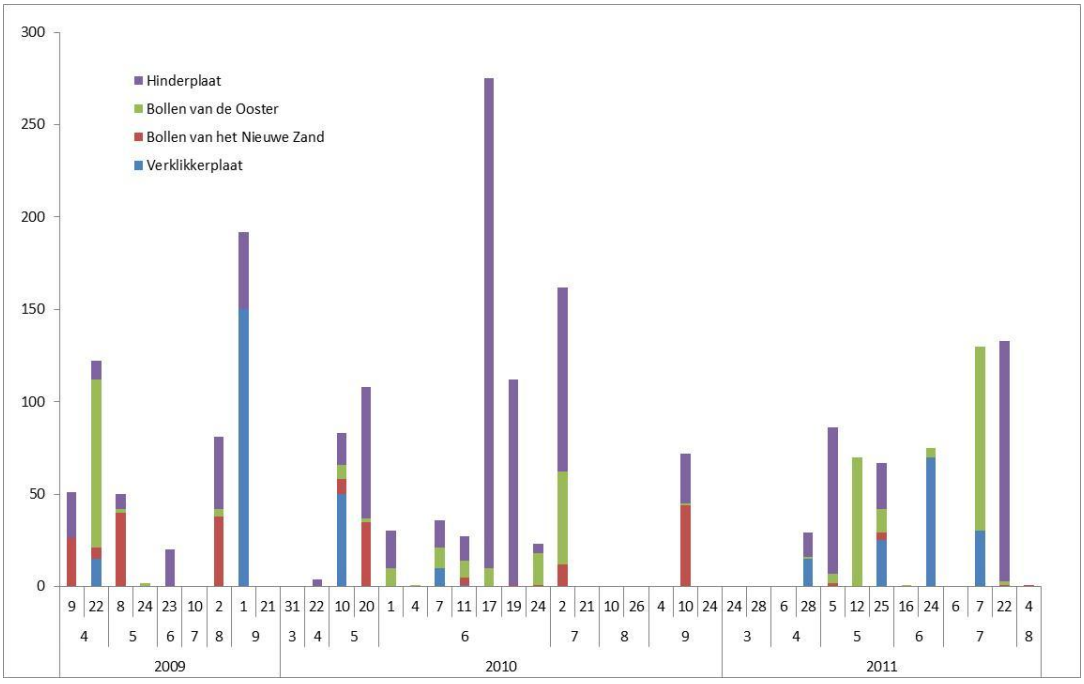


Figuur 5.1d Cumulatieve verspreiding van visdief zomerhalfjaar 2011, 2010 en 2009 (april-september)

De meeste waarnemingen van grote sterns hebben betrekking op sterns die rusten op platen, zoals de Bollen van de Ooster, Hinderplaat en de platen bij de Banjaard en voor de Kop van Schouwen, maar in 2009 ook op de zandeilanden van Maasvlakte 2. Grote sterns foerageren tot buiten de Voordelta.
Opvallend bij de grote stern waren de lage aantallen in de rustgebieden Bollen van de Ooster en Hinderplaat in 2009 en 2010. In 2011 waren die aantallen hoger, samenvallend met het verlaten door ouders en jongen van de kolonie Markenje in de Grevelingen (Figuur 5.2a).



Figuur 5.2a Aantallen grote sterns in de rustgebieden, per telling in 2009, 2010, 2011



Figuur 5.2b Aantallen visdieven in de rustgebieden, per telling in 2009, 2010, 2011

De visdief is zowel tijdens de nulmeting als tijdens de laatste jaren vooral foeragerend voor de mond van het Haringvliet waargenomen. De grootste aantallen in de rustgebieden zijn waargenomen op de Hinderplaat in 2010 (Figuur 5.2b).

5.3.2 Effect voedselaanbod voor de sterns: Evaluatievraag 3/4b2

Is er een verandering in het voedselaanbod (V2/G2)?

- Wat is het voedsel van grote stern/visdieven?
- Hoeveel voedsel is er beschikbaar?
- Wanneer is het voedsel beschikbaar?

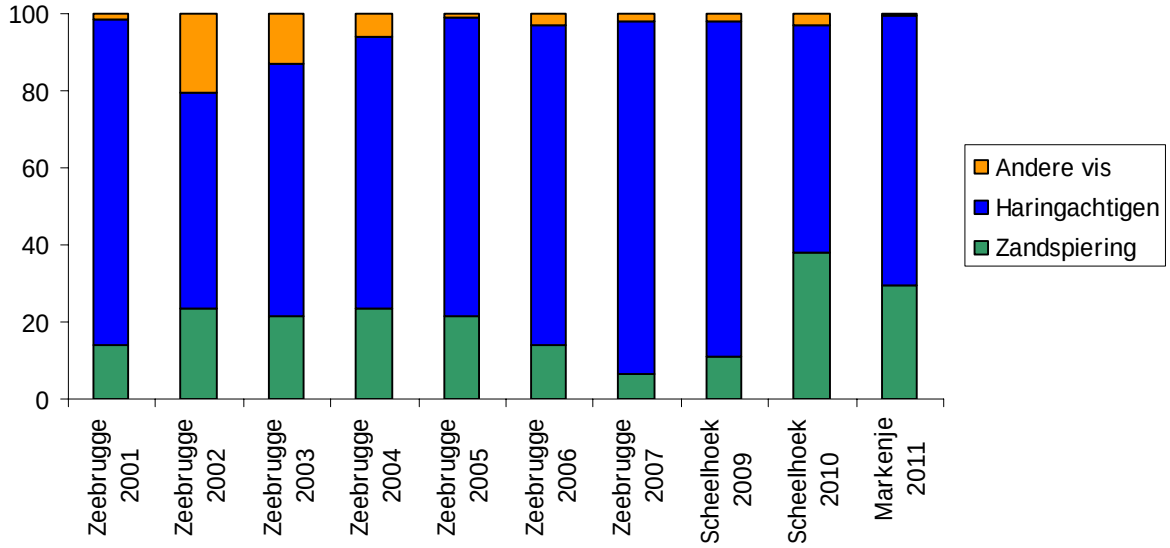
5.3.2.1 Methodiek, bemonstering en beschikbare gegevens

Bij voedselspecialisten zoals sterns zijn veranderingen in de dieetsamenstelling, het foerageergedrag of de foerageerduur sterk indicatief voor veranderingen in de voedselbeschikbaarheid in het foerageergebied. De voedselecologie van de sterns wordt onderzocht door waarnemingen in broedkolonies. Metingen aan broedkolonies in de Voordelta zijn gestart in 2009. Gegevens uit nulmetingen zijn afwezig. Wel zijn gegevens beschikbaar uit de periode 1997-2008 van een ‘referentie kolonie’ in Zeebrugge (België).

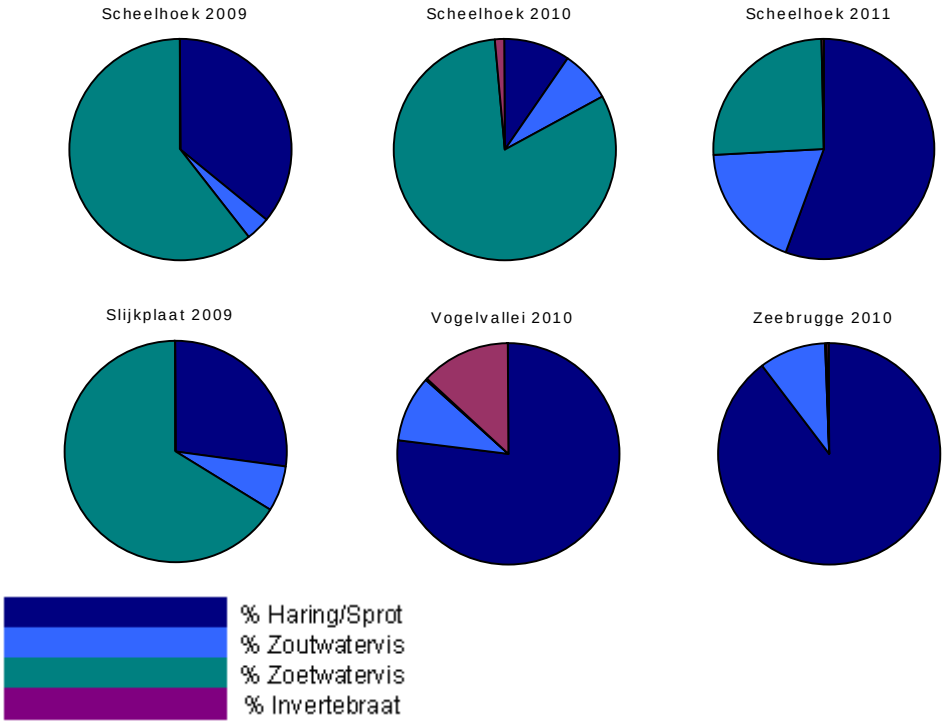
In 2009 en 2010 is onderzoek uitgevoerd in broedkolonies van de grote stern in het Haringvliet (Scheelhoek). In 2011 waren in deze kolonie slechts 6 broedparen aanwezig, en is daarom onderzoek verricht in een kolonie in de Grevelingen (Markenje). Onderzoek aan de visdief is uitgevoerd in diverse kolonies in Haringvliet, Grevelingen, op de Maasvlakte en op het visdiefeiland in de Slufter.
Hiermee worden seizoensgebonden en jaarlijkse veranderingen in de samenstelling van het voedsel van zowel oudervogels als kuikens gemeten, en de effecten daarvan op de groei en overleving van de kuikens en het foerageergedrag van oudervogels. Dieet en foerageergedrag worden vergeleken met die in een referentiekolonie (Zeebrugge).
Uit de najaarsbemonsteringen met de bodemschaaf in het bodemdieronderzoek komen gegevens beschikbaar over de bestanden van zandspieringen, en andere mogelijke voedselbronnen. De bemonsteringen van het visonderzoek kunnen (beperkt) gebruikt worden voor aanvullende informatie over relevante visbestanden.

5.3.2.2 Bevindingen

Uit het onderzoek aan grote sterns blijkt dat het broedsucces in 2011 erg hoog was, zowel in vergelijking met voorgaande jaren als in vergelijking met de referentiekolonie in Zeebrugge.
Het broedsucces van de visdief vertoont grote variatie. In 2011 was het broedsucces in de Scheelhoek kolonie in het Haringvliet hoog in vergelijking met de voorgaande jaren en andere kolonies in het Deltagebied, maar lager dan in de referentiekolonie in Zeebrugge. Andere kolonies, in de Grevelingen en op de Maasvlakte, laten echter veel lager broedsucces zien. Dit lage broedsucces is veroorzaakt door predatie en slecht weer (voor details zie Deel B hoofdstuk 3).
De conditie van kuikens in de broedkolonies wordt bepaald door de hoeveelheid en kwaliteit van het voedsel dat wordt aangevoerd, maar ook door andere zaken zoals weersomstandigheden. Uit het onderzoek blijkt dat kuikens van grote sterns vooral haringachtigen (haring, sprot) eten, met daarnaast zandspiering. De voedselsamenstelling van visdiefkuikens verschilt veel meer tussen jaren en kolonies, en kan in belangrijke mate uit zoetwatervis bestaan maar ook grotendeels uit haringachtigen (Figuur 5.3). Gegevens voor visdieven wijzen op een mogelijk positief verband tussen het aandeel haringachtigen in het dieet en de overleving van de kuikens (zie Deel B hoofdstuk 3).



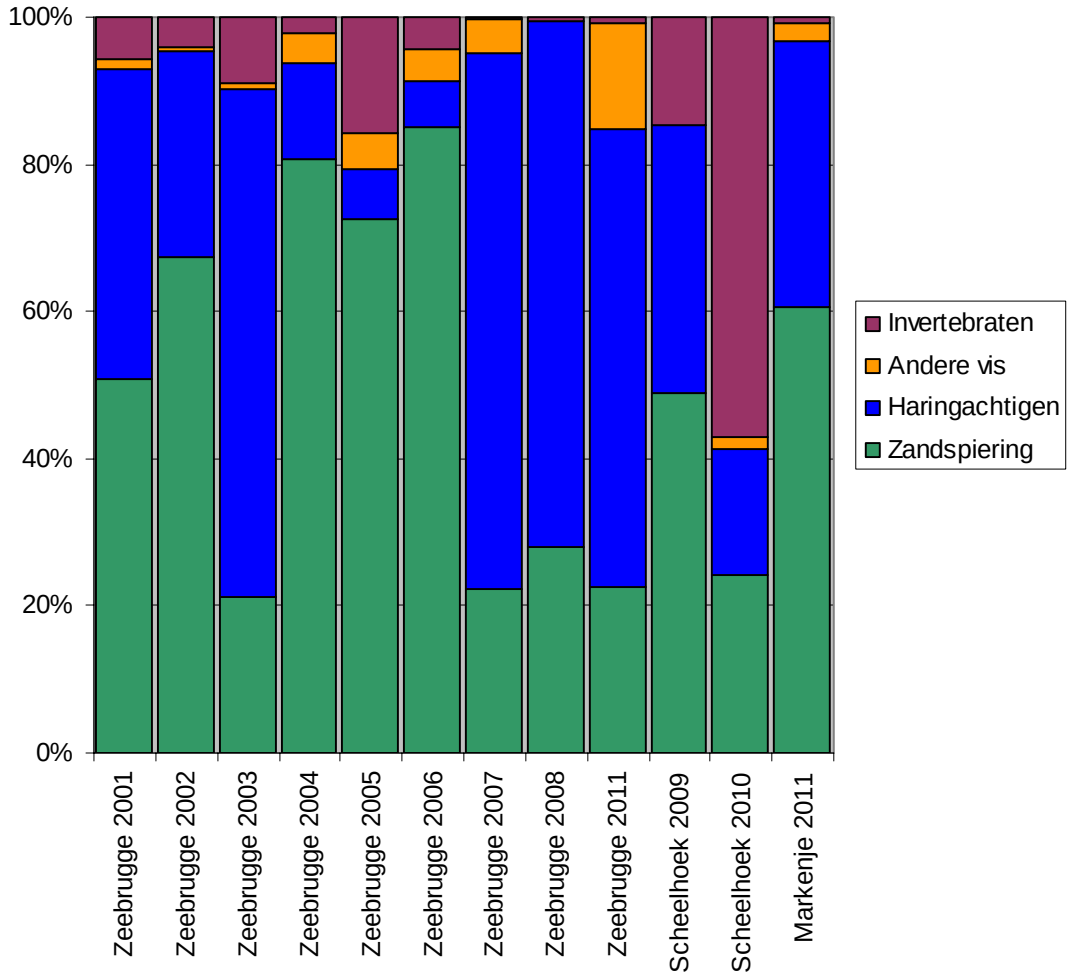
Figuur 5.3a Dieetsamenstelling van kuikens van grote stern in de kolonie in Zeebrugge (2001-2007), Scheelhoek (Haringvliet) in 2009 en 2010 en Markenje (Grevelingen) in 2011



Figuur 5.3b Dieetsamenstelling van kuikens van visdief in de kolonie in Zeebrugge, Scheelhoek en Slijkplaat (Haringvliet) en Vogelvallei (Slufter)

Er lijkt een aantal verschillende factoren van groot belang voor het broedsucces. Kuikens kunnen alleen prooien tot een bepaalde grootte verwerken, en die grootte neemt uiteraard toe naarmate de kuikens groter worden. Dat betekent dat de ouders beperkt worden in de prooikeuze als gevolg van de voedselbehoefte van de kuikens. Daarnaast zijn ze ook afhankelijk van het aanbod van geschikte prooien in de Voordelta, waarbij de tijd die het kost om de prooien aan te voeren naar de kolonie ook van belang is.

Het broedsucces wordt dus in belangrijke mate bepaald door de mate waarin voedsel van de juiste afmetingen op het juiste moment op de juiste locatie aanwezig is. Met behulp van energetische modellen wordt getracht om een betere inschatting te maken van de knelpunten in relatie tot het voedselaanbod, die van invloed zijn op het broedsucces.
Het dieet van volwassen grote sterns bestaat voor een groter deel uit andere prooisoorten dan haringachtigen, en bevat meer zandspiering en bodemdieren (Figuur 5.4).



Figuur 5.4 Dieetsamenstelling van volwassen grote stern in de kolonie in Zeebrugge (2001-2007), Scheelhoek (Haringvliet) in 2009 en 2010 en Markenje (Grevelingen) in 2011

5.4 Rustgebieden: Evaluatievraag 3/4c

Is het menselijk gebruik van de Voordelta van belang voor de verspreiding en het aantal vogeldagen van de grote stern/visdief (V1/G1)?

- Welke vormen van recreatie zijn hierop van invloed?
- Welke vormen van visserij zijn hierop van invloed?

De instelling van twee rustgebieden (binnen het bodembeschermingsgebied) houdt in dat menselijke activiteiten, zowel beroepsmatig als recreatief, hier niet zijn toegestaan.

Omdat op platen rustende sterns gevoelig zijn voor verstoring, is de verwachting dat dit extra rust- en foerageermogelijkheden biedt, zodat binnen deze gebieden de aantallen sterns zullen toenemen.

5.4.1 Effect instellen rustgebied (V1/G1)

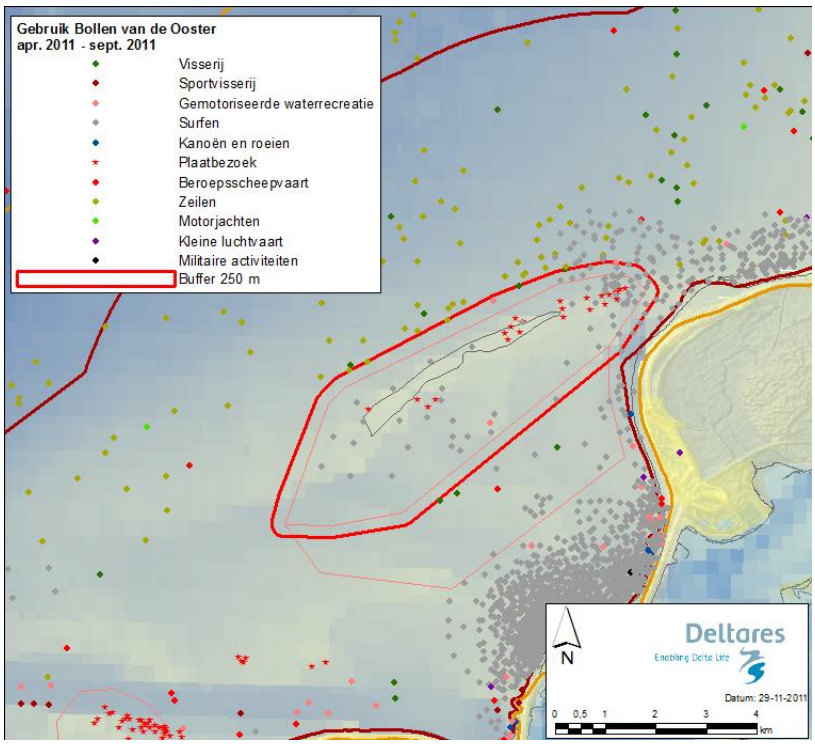
5.4.1.1 Methodiek, bemonstering en beschikbare gegevens

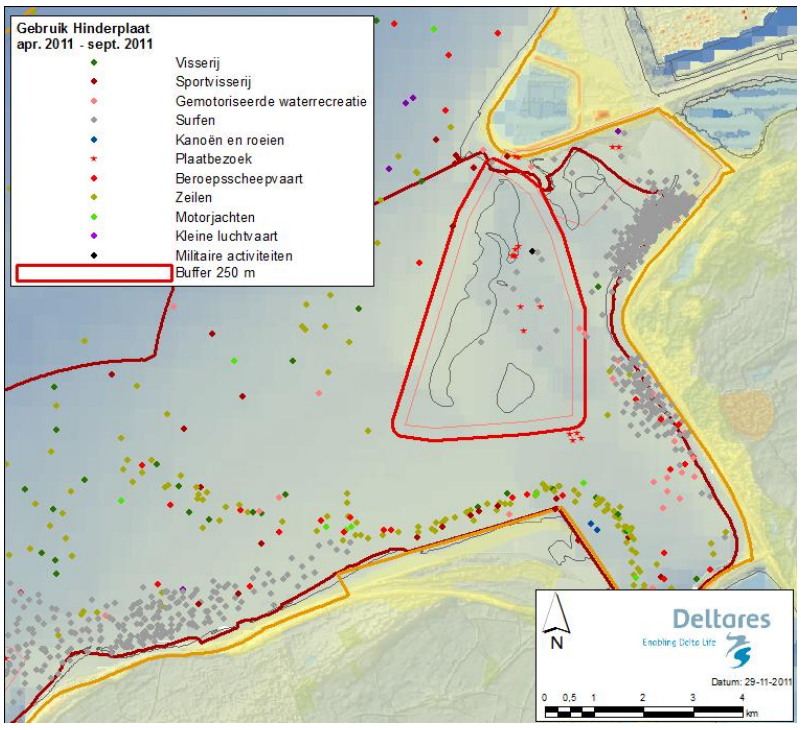
Gegevens van veldwaarnemingen (landwaarnemingen, luchtwaarnemingen, en in T_0 enkele door Bureau Waardenburg uitgevoerde luchtwaarnemingen) zijn gebruikt om het gebiedsgebruik rond de ingestelde rustgebieden in beeld te brengen. In kaarten is het waargenomen gebruik ruimtelijk weergegeven, waarbij vooral het plaatbezoek een belangrijke verstoring vormt. Voor de T_0 periode zijn gegevens beschikbaar over het jaar 2000, 2003, 2005 en 2006 (Provincie Zeeland & Seegers et al., 2006). Voor de sterns is met name verstoring in de periode april-september van belang. Bekend is dat de sterns vooral verstoord worden door plaatbezoek. Scheepvaart vindt plaats bij voldoende water, maar dan zijn de platen niet door sterns in gebruik. Er wordt uitgegaan van een verstoringsafstand voor plaatbezoek van ongeveer 250 m (M.Poot, Bureay Waardenburg). Daarom is het gebruik in een bufferzone van 250 m rondom de rustgebieden ook meegenomen.

5.4.1.2 Bevindingen

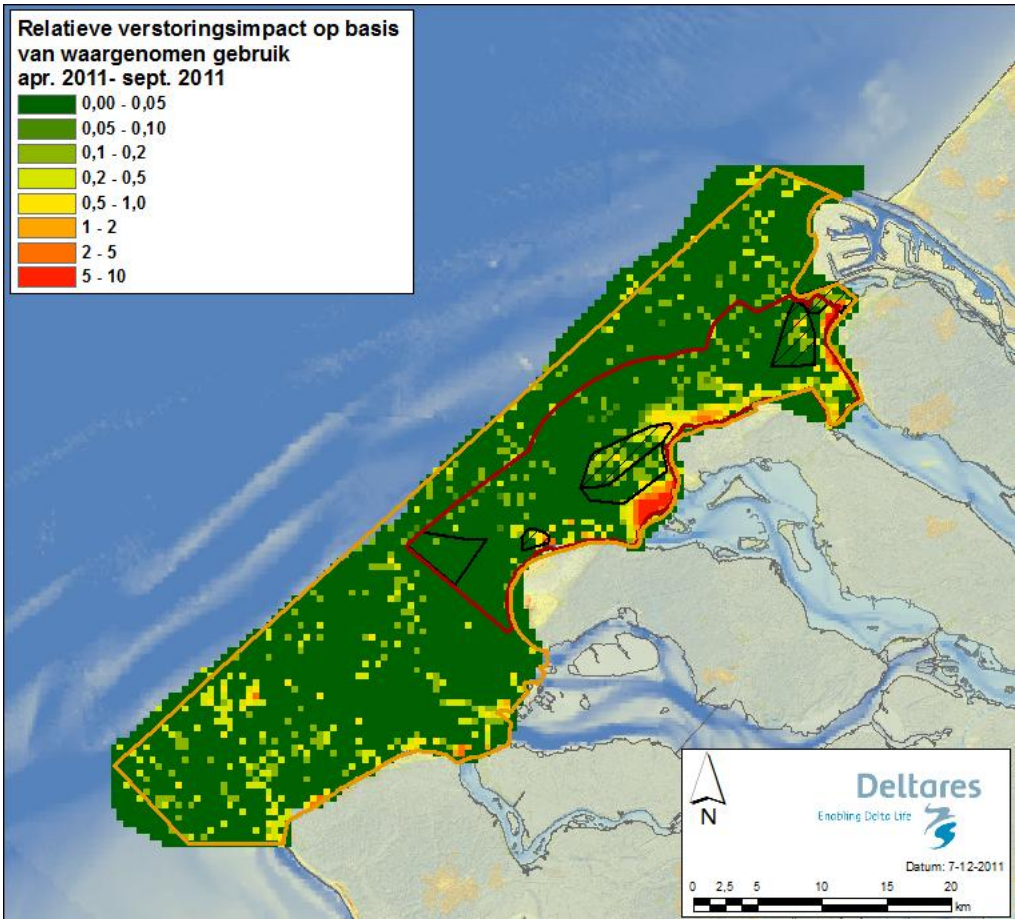
Uit vliegtuigwaarnemingen blijkt dat rustende grote sterns worden waargenomen op de platen in de rustgebieden Hinderplaat en Bollen van de Ooster, maar ook elders in de Voordelta zoals de Maasvlakte, de Kop van Schouwen. Het zenderonderzoek geeft aan dat in ieder geval een deel van de op platen rustende sterns bestaat uit niet-broedende sterns. In hoeverre de platen als rustgebied ook van belang zijn voor broedende grote sterns en visdieven is nog onduidelijk. In de komende jaren zal mogelijk door gebruik van GPS zenders in meer detail het gebiedsgebruik door sterns vastgesteld kunnen worden.

Uit de waarnemingen van menselijk gebruik valt op, dat de rustgebieden niet vrij zijn van verstoring. Ter illustratie hiervan worden de waarnemingen uit de zomer van 2011 getoond (Figuur 5.5). Plaatbezoek en surfers zijn de meest voorkomende activiteiten op de Hinderplaat en de Bollen van de Ooster in de zomermaanden, wanneer de platen als rustgebied voor sterns van belang zouden kunnen zijn. De verstoringsintensiteit op verschillende plaatsen in de Voordelta kan geschat worden door waarnemingen van menselijke activiteiten te combineren met een verstoringsindex die een maat is voor de relatieve gevoeligheid voor die verschillende activiteiten (Krijgsveld et al. 2008). De zo berekende verstoringsimpact geeft de cumulatieve kans op een verstoring weer, gewogen voor de gevoeligheid van sterns voor de verschillende activiteiten. Uit de omrekening van de waargenomen activiteiten naar een verstoringsintensiteit blijkt dat de verstoring zich in 2011 vooral concentreerde bij de kust van Goeree en Voorne en de Brouwersdam (Figuur 5.6). Vergelijking van de verstoringsintensiteit in de jaren in de T_0 (2005) met die in 2011 laat zien dat de verstoring in het rustgebied Hinderplaat is afgenomen. De reden hiervoor is waarschijnlijk het verdwijnen van een opstapplaats voor kitesurfers bij het Slufterstrand. In het rustgebied Bollen van de Ooster lijkt de verstoring juist toegenomen door toenemende aantallen surfers (Figuur 5.7).

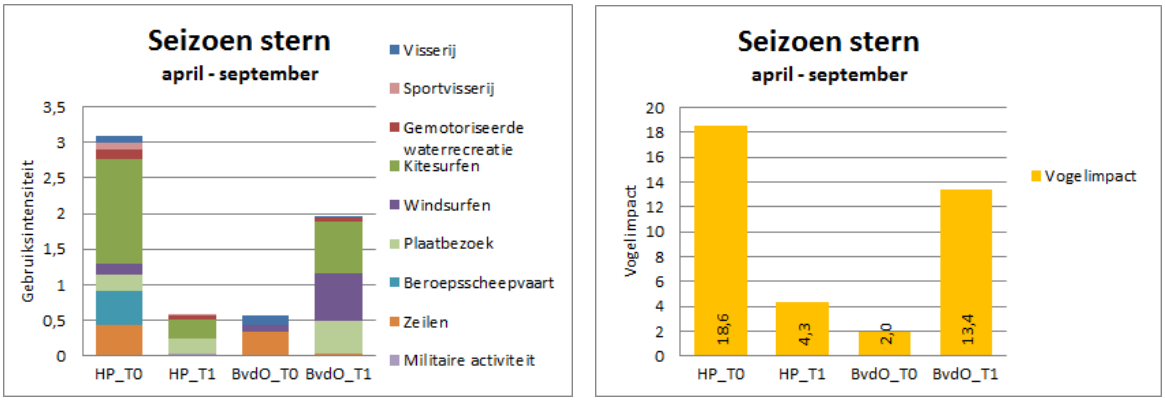




Figuur 5.5 Overzicht van al het waargenomen gebruik in en rondom de rustgebieden van sterns: Hinderplaat en Bollen van de Ooster (zomerbegrenzing). De kaarten geven het gebruik in het stern seizoen in 2011



Figuur 5.6 Verstoringsintensiteit in de Voordelta tijdens het stern seizoen (april-september) in 2011



Figuur 5.7 Verstoringsintensiteit in de rustgebieden Bollen van de Ooster en Hinderplaat inclusief een bufferzone van 250 m, tijdens het stern seizoen (april-september) in de T_0 en T_1 jaren

5.5 Effecten van overige factoren

5.5.1 Abiotische omstandigheden

Zijn er abiotische factoren van belang voor de verspreiding en het aantal vogeldagen van de grote stern/visdief (V3/G3)?

- Welke abiotische factoren?
- Welke hydrodynamische factoren zijn van belang?
- Welke morfologische factoren zijn van belang?

Voor foeragerende grote sterns bestaat een optimale troebelheid waarbij het vangstsucces het beste is. Dergelijke troebelheid komt voor in kustwateren en wordt mede beïnvloed door de getijdencyclus, diepte en wind alhoewel statistisch significante relaties moeilijk vast te stellen zijn (Baptist & Leopold 2007). De hoge dichtheden sterns rond het gebied rond Maasvlakte 2 duiden erop dat de zandsuppleties ook profijtelijke situaties voor sterns opleveren. Er zijn geen meetgegevens die ondersteunen of dit gerelateerd is aan troebelheid.

5.5.1.1 Methodiek, bemonstering en beschikbare gegevens

Gegevens over abiotische omgevingsvariabelen zijn afkomstig van modelberekeningen (zie Deel B hoofdstuk 4).

5.5.1.2 Bevindingen

Weersomstandigheden zijn van invloed op het broedsucces van sterns (§5.3.2.2). Het belang van andere abiotische omgevingsvariabelen in de Voordelta zijn nog niet in verder detail onderzocht.

5.5.2 Populatiedynamica en overige factoren

Is de externe populatiedynamica van broedpopulaties van belang voor de verspreiding en het aantal vogeldagen van de grote stern/visdief (S1)?

De populatie van grote sterns en visdieven groeit in Nederland, na een dieptepunt rond 1960-1970 als gevolg van vervuiling door bestrijdingsmiddelen.
De totale Nederlandse populatie van grote sterns bestaat uit 16.000-19.000 broedparen, waarvan het grootste deel in het Waddengebied voorkomt. In het ZW Deltagebied broeden grote sterns in een klein aantal grote kolonies. Sinds 2002 waren jaarlijks 2-5 kolonies in gebruik. Wisseling tussen kolonies in het Deltagebied vindt regelmatig plaats. Mede in verband hiermee is voor Natura 2000 een instandhoudingsdoel voor de gehele Delta geformuleerd van ten minste 4000 broedparen. Dit doel werd in vrijwel alle jaren sinds 2002 gehaald. Het aantal broedparen varieerde in de jaren 2002-2011 tussen een kleine 4000 en ruim 7000. De kolonies in de ZW Delta vormen feitelijk een geheel met de broedkolonie in Zeebrugge, en er vindt uitwisseling tussen de kolonies plaats.
Grote sterns hebben voor hun nestplaats een voorkeur voor schaars begroeide delen van eilanden en geïsoleerde strandvlaktes. Belangrijkste factoren bij de selectie van broedplaatsen zijn de risico's op verstoring en predatie, het successiestadium van vegetatie en de afstand tot het foerageergebied. Nieuw aangelegd broedgebied dat aan deze voorwaarden voldeed (zoals de Scheelhoek en de Slijkplaat) werd na enige jaren door grote sterns in gebruik genomen. Alleen door beheer kunnen de broedgebieden in de Delta geschikt blijven, omdat natuurlijke dynamiek zoals overspoeling in de winter ontbreekt (met uitzondering van de Westerschelde). Het broedsucces van grote sterns kan sterk variëren tussen jaren, als gevolg van predatie en weersomstandigheden.
De totale Nederlandse populatie van visdieven bereikte in 2007 de hoogste aantallen waarmee werd voldaan aan de instandhoudinsgdoelstelling van 20000 broedparen.

Sindsdien zijn de aantallen weer lager en verkeert de soort in matig ongunstige staat van instandhouding. Voor de ZW Delta is een regiodoel geformuleerd van 6500 broedparen. In 2007 werd een maximum van ca. 7500 broedparen bereikt, maar in de meeste jaren in de periode 2002-2011 lagen de aantallen onder het regiodoel. Net als bij de grote stern, is er sprake van een populatie in de ZW Delta waartoe ook de kolonie in Zeebrugge behoort.
De visdief is een koloniebroeder. De soort broedt in kolonies van enkele tot soms duizenden paren. Broedgebieden zijn vrijwel altijd langs het water gesitueerd, bij voorkeur op eilanden waar ze relatief veilig zijn voor roofdieren. Het broedsucces wordt sterk beïnvloed door weersomstandigheden (overspoelingen, slecht weer), voedselaanbod en predatie. In sommige jaren kan broedsucces als gevolg van ongunstige omstandigheden vrijwel afwezig zijn.

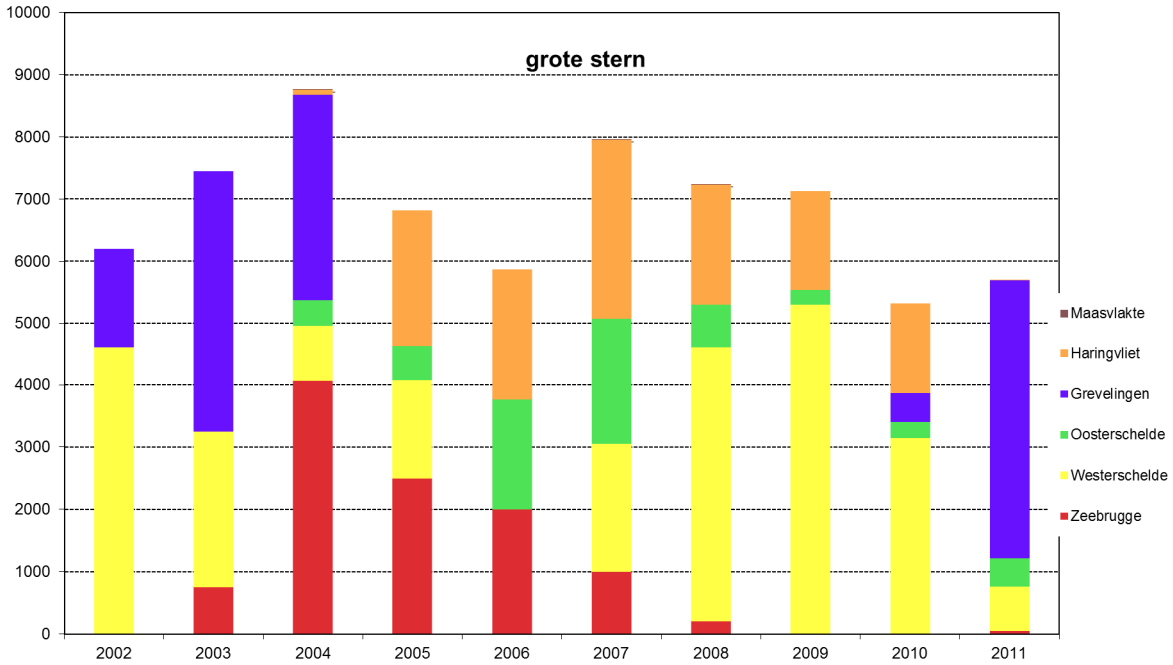
Of de beheersmaatregelen in het kader van de natuurcompensatie succes hebben, en het aantal vogeldagen en verspreiding in de Voordelta gelijk is aan de situatie van voor de aanleg van Maasvlakte 2, wordt dus sterk bepaald door broedkolonie afhankelijke factoren en de autonome ontwikkeling van de gehele populatie sterns.

5.5.2.1 *Methodiek, bemonstering en beschikbare gegevens*

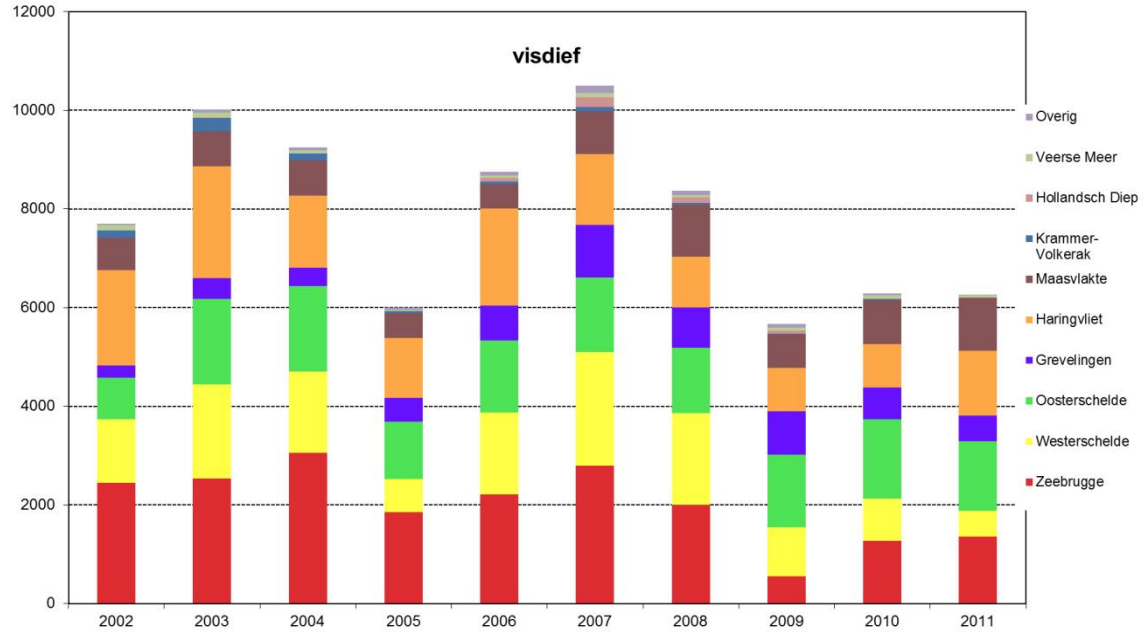
Informatie over de broedpopulatie van sterns in het Deltagebied is beschikbaar uit de reguliere MWTL-monitoring.

5.5.2.2 *Bevindingen*

De broedkolonies van grote stern in de ZW Delta vormen een geheel met die in Zeebrugge. Het totale aantal broedparen, inclusief Zeebrugge, lag in 2002-2011 tussen 5000-9000 paren. Vanaf 2007 lijkt er sprake van een dalende trend. Opvallend in 2011 is het grote aantal broedparen in de Grevelingen (Figuur 5.8).
Het aantal broedparen van de visdief in de ZW Delta (inclusief Zeebrugge) varieerde tussen 5000-8000 paren in de periode 2002-2011. Sinds 2007 lijkt er sprake van een afname (Figuur 5.9).



Figuur 5.8 Het aantal broedparen van de grote stern in 2002-2011 in de ZW Delta, onderverdeeld per waterbekken



Figuur 5.9 Het aantal broedparen van de visdief in 2002-2011 in de ZW Delta, onderverdeeld per waterbekken

5.6 Referenties

Baptist MJ & Leopold MF, 2010. Prey capture success of sandwich terns sterna sandvicensis varies non-linearly with water transparency. Ibis 152, 815-825.

Krijgsveld K.L., R.R. Smits, J. van der Winden (2008): Verstoringsgevoeligheid van vogels, Update literatuurstudie naar de reacties van vogels op recreatie. In opdracht van Vogelbescherming Nederland. Bureau Waardenburg rapport nr. 08-173.

Poot MJM, Heunks C, Prinsen HAM, van Horssen PW & Boudewijn TJ, 2006. Zeevogels in de Voordelta in 2004/2005 en 2005/2006. Nulmeting in het kader van Monitoring en Evaluatie Programma, Project Mainport Rotterdam - MEP MV2 (Perceel 4: Vogels). Rapport nr. 06-244, Bureau Waardenburg, Culemborg.

Seegers HCM, Hoogvliet MC, Dam LA, 2006. Nulmeting Gebruiksfuncties Voordelta, eindrapportage. Rapport 04.W029.00/2, CSO, Bunnik.

VenW, 2008. Beheerplan Voordelta.

VenW, 2009. Monitoring- en Evaluatieprogramma Maasvlakte 2. Natuurcompensatie Voordelta.

6 Discussie en aanbevelingen

6.1 Inleiding

Het monitoringprogramma natuurcompensatie Voordelta is er op gericht om vast te stellen wat de effecten zijn van de genomen compensatiemaatregelen in de Voordelta op de kwaliteit van Habitat H1110 en op de kwaliteit als foerageergebied voor zwarte zee-eend, grote stern en visdief. Op basis van de destijds beschikbare kennis zijn compensatiemaatregelen ontwikkeld waarvan verwacht werd dat deze de significante negatieve effecten van de aanwezigheid van Maasvlakte 2 zouden compenseren (VenW 2008).

Het monitoringprogramma richt zich niet alleen op de primaire parameters die direct voortvloeien uit de compensatieopgave, zoals bijvoorbeeld de bodemdierenbiomassa of aantallen zwarte zee-eenden, maar bestaat uit een veel breder meetprogramma. Het programma is daarmee zo ingericht dat niet alleen een antwoord gegeven kan worden op de vraag of de compensatieopgave is behaald, maar daarnaast ook veel informatie beschikbaar komt over het functioneren van de Voordelta in ecologische zin en over de rol van menselijke activiteiten in dat gebied. Dat is van belang, omdat niet valt uit te sluiten dat in 2013 het effect van compensatiemaatregelen met onvoldoende zekerheid kan worden vastgesteld, of dat andere factoren het effect van de compensatiemaatregelen beïnvloeden. Het uitgebreide meetprogramma dat nu wordt uitgevoerd, levert naar verwachting voldoende informatie om te kunnen verklaren waarom de compensatiemaatregelen wel of niet succesvol zijn geweest. Deze kennis kan gebruikt worden om de in 2008 genomen maatregelen beter te onderbouwen dan wel te verbeteren waar nodig.

6.2 Commentaar Auditcommissie op Jaarrapport 2010

Op verzoek van de Waterdienst is voor PMR-NCV een wetenschappelijke auditcommissie samengesteld, bestaande uit prof. dr. W.J. Wolff (RUG) (voorzitter), dr. J.J. Beukema (NIOZ), dr. B.J. Ens (SOVON) en dr.ir. H.W. van der Veer (NIOZ).

In mei 2008 is deze commissie gevraagd om een audit uit te voeren van het “Schedule of Requirements for tenders for Rotterdam Mainport Development impact measurements”. In haar verslag heeft de commissie aanbevelingen gedaan voor de opzet en uitvoering van het monitoringprogramma. Niet alle aanbevelingen van de Auditcommissie ten aanzien van het SoR hebben hun doorwerking gehad naar het Plan van Aanpak PMR monitoring natuurcompensatie Voordelta (Holzhauer & Prins 2009), mede vanwege het feit dat niet het SoR maar de vragen uit het parallel ontwikkelde Monitoring en Evaluatieprogramma de basis vormden voor het Plan van Aanpak. De uitvoering van het Plan van Aanpak wordt weerspiegeld in het Jaarrapport 2009 (Van der Kolff et al. 2010).

De Auditcommissie heeft voorafgaand aan het becommentariëren van het Jaarrapport 2009 wel kennis genomen van het Plan van Aanpak, maar dit niet betrokken in de audit. In haar commentaar op het Jaarrapport 2009 had de Auditcommissie vooral een aantal zwaarwegende opmerkingen ten aanzien van de bemonstering van referentie- of controlegebieden, en ten aanzien van de formulering van de evaluatievragen. Deze opmerkingen zijn in Hoofdstuk 6 van het Jaarrapport 2010 behandeld.

In december 2011 heeft de commissie een audit uitgevoerd van het Jaarrapport 2010, dat bestaat uit een samenvattende beschrijving en evaluatie van het monitoringprogramma in Deel A (Prins et al. 2011), en een beschrijving van de resultaten per onderzoeksperceel in Deel B (Heessen 2011). Door het laat beschikbaar komen van het commentaar van de Auditcommissie, kon dit in de huidige rapportage niet integraal worden meegenomen.

Zoveel als mogelijk zijn de detailopmerkingen van de Auditcommissie op het Jaarrapport 2010, waar van toepassing, wel verwerkt in dit Jaarrapport 2011. Daarnaast had de Auditcommissie commentaar ten aanzien van de opzet, uitvoering en analyse binnen het huidige meetprogramma. Die opmerkingen worden ter harte genomen bij de uitvoering in het komende jaar, en sluiten voor een belangrijk deel aan bij aanbevelingen voor de uitvoering in de volgende paragrafen.

6.3 MEP vraag 1: Compensatie verlies Habitat H1110

De MEP vraag richt zich op de compensatie van het verlies van habitat H1110 als gevolg van de aanleg van Maasvlakte 2, door middel van het instellen van een bodembeschermingsgebied.
Het doel van het instellen van het bodembeschermingsgebied is een kwaliteitsverbetering te realiseren voor Habitat H1110, zodat de productie van voedsel voor vogels en vissen in het Natura 2000 gebied Voordelta gelijk blijft aan die vóór de aanleg van Maasvlakte 2. Verondersteld is dat uitsluiting van de boomkorvisserij met wekkerkettingen met schepen met een motorvermogen groter dan 260 pk (191 kW) leidt tot een verhoging van de bodemdierenbiomassa met 10 tot 21 procent. De verhoging van de bodemdierenbiomassa, samen met het effect dat er minder vis zal worden weggevangen binnen het bodembeschermingsgebied, zorgt voor een toename van het voedselaanbod voor vogels en vissen. Hiermee zal de kwaliteit van dit gebied naar verwachting in voldoende mate verbeteren (VenW 2008).
In de MEP vraag is dit vertaald naar het vaststellen van een voldoende toename van bodemdierenbiomassa per soortgroep en de hoeveelheid voedsel voor beschermde/typische soorten, en het vaststellen of de toename is toe te schrijven aan de genomen maatregelen.

Effect compensatiemaatregel op kwaliteit Habitat H1110
Zoals diverse malen door de Auditcommissie is opgemerkt, gaat het bij de compensatiemaatregel om het ten minste gelijk blijven van de productie van voedsel in de Voordelta. Biomassa is een van de mogelijke parameters om het voedselaanbod te beschrijven, maar de productie (van bodemfauna en vis) kan ook toenemen zonder dat dit zichtbaar wordt in een toename van de biomassa. Dit is een aspect dat in de interpretatie van de resultaten van het monitoringonderzoek meegenomen zal worden. Met het oog op het verwachte effect van de compensatiemaatregel, dat is verwerkt in de formulering van de MEP vraag, richt dit monitoringonderzoek zich in eerste instantie echter op het vaststellen van veranderingen in bodemdierenbiomassa en dichtheden van demersale vis, als maat voor het voedselaanbod voor beschermde/typische soorten.
Zoals ook al uitgebreid bediscussieerd in het Jaarrapport 2010, is het door de grote ruimtelijke en temporele variatie in aantallen en biomassa van bodemdieren en vissen geen eenvoudige opgave om een verandering in biomassa of dichtheid als effect van de compensatiemaatregel vast te stellen. In het Jaarrapport 2010 is geconcludeerd dat het risico bestaat dat een aanpak, die berust op het (grootschalig) vergelijken van het bodembeschermingsgebied met een of meer referentiegebieden, met onvoldoende statistische betrouwbaarheid antwoord zal kunnen geven op de vraag of de compensatiemaatregel het gewenste effect heeft. Voorgesteld werd om op basis van habitatkarakteristieken te komen tot een verfijnder onderscheid van homogene deelgebieden, waarbij het uiteraard van belang is dat die goed vergelijkbare deelgebieden zowel in het bodembeschermingsgebied als in de referentiegebieden voorkomen.
Dit jaar is een aanzet gemaakt om tot een verfijndere analyse te komen van de veranderingen die optreden.

Dit gebeurt door van de grove ruimtelijke schaal waarop het bodembeschermingsgebied met referentiegebieden wordt vergeleken over te gaan naar een schaal die beter rekening houdt met de grote verschillen in abiotische omstandigheden in het gebied. Een toename van biomassa na het instellen van het bodembeschermingsgebied is in de vergelijking op deze verfijnde schaal niet duidelijk waarneembaar. De resultaten geven een ruimtelijk divers beeld met een globale toename in biomassa in zowel het bodembeschermingsgebied als in het zuidelijk deel van de Voordelta, en afnames in het mondingsgebied van het Haringvliet. Een meer gedetailleerde analyse van soorten, locaties en omgevingsvariabelen is noodzakelijk voordat hier conclusies aan verbonden kunnen worden.
Daarnaast wordt gezocht naar variabelen die specifieker zijn dan de totale biomassa van bodemdieren, door meer rekening te houden met soortspecifieke eigenschappen en de verschillen in gevoeligheid van soorten voor bodemberoering. Vooralsnog heeft dit niet geleid tot een duidelijk interpreteerbaar signaal. Het komende jaar wordt deze analyse verder doorgevoerd.

Om budgettaire redenen moest in 2011 worden besloten de najaarsbemonstering van vissen stop te zetten, overeenkomstig het oorspronkelijke Schedule of Requirements. Deze najaarsbemonsteringen kunnen veel extra informatie opleveren, omdat een vergelijking mogelijk wordt met de najaarsbemonsteringen uit de T_0 voor het vaststellen van de effecten van de compensatiemaatregel op demersale vis. Daarnaast levert het uitvoeren van de najaarsbemonstering ook informatie over de groeisnelheden en overleving van de demersale vis. Zoals ook aanbevolen door de Auditcommissie, wordt daarom voorgesteld om de najaarsbemonstering in de twee resterende monitoringjaren (2012, 2013) te hervattten.

Effect compensatiemaatregel op vermindering bodemberoering
MEP vraag 1d gaat in op het verband tussen de getroffen maatregel en de verandering in kwaliteit van habitat H1110. Het instellen van het bodembeschermingsgebied zou moeten leiden tot een vermindering van de bodemberoering in dit gebied. Het is van belang te kijken in hoeverre er ruimtelijk en temporeel daadwerkelijk een verandering in mate van bodemverstoring is opgetreden. Analyse van VMS data biedt de mogelijkheid tot een betere kwantificering van de bodemberoerende visserij in de gehele Voordelta over de jaren voor en na het instellen van het bodembeschermingsgebied.
Ruimtelijke verandering: Uit de gegevens blijkt dat boomkorvisserij niet voorkomt in het bodembeschermingsgebied, maar ook in het referentiegebied is de boomkorvisserij beperkt tot bepaalde locaties. Daarmee is het de vraag of de afname in boomkorvisserij in het bodembeschermingsgebied, in vergelijking met het referentiegebied, tot voldoende waarneembare effecten (verbetering kwaliteit H1110) leidt.
Temporele verandering: Er zijn aanwijzingen dat er, in de jaren voorafgaand aan het instellen van het bodembeschermingsgebied, al weinig zware boomkorvisserij in het gebied optrad. Dit zou kunnen betekenen dat de kwaliteitsverbetering als gevolg van het uitsluiten van de zware boomkorvisserij in het bodembeschermingsgebied lager kan uitvallen dan aanvankelijk verondersteld.
Daarnaast speelt de vraag of de intensiteit van de garnalenvisserij in het bodembeschermingsgebied, die hoger lijkt dan die in het referentiegebied, van invloed is op de te meten toename van biomassa.
Aanbevolen wordt het komende jaar de veranderingen in bodemberoering in de Voordelta in meer detail te kwantificeren. Dit kan door nadere analyse van de VMS gegevens, indien nodig in aanvulling met een analyse van AIS data. Deze data kunnen de mogelijkheid bieden om in meer ruimtelijk detail gegevens over bodemdieren en vissen te koppelen aan gegevens over bodemberoering door de zware boomkorvisserij (bijvoorbeeld door een vergelijking tussen meer en minder intensief beviste locaties).

Op die manier kan mogelijk een meer directe relatie tussen veranderingen in bodemberoering en veranderingen in de bodemdieren- en visgemeenschap worden vastgesteld, die gebruikt kan worden om de effecten van het instellen van het bodembeschermingsgebied te bepalen. Dit kan een alternatieve benadering zijn ten opzichte van het vaststellen van een trendmatige verandering in het bodembeschermingsgebied op basis van bestandsbepalingen. Het komende jaar wordt onderzocht in hoeverre een alternatieve benadering tot resultaat kan leiden.
Bij deze aanpak is ook informatie uit het “garnalenexperiment”, waar in opdracht van RWS de effecten van garnalenvisserij op bodemdieren worden onderzocht, van belang.

6.4 MEP vraag 2: Zwarte zee-eend

De MEP vraag richt zich op de compensatie van het verlies van foerageergebied van de zwarte zee-eend als gevolg van de aanleg van Maasvlakte 2, door middel van het instellen van een bodembeschermingsgebied en het instellen van rustgebieden.
Het doel van het instellen van het bodembeschermingsgebied is het verhogen van de voedselbeschikbaarheid voor zwarte zee-eenden, door visserijbeperkende maatregelen. Het instellen van rustgebieden moet leiden tot het beperken van recreatie en scheepvaartbewegingen in de concentratiegebieden van de zwarte zee-eend, zodat deze optimaal van het voedselaanbod kan profiteren. Dit geheel van maatregelen moet resulteren in een verhoging van de kwaliteit van de Voordelta als foerageergebied (VenW 2008).
In de MEP vraag is dit vertaald naar een gelijkblijvende potentiële functie (vast te stellen aan de hand van verspreidingspatronen en aanal vogeldagen) in termen van voedselbeschikbaarheid en foerageer- en rustgebied.

Effect compensatiemaatregel op de kwaliteit van het foerageergebied
Het monitoringonderzoek richt zich in eerste instantie op het vaststellen van het aantal vogeldagen en het ruimtegebruik van de zwarte zee-eend in de Voordelta, om het effect van de compensatiemaatregel te bepalen. In de MEP vraag wordt weliswaar gesproken over een gelijkblijvende potentiële functie, maar het is onduidelijk hoe een potentiële functie vastgesteld zou moeten worden, zoals ook al eerder opgemerkt door de Auditcommissie. Uiteraard is het zo, dat andere factoren dan voedselbeschikbaarheid en rust er toe kunnen leiden dat de zwarte zee-eenden in mindere mate gebruik maken van de Voordelta hoewel het gebied potentieel geschikt is voor hogere aantallen. Daarom beperkt het onderzoek zich ook niet tot het alleen monitoren van de zee-eenden, maar wordt ook naar verstoring, voedselbeschikbaarheid en externe factoren gekeken.

Voedselbeschikbaarheid
De belangrijkste voedselbron voor zwarte zee-eenden in de Voordelta is de zwaardschede *Ensis* sp. Beschikbaarheid van schelpen van de geschikte lengte op voor de eenden geschikte dieptes, is mogelijk een belangrijke bepalende factor. Het instellen van het bodembeschermingsgebied is mogelijk van invloed op de aantallen *Ensis* sp., maar het voorkomen van schelpen van de geschikte lengte is in belangrijke mate afhankelijk van andere factoren zoals broedval en groei. De relatie tussen het instellen van het bodembeschermingsgebied en de foerageerfunctie van de Voordelta is daarom mogelijk zwak.
Het is van belang om beter inzicht te krijgen in de mate waarin het huidige voedselaanbod van invloed is op het gebruik van de Voordelta door de zwarte zee-eend. Dit vraagt om kennis over wat het meest geschikte voedsel is, waar en in welke omvang dat aanwezig is en ook bereikbaar is voor zwarte zee-eenden. Voor een deel worden de benodigde gegevens al binnen het huidige programma verzameld. Het maagonderzoek van aangespoelde zee-eenden levert informatie over de afmetingen van geconsumeerde schelpdieren.

Uit het benthosonderzoek komt informatie over het voorkomen van de schelpdieren en de afmetingen van schelpdieren. In combinatie met gegevens over diepte, substraat, enz. kan een beeld worden gegeven van de potentieel meest geschikte gebieden voor zwarte zee-eenden. Het verdient aanbeveling om, in aanvulling op dit lopende onderzoek, gerichte bemonstering van de bodemdierfauna uit te voeren op de locaties waar de zee-eenden zich concentreren. Dat kan beter inzicht opleveren in de factoren die bepalen wat de geschikte locaties voor zee-eenden zijn.

Verstoring
De aangewezen rustgebieden worden deels gebruikt door de zwarte zee-eend, maar het valt op dat de eenden ook worden waargenomen op andere plekken waar weinig verstoring wordt waargenomen. Omdat de aantallen zwarte zee-eenden zo sterk zijn afgenomen, is het trekken van conclusies over het belang van de rustgebieden vooralsnog speculatief.
Scheepvaart is waarschijnlijk een van de belangrijke verstorende activiteiten in de winterperiode wannneer de grootste concentraties zee-eenden in de Voordelta worden waargenomen. Om een completer ruimtelijk beeld te krijgen van de verspreiding en intensiteit van de scheepvaart in de Voordelta verdient het aanbeveling om extra analyses uit te voeren, gebruik makend van beschikbare AIS data.
Om tot een meer generieke beschrijving van het menselijk gebruik in de Voordelta te komen, wordt een nadere analyse van de meetgegevens aanbevolen. Dit wordt nader toegelicht in de tekst hieronder over MEP vragen 3 en 4.

Externe factoren
De aantallen en vogeldagen van de zwarte zee-eenden vertonen al enige jaren een dalende trend in de Voordelta, maar ook elders in Nederland, België en Frankrijk nemen de aantallen af. Dit in tegenstelling tot de noordelijke gebieden in Duitsland en Denemarken, waar geen teruggang van betekenis gesignaleerd is. Het lijkt er op dat andere factoren dan die in de Voordelta spelen van invloed zijn op de aanwezigheid van de zwarte zee-eend. Mogelijkerwijs speelt het grotendeels verdwijnen van de halfgeknotte strandschelp *Spisula subtruncata*, die begin jaren ’90 in grote dichtheden voorkwam en het stapelvoedsel voor de zwarte zee-eend vormde, een belangrijke rol. Vermoed wordt dat de zwaardschede *Ensis* sp. minder geschikt is als voedsel voor de zwarte zee-eend. Bio-energetisch onderzoek kan hier mogelijk nader inzicht in verschaffen.

6.5 MEP vraag 3 en 4: Grote stern en visdief

De MEP vraag richt zich op de compensatie van het verlies van foerageergebied van de grote stern en visdief als gevolg van de aanleg van Maasvlakte 2, door middel van het instellen van rustgebieden.
Het instellen van rustgebieden moet de kwaliteit van het foerageergebied dichtbij het broedgebied verbeteren door het dichterbij brengen van de broedgebiedfunctie bij het foerageergebied. Doel van de rustgebieden is in de zomerperiode op drooggevallen platen in de Voordelta zodanige rust te creëeren dat grote sterns en visdieven met hun jongen deze platen kunnen benutten om te rusten en gemakkelijker bij hun voedselgebieden op zee te komen (VenW 2008).
In de MEP vraag is dit vertaald naar een gelijkblijvende potentiële functie (vast te stellen aan de hand van verspreidingspatronen en aanal vogeldagen) in termen van voedselbeschikbaarheid en een toename van het aantal op platen rustende grote sterns en visdieven.

Effect compensatiemaatregel op de kwaliteit van het foerageergebied
Het monitoringonderzoek richt zich in eerste instantie op het vaststellen van het aantal vogeldagen en het ruimtegebruik van de sterns in de Voordelta, om het effect van de compensatiemaatregel te bepalen. In de MEP vraag wordt weliswaar gesproken over een gelijkblijvende potentiële functie, maar het is evenals bij de zwarte zee-eend onduidelijk hoe een potentiële functie vastgesteld zou moeten worden. Uiteraard kunnen andere factoren dan voedselbeschikbaarheid en rust er toe leiden dat grote sterns en visdieven in mindere mate foerageren in de Voordelta hoewel het gebied potentieel geschikt is voor hogere aantallen. Daarom beperkt het onderzoek zich ook niet tot het alleen monitoren van aantallen en gebiedsgebruik, maar wordt ook naar verstoring, voedselbeschikbaarheid en externe factoren gekeken.
Het aantal vogeldagen en het gebruik van de rustgebieden wordt gemonitoord via land- en luchtwaarnemingen. Ook is zenderonderzoek gedaan om een gedetailleerder beeld te krijgen van het gebiedsgebruik, gerelateerd aan de verschillende broedkolonies. Door de technische ontwikkelingen in GPS loggers, ontstaan er nu mogelijkheden om door middel van GPS loggers het gebiedsgebruik door grote sterns in meer detail te volgen. Aanbevolen wordt om het komende jaar het monitoringprogramma uit te breiden met onderzoek aan het ruimtegebruik van grote sterns tijdens de broedtijd (en mogelijk daarna). Dit onderzoek kan een, in ruimte en tijd, nauwkeuriger beeld geven van het gebruik van de verschillende delen van de Voordelta door de grote stern. Dit kan relevante aanvullende informatie opleveren over het belang van de nu ingestelde rustgebieden.

Voedselbeschikbaarheid
De belangrijkste voedselbron voor grote stern zijn haring/sprot en zandspiering, die het grootste bestanddeel van het dieet van de jongen zijn. De volwassen dieren eten daarnaast ook bodemdieren. Het lijkt er op dat de grote stern tot buiten de Voordelta foerageert. De visdief foerageert vooral bij de monding van de Haringvliet, en in het dieet van de visdief is in sommige broedkolonies naast haring/sprot ook zoetwatervis van belang. Uit het onderzoek aan het broedsucces komen aanwijzingen dat er een positief verband is tussen het aandeel haring/sprot in het dieet van jonge kuikens en het broedsucces. Daarnaast zijn echter ook andere factoren (weersomstandigheden, predatie) van grote invloed op het uiteindelijke broedsucces. Het onderzoek aan het broedsucces zal de komende jaren tot nadere onderbouwing van de meest bepalende factoren voor het broedsucces leiden.
Het is niet waarschijnlijk dat het instellen van het bodembeschermingsgebied van grote invloed is op de aantallen van pelagische vissoorten als haring en sprot, en daarmee op het voedselaanbod van sterns. De relatie tussen het instellen van het bodembeschermingsgebied en de foerageerfunctie van de Voordelta voor sterns is daarom mogelijk zwak.
Echter, voor een beter begrip van de relatie tussen de kwaliteit van het foerageergebied (in termen van voedselaanbod) en het broedsucces (als belangrijke factor voor de lange termijn ontwikkeling van de Delta populatie) is meer aandacht gewenst voor de bemonstering van de pelagische vissoorten die van belang zijn als voedselbron van grote sterns, zoals ook door de Auditcommissie is opgemerkt. Daarom wordt aanbevolen het monitoringprogramma uit te breiden met een aantal bemonsteringen van het pelagische visbestand op locaties waar veel grote sterns foerageren. Hoewel ook deze bemonstering geen kwantificering van het pelagisch voedselaanbod voor sterns in de Voordelta zal kunnen opleveren, leidt het wel tot beter inzicht in de relatie tussen kwaliteit van het voedselaanbod in het veld, de aanvoer in de broedkolonies en het uiteindelijke broedsucces.

Verstoring

De rustgebieden worden deels gebruikt door de sterns, maar het is nog onzeker in hoeverre de platen van belang zijn voor broedende sterns. Uit het onderzoek komt naar voren dat de rustgebieden niet vrij zijn van verstoring.

Om het menselijk gebruik en de mogelijke verstoring nauwkeuriger te kunnen karakteriseren, is het wenselijk de huidige empirische waarnemingen te vertalen naar een meer generiek beeld van de ontwikkelingen in menselijk gebruik in de Voordelta. Het wordt daarom aanbevolen in het komende jaar extra aandacht te besteden aan het leggen van verbanden tussen (mogelijk causale) omgevingsfactoren en de waargenomen intensiteit van menselijk gebruik.

Tijdens de monitoring is vastgesteld dat de ligging van de platen in de Voordelta aan verandering onderhevig is als gevolg van de voortgaande morfologische ontwikkelingen. Dit leidt er toe dat de begrenzing van de rustgebieden niet geheel meer aansluit op de ligging van de platen, en dat delen van de platen die door de sterns gebruikt worden juist buiten de rustgebieden liggen. Aanbevolen wordt om het komende jaar op basis van satellietbeelden en luchtfoto's de omvang en ligging van droogvallende platen nauwkeuriger te beschrijven. Dit is van belang om beter te kunnen verklaren waarom sterns binnen, of juist buiten, de rustgebieden verblijven.

Externe factoren

De aantallen broedparen in de ZW Delta van de grote stern en visdief zijn vanaf 2007 gedaald, maar de periode 2007-2011 is te kort om harde conclusies over trends te trekken.

6.6 Slotbeschouwing

In het vorige jaarrapport is geconcludeerd dat de bemonstering en veldmetingen binnen PMR-NCV grotendeels volgens plan verlopen zijn. Tevens is geconstateerd dat het trekken van conclusies eind 2010 voorbarig is. Immers, de analyse van gegevens ijlt na bij de gegevensverzameling, waardoor slechts een beperkte hoeveelheid opgewerkte gegevens beschikbaar is. Wel zijn enkele punten gesignaleerd die voor het vervolg van belang zijn.

Allereerst, dat het aanbeveling verdient om niet te wachten met de evaluatie tot 2013 maar jaarlijks aandacht te schenken aan een tussenevaluatie, zodat gaandeweg nieuwe inzichten meegenomen kunnen worden.

Vervolgens, dat externe factoren, die los staan van de getroffen compensatiemaatregelen, voor een aantal aspecten mogelijk een belangrijker rol spelen in de ontwikkelingen in menselijk gebruik en in ecologie van de Voordelta dan de in het kader van Maasvlakte 2 genomen natuurcompensatiemaatregelen. Als voorbeelden kunnen worden genoemd de algemene afname van de omvang van de boomkorvisserij (ook buiten het bodembeschermingsgebied), de afname van de aantallen zee-eenden die vanuit het noorden naar Nederland en zuidelijker regionen trekken, of de grote invloed van factoren als predatie en beheer van de broedkolonies van sterns.

Tenslotte wees het Jaarrapport 2010 op het feit dat er een grote kans bestaat dat met het bestaande monitoringprogramma een verbetering van ten minste 10% in bodemdierenbiomassa in het bodembeschermingsgebied niet met de, in de wetenschap gebruikelijke, statistische betrouwbaarheid kan worden aangetoond. Dit kan ten dele worden ondervangen door het onderzoeken van veranderingen op een fijnere ruimtelijke schaal. Anderzijds draagt het monitoringprogramma, zoals het nu wordt uitgevoerd, bij aan kennis van de processen die zich in de Voordelta afspelen, op grond waarvan een aannemelijke verklaring gegeven kan worden van de veranderingen in het gebied en het belang van de genomen maatregelen.

De uitvoering van het meetprogramma in 2011 en de analyses van de beschikbare gegevens, bevestigen het voorlopige beeld uit 2010. De bevindingen tot nu toe wijzen in de volgende richting:

1 Van grof naar fijn werkend is op verschillende manieren getracht om veranderingen in de kwaliteit van habitat H1110 na het instellen van het bodembeschermingsgebied vast te stellen. Een directe vergelijking van het bodembeschermingsgebied met referentiegebieden kan nog geen verschil laten zien. Het is tevens nog niet mogelijk om met een meer gebiedsspecifieke benadering duidelijke veranderingen te laten zien. Ook soortspecifieke analyses staan tot nu toe geen duidelijke conclusies toe.

2 Als mogelijke verklaring voor het feit dat er nog geen veranderingen in H1110 kunnen worden vastgesteld, wordt onder meer gekeken naar de werkelijk opgetreden veranderingen in bodemberoering sinds het treffen van de compensatiemaatregelen. Het effect van de maatregel zal mogelijk moeilijk vast te stellen zijn, omdat het er op lijkt dat de zware boomkorvisserij (260-300 pk) al vanaf de nulmetingen in 2005 bijna niet meer voorkwam in het bodembeschermingsgebied. Ook in de rest van de Voordelta, die als referentie dient, lijkt de boomkorvisserij afgenomen te zijn. Het komende jaar wordt daarom extra aandacht besteed aan het kwantificeren van de mate van bodemberoering.

3 De aantallen zwarte zee-eenden in de Voordelta lijken vooral bepaald te worden door grootschalige ontwikkelingen in de populatie die leiden tot lagere aantallen in de Nederlandse kustwateren, en minder door de toestand van de Voordelta.

4 Het dieet van de grote stern en de visdief lijkt een representatieve indicator te zijn voor de foerageerfunctie van het Voordelta ecosysteem. De omvang van de populaties van deze soorten in het Deltagebied laat geen significante trends zien. Een verband met de compenserende maatregelen kan op dit moment niet worden aangetoond. Rustgebieden blijken in sommige gevallen toch betreden te worden.

5 Het vervolg van het waarnemingsprogramma en de analyse zijn er op gericht deze conclusies nader te onderbouwen, te verfijnen (kwalitatief en kwantitatief) of zonodig bij te stellen.

6.7 Referenties

Heessen HJL, 2011. PMR monitoring natuurcompensatie Voordelta. Deel B: Jaarrapport 2010 en midterm evaluatie. Deltares/IMARES rapport 1200672-000-ZKS-0023.

Holzhauer H & Prins TC, 2009. Plan van Aanpak PMR monitoring natuurcompensatie Voordelta. Deltares rapport 1200672-008-ZKS-0002.

Prins TC, Boon AR, Holzhauer H & Van der Kolff GH, 2011. PMR monitoring natuurcompensatie Voordelta. Deel A: Jaarrapport 2010 en midterm evaluatie. Deltares rapport 1200672-000-ZKS-0024.

Van der Kolff GH, Prins TC & Heessen HJL, 2010. Jaarrapport 2009 PMR monitoring natuurcompensatie Voordelta. Deltares rapport 1200672-000-ZKS-0016.

VenW, 2008. Beheerplan Voordelta.