

**PMR monitoring  
natuurcompensatie Voordelta**

Samenvattende rapportage 2014





# **PMR monitoring natuurcompensatie Voordelta**

**Samenvattende rapportage 2014**

dr. T.C. Prins  
drs. G.H. van der Kolff  
dr. I.Y.M. Tulp (IMARES)  
dr. J.A.M. Craeymeersch (IMARES)

1209129-000



**Titel**  
PMR monitoring natuurcompensatie Voordelta

<b>Opdrachtgever</b>	<b>Project</b>	<b>Kenmerk</b>	<b>Pagina's</b>
RWS Water, Verkeer en Leefomgeving	1209129-000	1209129-000-ZKS-0034	44




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

**Samenvatting**  
Van 2009-2013 vond de eerste fase plaats van de monitoring van de effecten van de natuurcompensatie in de Voordelta, in verband met de Tweede Maasvlakte. Het effect van de compensatiemaatregelen op beschermde natuurwaarden werd gemonitord in de percelen Benthos, Vogels, Vis, Abiotiek en Gebruik en vervolgens geëvalueerd aan de hand van vragen, die in het Plan van Aanpak PMR-NCV zijn uitgewerkt en toegelicht. De meetinspanning en de belangrijkste resultaten van de eerste fase zijn beschreven in het Eindrapport 1e fase 2009-2013 (Prins *et al.* 2014).

Het project PMR-NCV 2014 vormt de overbrugging tussen de eerste fase en de tweede fase van de natuurcompensatiemonitoring (2015-2019). De voorliggende rapportage geeft een samenvatting van de resultaten van monitoring en onderzoek in 2014, uitgesplitst naar de hoofdvragen van het Monitoring en Evaluatie Programma, en gaat in op de betekenis van de resultaten voor de eerdere conclusies, zoals verwoord in de Eindrapportage 1e Fase 2009-2013. De resultaten zijn in meer detail beschreven in een reeks afzonderlijk gepubliceerde rapporten (zie bijlage).

De overbruggingsfase 2014 omvat extra werkzaamheden voortkomend uit vragen naar aanleiding van de resultaten uit de 1<sup>e</sup> fase, aanvullende analyses, beperkte voortzetting van de monitoring in 2014 en voorbereiding van varianten voor de tweede fase van het monitoringprogramma.

**Referenties**  
RWS-WD/Zaak 31019691.0002-0004 / 4500143146

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
2	Juli 2015	dr. T.C. Prins		dr. A.R. Boon		drs. F.M.J. Hoozemans	
		drs. G.H. van der Kolff					
		dr. I.Y.M. Tulp					
		dr. J.A.M. Craeymeersch					

**Status**  
definitief



## Inhoud

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Overzicht uitgevoerde werkzaamheden</b>	<b>3</b>
2.1	MEP vraag 1: Habitat H1110	3
2.2	MEP vraag 2: zwarte zee-eend	4
2.3	MEP vraag 3 en 4: grote stern en visdief	4
<b>3</b>	<b>Abiotische condities in 2014</b>	<b>6</b>
3.1	Rivierafvoeren	6
3.2	Weersomstandigheden	8
<b>4</b>	<b>Resultaten onderzoek voor MEP vraag 1: Habitat 1110</b>	<b>11</b>
4.1	Ontwikkeling bodemdierengemeenschap in de Voordelta in 2009-2013	11
4.1.1	Biomassa en andere parameters	11
4.1.2	Onderscheid in gevoeligheid voor verstoring van verschillende bodemdiergroepen	17
4.1.3	Relatie tussen veranderingen in visserij-intensiteit en de bodemdiergemeenschap	18
4.2	Lange termijn trends in de Nederlandse kustzone	20
4.2.1	Visserij	20
4.2.2	Bodemdieren	22
4.2.3	Vissen	22
4.3	Indicatoren voor habitatype H1110	25
4.4	Reguleringsmechanismen in de kustzone	25
4.5	Conclusies	26
<b>5</b>	<b>Resultaten onderzoek voor MEP vraag 2: zwarte zee-eend</b>	<b>28</b>
5.1	Aantallen in de Voordelta	28
5.2	Aantallen langs de Noordzeekust	28
5.3	Voedselaanbod voor zwarte zee-eenden in de Voordelta	30
5.4	Functioneren rustgebieden	30
5.5	Ontwikkeling draagkrachtmodel zwarte zee-eend in de Voordelta	33
5.6	Conclusies	33
<b>6</b>	<b>Resultaten onderzoek voor MEP vraag 3 en 4: grote stern en visdief</b>	<b>34</b>
6.1	Aantallen broedparen	34
6.2	Aantallen en verspreiding (vliegtuigtellingen Voordelta)	34
6.3	Gebiedsgebruik en foerageergedrag (GPS waarnemingen)	35
6.4	Broedbiologie	37
6.4.1	Broedsucces	37
6.5	Kitesurfers bij de Hinderplaat	38
6.6	Conclusies	38
<b>7</b>	<b>Discussie en aanbevelingen</b>	<b>39</b>
7.1	Kwaliteit H1110	39
7.1.1	Resultaten	39
7.1.2	Aanbevelingen voor vervolgmonitoring en -onderzoek	40

7.1.3	Vervolgmonitoring 2015	40
7.2	Zwarte zee-eend	40
7.2.1	Resultaten	40
7.2.2	Aanbevelingen voor vervolgmonitoring en -onderzoek	41
7.2.3	Vervolgmonitoring 2015	41
7.3	Grote stern en visdief	41
7.3.1	Resultaten	41
7.3.2	Aanbevelingen voor vervolgmonitoring en -onderzoek	41
7.3.3	Vervolgmonitoring 2015	42
<b>8</b>	<b>Referenties</b>	<b>43</b>
	<b>Bijlage(n)</b>	
<b>A</b>	<b>Overzicht PMR-NCV rapportages</b>	<b>45</b>

## 1 Inleiding

De aanleg van Maasvlakte 2 heeft plaats gevonden in Natura 2000 gebied de Voordelta. Vanwege de mogelijkheid dat de aanleg en aanwezigheid van de Tweede Maasvlakte significant negatieve effecten veroorzaakt op de beschermde natuur, is hiervoor compensatie verplicht. Als compensatiemaatregel zijn een bodembeschermingsgebied met beperkingen voor bodemberoerende visserij en rustgebieden voor vogels aangewezen.

Het doel van de monitoring natuurcompensatie Voordelta is om vast te stellen of de getroffen compensatiemaatregelen de daadwerkelijk optredende negatieve effecten voldoende compenseren. Van 2009-2013 vond de eerste fase plaats van de monitoring van natuurcompensatie in de Voordelta, in verband met de aanleg van de Tweede Maasvlakte. Het effect van de compensatiemaatregelen op beschermde natuurwaarden werd gemonitord in de percelen Benthos, Vogels, Vis, Abiotiek en Gebruik en vervolgens geëvalueerd aan de hand van evaluatievragen, die in het Plan van Aanpak PMR-NCV zijn uitgewerkt en toegelicht. Deltares begeleidt de compensatiemonitoring, uitgevoerd door een consortium van IMARES met Arcadis, Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO), LievenseCSO, Koninklijk Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ) en Bureau Waardenburg, in opdracht van Rijkswaterstaat - Water, Verkeer en Leefomgeving (WVL).

Het project PMR-NCV 2014 vormt de overbrugging tussen de eerste fase en de tweede fase van de natuurcompensatiemonitoring. Voor deze overbruggingsopdracht is begin 2014 opdracht verstrekt door WVL. De overbruggingsfase 2014 omvat:

- 1) De uitgestelde oplevering van de Eindrapportage 1<sup>e</sup> Fase 2009-2013 (Prins *et al.* 2014, Prins & Van der Kolff 2014). Door de uitgestelde oplevering kon een deel van de resultaten uit de eerste fase, die, binnen de oorspronkelijke rapportageperiode niet meer konden worden uitgewerkt, alsnog meegenomen worden.
- 2) In 2014 zijn de resultaten van de bodemdierenbemonstering van 2012 en 2013 verwerkt.
- 3) Voorts omvat de overbruggingsfase extra werkzaamheden die voort zijn gekomen uit de eerdere resultaten. Dit betreft onder meer
  - a. aanvullend werk naar de vergelijking van VMS- en AIS-analyses voor het bepalen van visserij-intensiteit
  - b. onderzoek naar verbeterde locatie en omvang van rustgebieden voor de zwarte zee-eend
  - c. beperkte voortzetting van de monitoring in 2014
  - d. voorbereiding van varianten voor de tweede fase van het monitoringprogramma.

In 2014 is ook extra aandacht besteed aan de werkwijze en de interactie tussen de onderzoekende partijen enerzijds en de opdrachtgever, initiatiefnemer en Bevoegd Gezag anderzijds. De complexiteit van het onderzoek en de betekenis en interpretatie van de resultaten voor de voortzetting van de monitoring en voor de uiteindelijke evaluatie van de compensatiemaatregelen waren daarvoor de belangrijkste aanleiding.

De voorliggende rapportage geeft een samenvatting van de belangrijkste resultaten en conclusies uit het onderzoek en de monitoring, uitgevoerd in 2014 (de hiervoor genoemde onderdelen 2 en 3). Waar de conclusies in de Eindrapportage 1<sup>e</sup> Fase 2009-2013 voor de bodemdierenbemonstering slechts gebaseerd waren op de jaren tot en met 2011, zijn nu ook de metingen van 2012 en 2013 betrokken.

Tevens wordt ingegaan op de betekenis van de resultaten voor de eerdere conclusies, zoals verwoord in de Eindrapportage 1e Fase 2009-2013. De resultaten zijn in meer detail beschreven in een reeks afzonderlijke rapporten (zie bijlage A). De voorliggende rapportage kan niet los gezien worden van de eerdere Eindrapportage 1<sup>e</sup> Fase 2009-2013 (Prins *et al.* 2014, Prins & Van der Kolff 2014) waar de uitvoering van de monitoring in PMR-NCV en de resultaten in veel meer detail wordt beschreven.

## 2 Overzicht uitgevoerde werkzaamheden

Dit hoofdstuk geeft een globaal overzicht van de monitoringactiviteiten die in 2014 zijn uitgevoerd, en welke overige analyses en studies zijn verricht. De beschrijving van de werkzaamheden is uitgesplitst over de MEP-vragen met betrekking tot 1) kwaliteit van habitattype H1110, 2) zwarte zee-eend, 3) grote stern en 4) visdief.

### 2.1 MEP vraag 1: Habitat H1110

Doel van de werkzaamheden in 2014 was, om een analyse van de resultaten met de volledige dataset van PMR-NCV uit te voeren, en daarnaast een aantal verdiepende studies uit te voeren gericht op vragen voortvloeiend uit de 1<sup>e</sup> fase. Daarnaast is gebruik gemaakt van lopende monitoringprogramma's om zicht te houden op ontwikkelingen in de Voordelta.

Het belangrijkste verschil met de voorgaande meetjaren (2009-2013) is, dat in 2014 in PMR-NCV kader géén monitoring van bodemdieren of vis in de Voordelta is uitgevoerd. Er zijn echter wel monitoringgegevens van bodemdieren en vis in de Voordelta beschikbaar, die afkomstig zijn uit de jaarlijkse monitoringprogramma's van Wettelijke Onderzoekstaken (WOT) voortvloeiend uit de verplichtingen van het ministerie van Economische Zaken (EZ) op basis van nationale en internationale wet- en regelgeving. De resultaten uit de Schelpdiersurvey en de Demersal Fish Survey zijn gebruikt om de trends in bodemdieren en vis in de Voordelta in een breder kader te plaatsen.

De capaciteit die vrijkwam door het niet uitvoeren van bodemdierenbemonstering is gebruikt om te werken aan afronding van de analyse van de gegevens verkregen uit de monitoring in 2012 en 2013, die in de eerdere rapportage (Prins *et al.* 2014) nog niet verwerkt was.

Met de uitwerking van deze gegevens is nu voor de gehele meetperiode 2004-2013 een analyse uitgevoerd. Die analyse heeft zich gericht op trendmatige veranderingen van de bodemdierengemeenschap in het bodembeschermingsgebied en in de rest van de Voordelta, en op de relaties tussen veranderingen in visserij en trends in de bodemdierengemeenschap. In deze analyse zijn evenals in voorgaande jaren de veranderingen in biomassa geanalyseerd, maar ook veranderingen in andere parameters zoals productiviteit, soortensamenstelling, enz. (Craeymeersch *et al.* 2015). Productiviteit van de bodemdieren is berekend door gebruik te maken van de meest recente literatuur (Brey 2012) over de relatie tussen de productie van een populatie en omgevingsvariabelen (temperatuur, waterdiepte en individuele biomassa) en 17 soortspecifieke variabelen met betrekking tot taxonomie, levensstijl en biotoop. Deze berekening van productiviteit is daarmee een verbeterde methode ten opzichte van de aanpak die gebruikt is in de eerdere rapportage (Craeymeersch & Escaravage 2014).

Middels modelberekening zijn abiotische parameters afgeleid (Adema 2015) die zijn gebruikt in habitatmodellen in de analyse van bodemdiergegevens. In dit kader is ook gewerkt aan een actualisatie van de berekening van bodemschuifspanning.

Daarnaast zijn analyses uitgevoerd van langjarige trends in visserij, bodemdieren en vis in de Voordelta en in de rest van de Nederlandse kustzone (Craeymeersch *et al.* 2015, Tulp 2015). Voor deze analyse is gebruik gemaakt van drie gegevensbronnen. Analyse van visserijgegevens is gebaseerd op logboekgegevens uit VIRIS (Visserij Registratie en Informatie Systeem) voor 1994-2004 en uit Visstat (IMARES database met visserijgegevens) voor de jaren 1998-2013. Gegevens van bodemdieren zijn afkomstig uit de WOT Schelpdiersurvey die jaarlijks in het voorjaar wordt uitgevoerd, sinds 1993 in de Voordelta en sinds 1995 langs de hele kust. Gegevens over demersale vis zijn afkomstig van de WOT Demersal Fish Survey (DFS) die jaarlijks in het najaar langs de hele kust (incl. de Voordelta) wordt uitgevoerd, sinds 1970. De resultaten uit deze langjarige meetreeksen dragen bij aan het begrip van veranderingen in de bodemdierengemeenschap en visgemeenschap in habitattype H1110, die optreden in relatie tot visserij of andere factoren.

Daarop aansluitend is een analyse gemaakt van de reguleringsmechanismen in het voedselweb in de Voordelta, met het doel een beter inzicht te krijgen in de mate waarin veranderingen in visserij in zo'n ondiepe kustzone kunnen doorwerken op bodemdieren en vis (Van Kooten & Janssen 2015).

Tevens is een desk study uitgevoerd om te komen tot een selectie van indicatoren die geschikt zijn om de kwaliteit van H1110 te beschrijven (Prins *et al.* 2015).

Voor de kwantificering van de visserij-intensiteit in de Voordelta is de methodiek gebaseerd op analyse van VMS (Vessel Monitoring System) data, vergeleken met de mogelijkheden van het Automatic Identification System (AIS). Doel hiervan was om tot een onderbouwde keuze te komen van de meest geschikte methode (Hintzen *et al.* 2014).

## 2.2 MEP vraag 2: zwarte zee-eend

Doel van het werk in 2014 was monitoring in de Voordelta voort te zetten, daarnaast ondersteuning te bieden bij besluitvorming over eventuele aanpassing van de rustgebieden, en de mogelijkheid te onderzoeken om de geschiktheid van de Voordelta voor zwarte zee-eenden te kwantificeren, anders dan via monitoring.

Evenals in 2009-2013 zijn in de winter en het vroege voorjaar van 2013/2014 vliegtuigtellingen in de Voordelta uitgevoerd, om aantallen en verspreiding van de zwarte zee-eend te monitoren (Poot *et al.* 2015). Ook zijn weer vliegtuigtellingen langs de Hollandse kust en kust van de Waddeneilanden uitgevoerd in maart en april 2014, om de ruimtelijke verspreiding en de aantallen in de overige Nederlandse kustwateren vast te stellen. Dit is van belang omdat langs de kust van de Waddeneilanden in het algemeen de hoogste aantallen voorkomen, en deze gegevens inzicht kunnen geven in uitwisseling tussen de verschillende concentratiegebieden in Nederland en de factoren die daarbij een rol spelen.

Vanwege de lage aantallen zwarte zee-eenden in de Voordelta was het in 2014 niet zinvol om waarnemingen te doen aan dagpatronen en gebiedsgebruik. Die aanvullende waarnemingen zijn vooral bedoeld om verspreidingspatronen en aantalsverloop beter te verklaren in relatie tot menselijk gebruik en voedselaanbod. Evenmin was het mogelijk aanvullend dieetonderzoek te doen.

Om potentiële verstoring door scheepvaart te kwantificeren, zijn AIS gegevens voor 2014 opgewerkt, zodat hiervoor nu een meetreeks over de jaren 2009-2014 beschikbaar is (Schuur 2015).

Een statistisch model van de verspreiding van zwarte zee-eenden in de Voordelta in relatie tot voedsel, verstoring en abiotische omgevingsfactoren is gebruikt om een aantal scenario's voor aanpassing van rustgebieden door te rekenen (Poot & Van Horssen 2014). Dit vormde de basis voor de aanpassing van de ligging en omvang van de rustgebieden Bollen van de Ooster en Bollen van het Nieuwe Zand.

Tevens is een verkennende studie uitgevoerd naar de mogelijke ontwikkeling van een model om de potentiële draagkracht van de Voordelta voor de zwarte zee-eend te kwantificeren (Brinkman 2015).

## 2.3 MEP vraag 3 en 4: grote stern en visdief

Doel van het werk in 2014 was voortzetting van de monitoring, en beter inzicht te verkrijgen in knelpunten rond het functioneren van de rustgebieden.

Evenals in 2009-2013 is in 2014 onderzoek uitgevoerd in broedkolonies van grote stern en visdief in het noordelijk Deltagebied. In dat onderzoek is gekeken naar broedecologie (broedsucces, opgroeicondities, predatie en andere factoren van invloed op broedsucces), dieet en foerageergedrag, en gebiedsgebruik en foerageergedrag (Poot *et al.* 2015).

Daarnaast is gerapporteerd over de resultaten van vliegtuigtellingen in de Voordelta die in 2013 zijn uitgevoerd maar niet in de eerdere rapportage opgenomen waren. Tellingen zijn

gedaan van april tot en met september tijdens laagwater, waarbij ook het gebiedsgebruik is vastgelegd. In 2014 zijn geen vliegtuigtellingen uitgevoerd.

Voor een beter beeld van het functioneren van de rustgebieden, specifiek ten aanzien van kitesurfers, is een veldonderzoek uitgevoerd onder kitesurfers (Van Calsteren-De Bruijn 2014).

### 3 Abiotische condities in 2014

Dit hoofdstuk geeft een beschrijving van de zoetwaterafvoer via de Haringvlietsluizen en de weersomstandigheden in de Voordelta in 2014, die van invloed kunnen zijn op de resultaten van de monitoring. De omstandigheden in 2014 worden vergeleken met de gehele meetperiode van PMR-NCV.

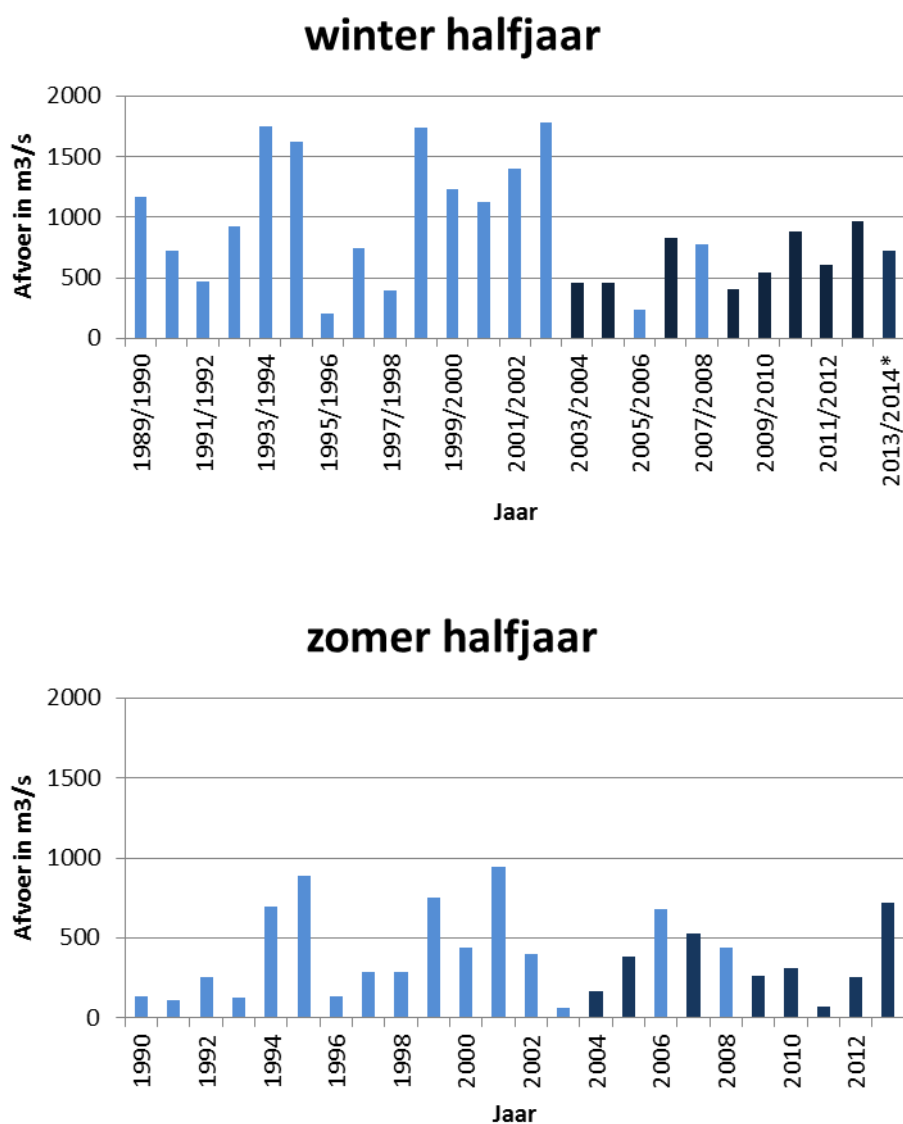
#### 3.1 Rivierafvoeren

De Voordelta wordt beïnvloed door de afvoer van de rivieren Schelde, Maas en Rijn, waarbij de rivier de Rijn veruit de hoogste afvoer heeft. Als gevolg van de voltooiing van de Deltawerken heeft de uitstroom van rivierwater zich in de loop der tijd verplaatst. In de huidige situatie vindt de afvoer vooral via de Nieuwe Waterweg en het Haringvliet plaats. De uitstroom uit het Haringvliet is direct van invloed op de zoutgehalten in het noordelijk deel van de Voordelta. Tijdens hoge rivierafvoeren wordt veel rivierwater gespuid via het Haringvliet, terwijl bij lage rivierafvoeren er soms in het geheel geen water via de Haringvlietsluizen wordt afgevoerd. Gemiddeld is de afvoer van het Haringvliet iets hoger dan  $600 \text{ m}^3/\text{s}$ , maar perioden van 1 tot 10 dagen met piekafvoeren van meer dan  $3.000 \text{ m}^3/\text{s}$  komen geregeld voor.

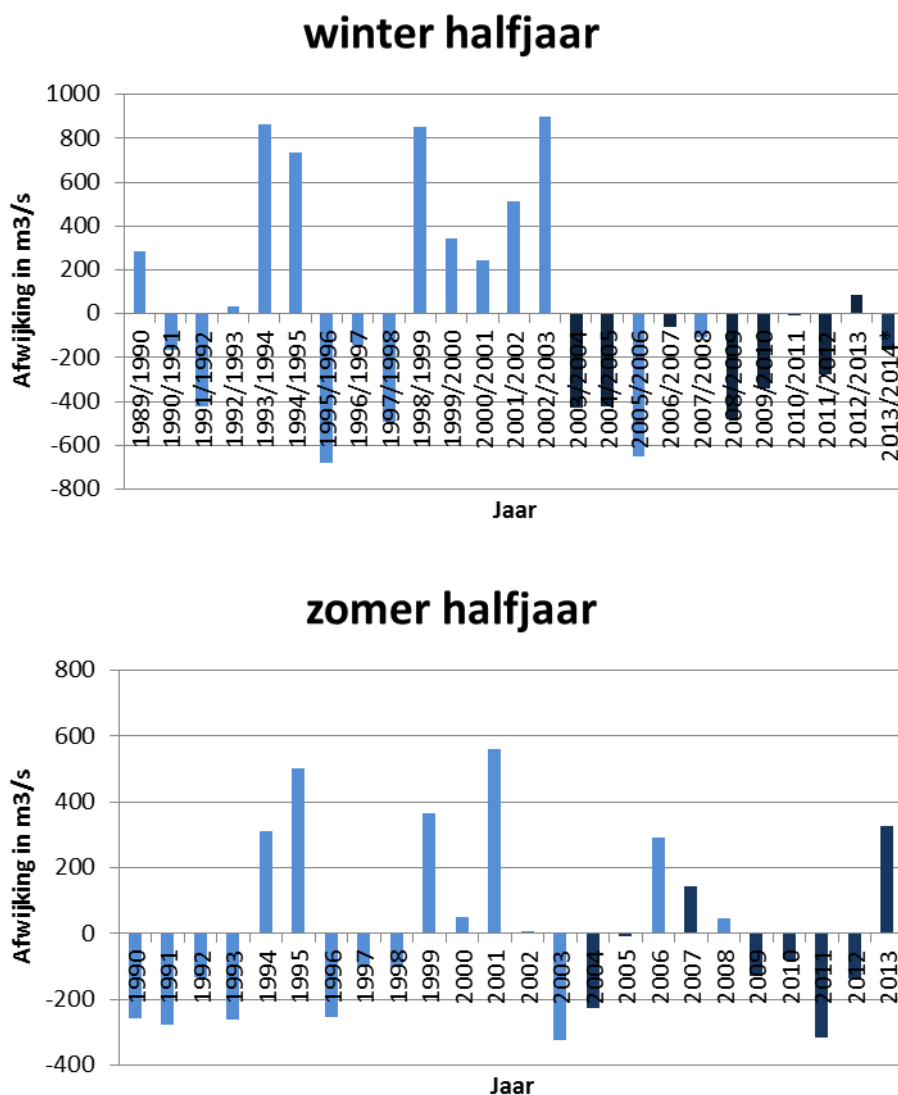
De afvoer van het Haringvliet is in de wintermaanden in het algemeen hoger dan in het zomerhalfjaar. De afvoer is sterk verschillend tussen jaren (Figuur 3.1). In de periode 1990-2013 waren de afvoeren het hoogst in de winters van 1993/1994, 1994/1995, 1998/1999 en 2002/2003 ( $>1.600 \text{ m}^3/\text{s}$ ). In de PMR-NCV monitoringjaren kwamen, gemiddeld over 6 maanden, geen bijzonder hoge winterafvoeren van het Haringvliet voor (Figuur 3.1). Wel was er vrijwel elk jaar een maand met een gemiddelde afvoer van meer dan  $1.500 \text{ m}^3/\text{s}$ . In de winter van 2005/2006 was de gemiddelde afvoer erg laag ( $<350 \text{ m}^3/\text{s}$ ). In alle monitoringjaren waren de winterafvoeren lager dan het langjarig gemiddelde (Figuur 3.2).

De afvoeren in de zomermaanden waren relatief laag in 2011 ( $74 \text{ m}^3/\text{s}$ ) en relatief hoog in 2013 ( $718 \text{ m}^3/\text{s}$ ), ten opzichte van het langjarig gemiddelde ( $390 \text{ m}^3/\text{s}$ ) en de overige jaren in de  $T_0$  en  $T_1$  (Figuur 3.2)

Verschillen in afvoer van het Haringvliet tussen de  $T_0$  en  $T_1$  jaren waren betrekkelijk gering wanneer dit wordt vergeleken met de fluctuaties in een periode van bijna 25 jaar (Figuur 3.2) en hebben geleid tot kleine verschillen tussen de jaren in zoutverdeling in de Haringvlietmonding. In de gehele monitoringperiode hebben zich geen periodes met langdurig hoge afvoeren en daaraan gekoppelde lage saliniteit in het noordelijk deel van de Voordelta voorgedaan.



Figuur 3.1 Gemiddelde afvoer van het Haringvliet in  $m^3/s$  in de periode 1990-2013, in het winterhalfjaar okt-mrt en het zomerhalfjaar apr-sep. De jaren die in het PMR-NCV monitoringprogramma gebruikt zijn als  $T_0$  en  $T_1$  jaren zijn in donker blauw weergegeven. Voor de winter 2013/2014 zijn alleen gegevens voor 2013 beschikbaar.



Figuur 3.2 Afwijking van de gemiddelde afvoer van het Haringvliet in het winter- en zomerhalfjaar ten opzichte van het langjarig (1990-2013) gemiddelde. De jaren die in het PMR-NCV monitoringprogramma gebruikt zijn als  $T_0$  en  $T_1$  jaren zijn in donker blauw weergegeven. Bij een negatieve afwijking is de afvoer lager dan het langjarige gemiddelde. Voor de winter 2013/2014 zijn alleen gegevens voor 2013 beschikbaar.

### 3.2 Weersomstandigheden

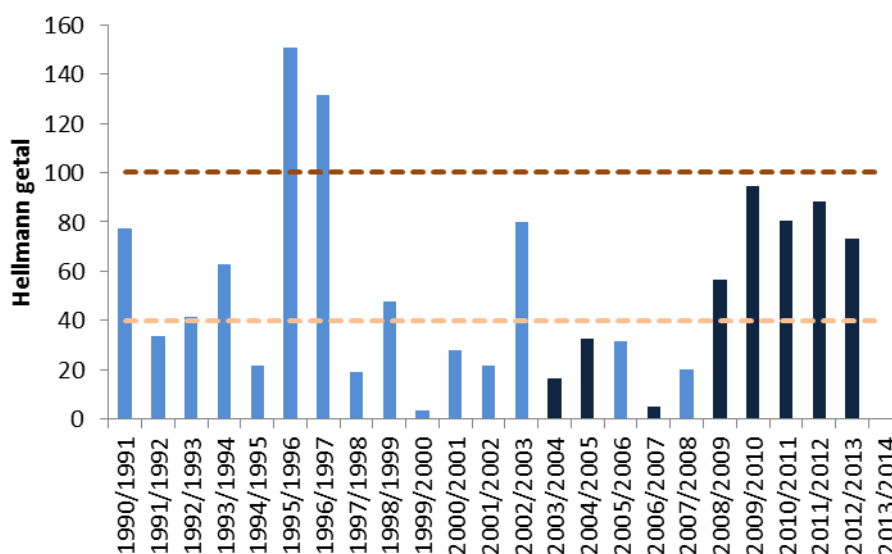
Weersfactoren die van invloed zijn op de ecologie van de Voordelta zijn onder meer strenge winters en zware stormen. Het is bekend dat strenge winters kunnen leiden tot sterfte van bodemdieren en veranderingen in dichtheden en soortensamenstelling.

Sinds 1990 zijn er slechts twee koude winters geweest (1995/1996, 1996/1997), waarin het Hellmann-getal (een maat voor de kou in de maanden november-maart; [www.knmi.nl](http://www.knmi.nl)) boven de 100 kwam. De winters in de monitoringjaren voor PMR-NCV waren normaal, zacht tot zeer zacht of zelfs buitengewoon zacht (Tabel 3.1, Figuur 3.3). In het PMR-NCV project is de temperatuur die gedurende 5 opeenvolgende dagen is onderschreden gebruikt als een van de abiotische variabelen in habitatmodellen voor bodemdieren. Die variabele laat ook duidelijk zien dat 1995/1996 en 1996/1997 koude winters waren, en dat de jaren in de  $T_0$  periode (vooral de winter van 2006/2007) erg zacht waren (Figuur 3.4). In 2013 waren de watertemperaturen in het voorjaar relatief laag.

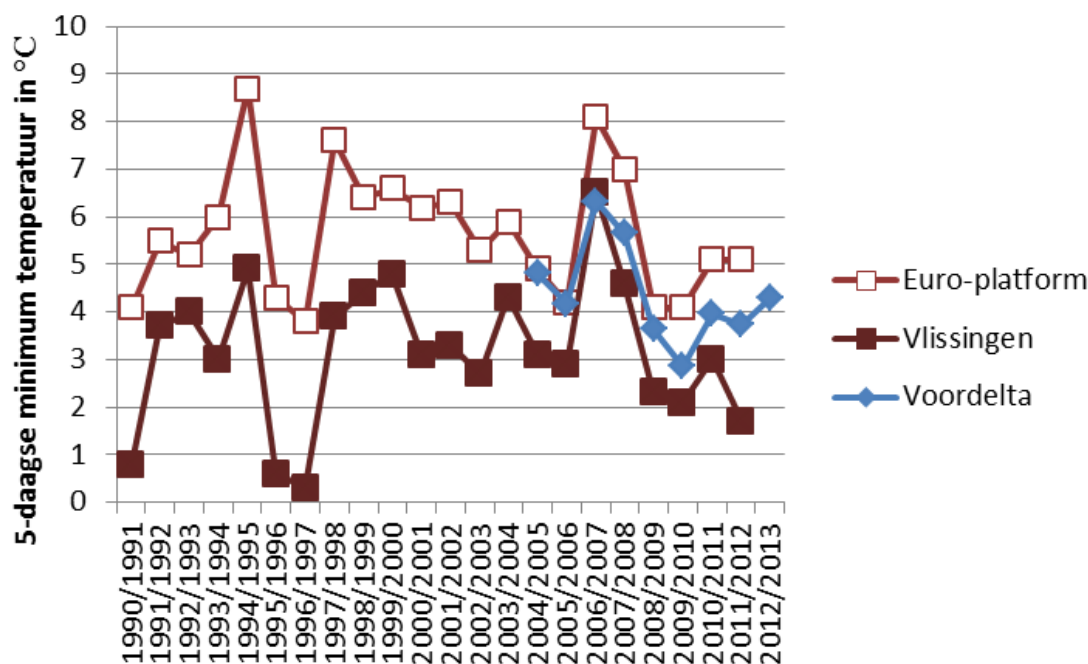
De maximale watertemperaturen laten een minder duidelijk verband met luchttemperatuur zien. De jaren met de hoogste maxima zijn 1994, 1995, 1997 en 2003.

Tabel 3.1 Het Hellmann getal, een maat voor de kou in de wintermaanden november-maart, gedurende de meetjaren van PMR-NCV (bron: [www.knmi.nl](http://www.knmi.nl)).

Winter	Hellmann getal	Classificatie
2003/2004	16,3	zeer zacht
2004/2005	32,4	zacht
2005/2006	31,5	zacht
2006/2007	4,8	buitengewoon zacht
2007/2008	20,3	zacht
2008/2009	56,5	normaal
2009/2010	94,7	normaal
2010/2011	80,6	normaal
2011/2012	88,4	normaal
2012/2013	73,2	normaal
2013/2014	0	buitengewoon zacht



Figuur 3.3 Het Hellmann getal, een maat voor de kou in de wintermaanden november-maart in de periode 1990-2014. De jaren die in het PMR-NCV monitoringprogramma gebruikt zijn als  $T_0$  en  $T_1$  jaren zijn in donkerblauw weergegeven. In 2013/2014 was het Hellmann getal nul.  
 Hellmann getal > 100: koude winter  
 Hellmann getal tussen 40-100: normale winter  
 Hellmann getal < 40: zacht tot buitengewoon zacht



Figuur 3.4 De watertemperatuur die gedurende vijf aaneengesloten dagen is onderschreden op de meetpunten Euro-platform en Vlissingen (MWTl data), en in de Voordelta (gemiddelde voor alle gemodelleerde punten in de Voordelta). MWTl data zijn beschikbaar t/m 2012, model data t/m 2013.

Stormen zijn van invloed op stroomsnelheden en golfhoogtes, en daarmee op bodemschuifspanningen die van invloed zijn op het bodemleven. Zware stormen kunnen leiden tot omwoeling van de bodem in ondiepe delen waardoor bodemdieren worden losgewoeld. Vooral bij lage watertemperaturen kunnen massaal (stervende of dode) schelpdieren aanspoelen op het strand (Cadée 2002; Dannheim & Rumohr 2011). Dagen waarop de uurgemiddelde windkracht minimaal windkracht 9 Bft was, komen met enige regelmaat voor. In de periode 1971-1999 kwamen dit soort stormen gemiddeld zo'n 3,5 maal per jaar voor (KNMI gegevens voor Hoek van Holland). In de jaren vanaf 2000 zijn aanmerkelijk minder van dit soort stormen opgetreden, gemiddeld 2,0 per jaar. In de PMR-NCV monitoringjaren 2004-2007 en 2009-2013 was de frequentie nog lager (gemiddeld 1,0 per jaar). Dit soort stormen kwam voor in februari 2004, november 2005, januari 2007, december 2011, oktober 2013, twee maal in december 2013, juli en oktober 2014.

### Conclusie

De gehele meetperiode van PMR-NCV wordt gekenmerkt door de afwezigheid van koude winters. Vooral de winters van 2006/2007 en van 2013/2014 waren erg zacht. De laatste strenge winter was in 1996/1997. Zware stormen kwamen slechts zeer incidenteel voor.

## 4 Resultaten onderzoek voor MEP vraag 1: Habitat 1110

Dit hoofdstuk geeft een samenvatting van de resultaten van het onderzoek in 2014 aan bodemdieren (Craeymeersch *et al.* 2015) en aan vis (Tulp 2015), en beschrijft de resultaten van de analyse van visserij-intensiteit (Craeymeersch *et al.* 2015). Het betreft zowel resultaten voor de Voordelta (§4.1) als voor de gehele Nederlandse kustzone (§4.2). Ook is een studie uitgevoerd naar mogelijke indicatoren die in het vervolg gebruikt zouden kunnen worden voor de beschrijving van de kwaliteit van H1110 (§4.3; Prins *et al.* 2015). Daarnaast zijn gegevens geanalyseerd om meer inzicht te krijgen in de reguleringsmechanismen in het voedselweb in de Voordelta, die bepalen hoe veranderingen in visserij doorwerken op bodemdieren (§4.4; Van Kooten & Janssen 2015).

### 4.1 Ontwikkeling bodemdierengemeenschap in de Voordelta in 2009-2013

In aanvulling op de eerder gerapporteerde resultaten (Prins *et al.* 2014, Craeymeersch & Escaravage 2014) is de analyse van de bodemdiergegevens uitgebreid met de resultaten van de bodemdierbemonsteringen in 2012 en 2013. De resultaten van box-corer en bodemschaaf zijn gecombineerd voor een beschrijving van de volledige macrobenthos-gemeenschap.

De soortensamenstelling van de bodemdierengemeenschap, beoordeeld aan de hand van de in biomassa meest dominante soorten, is na toevoeging van de resultaten van 2012 en 2013 in grote lijnen gelijk aan wat eerder gerapporteerd is. Schelpdieren vormen de meest dominante groep, en de Amerikaanse zwaardschede *Ensis directus* is het meest dominant in biomassa in de Voordelta.

De trend in biomassa van de meest dominante soorten en de belangrijkste prooi-soorten van zwarte zee-eenden is geanalyseerd over de periode 2004-2013. De analyses laten in een aantal gevallen significante trends zien, waarbij vooral opvalt dat de biomassa van de Amerikaanse zwaardschede met een lengte van 4-9 cm (prooien voor zwarte zee-eenden) is afgenomen in de referentiegebieden ten westen van het bodembeschermingsgebied (RefWest\_zra en RefWest\_zrb) terwijl de biomassa van de witte dunschaal *Abra alba* is toegenomen in die gebieden en in het noordelijk deel van het bodembeschermingsgebied (BB\_zrb), zoals ook al gerapporteerd in de Eindrapportage 1e Fase 2009-2013.

#### 4.1.1 Biomassa en andere parameters

De totale biomassa bodemdieren is in Figuur 4.1 weergegeven. De totale biomassa is berekend uit de gemiddelde biomassa van alle meetlocaties in een deelgebied en geëxtrapoleerd naar het totale oppervlak van die deelgebieden. De totale biomassa in het bodembeschermingsgebied is uitgesplitst in biomassa binnen het 'netto' bodembeschermingsgebied van 24.550 ha en biomassa in een aantal accentnatuurgebieden (4753 ha). Deze accentnatuurgebieden liggen binnen de begrenzing van het bodembeschermingsgebied maar deze gebieden waren al eerder gesloten voor visserij en voor deze gebieden geldt de compensatieopgave niet (VenW 2008, WVL 2014).

De totale biomassa bodemdieren in het bodembeschermingsgebied varieerde in de meeste jaren tussen 10.000-15.000 ton asvrij drooggewicht. In 2013 was de totale biomassa bijna twee maal zo hoog als in andere jaren. In het referentiegebied varieerde de totale biomassa tussen de 10.000-20.000 ton, en was de biomassa het laagst in 2012 en 2013. Tabel 4.1 geeft de mediane en gemiddelde biomassa bodemdieren in het bodembeschermingsgebied en de referentiegebieden. De grote toename in totale biomassa in 2013 is (uiteraard) terug te zien in de stijging van de gemiddelde biomassa, maar de verandering in mediane biomassa is veel minder groot. Dit wijst erop dat de toename in totale biomassa niet wordt veroorzaakt door door een algehele toename in biomassa, maar dat deze zich beperkt tot een deel van

het bodembeschermingsgebied. Dit wordt ook duidelijk uit Figuur 4.2, die laat zien dat de extra hoge biomassa is waargenomen op een beperkt aantal monsterlocaties.

Uit de gegevens blijkt, dat de hoge biomassa in 2013 in het bodembeschermingsgebied is veroorzaakt door toename in de biomassa van *Ensis spp.* In de WOT Schelpdiersurvey wordt het gebied van de Voordelta inclusief de Vlake van de Raan en de Westerscheldemonding bemonsterd in het voorjaar, met de bodemschaaf. Uit de resultaten van die bemonstering blijkt eveneens dat in het voorjaar van 2014 hoge aantallen *Ensis spp.* <12 cm lengte in dat gebied voorkwamen, onder meer door broedval in 2013 (Perdon *et al.* 2014, Craeymeersch *et al.* 2015). In de Schelpdiersurvey wordt alleen het versgewicht bepaald (inclusief de schelp).

Binnen het bodembeschermingsgebied werd lokaal een afname van biomassa waargenomen, namelijk in het mondingsgebied van het Haringvliet, deels binnen de accentnatuurgebieden maar grotendeels in het 'netto' bodembeschermingsgebied. Deze trend was al eerder waargenomen maar zette zich voort in 2012 en 2013 (Figuur 4.2). Dit wordt vooral veroorzaakt door afname in biomassa van de strandgaper *Mya arenaria*.

In de referentiegebieden nam de totale biomassa vooral af in 2012 en 2013 in de gebieden langs de westelijke rand van het bodembeschermingsgebied (RefWest\_zra) en het zuidelijk referentiegebied (RefZuid).

Door middel van een habitatmodel is gecorrigeerd voor de variatie tussen jaren en de ruimtelijke variatie in de biomassa, die wordt veroorzaakt door verschillen in abiotische kenmerken zoals wintertemperatuur, diepte, mediane korrelgrootte van het sediment, stroomsnelheid, en bodemschuifspanning door golven en saliniteit. Een "Before-After-Control-Impact analyse (BACI; zie §4.2.6 in Prins *et al.* (2014)) van de verschillen in gemiddelde biomassa tussen bodembeschermingsgebied en referentiegebied, en tussen  $T_0$  (2004-2005) en  $T_1$  (2009-2013) gaf aan dat er geen significant verschil was in ontwikkeling tussen referentiegebied en bodembeschermingsgebied en dus geen significant effect van het instellen van het bodembeschermingsgebied. Wel was het verschil tussen  $T_0$  en  $T_1$  significant. De BACI analyse is gedaan met getransformeerde biomassa data ( $W^{0.25}$ ). Deze uitkomst wijkt af van het eerdere resultaat met de data voor 2004-2011, toen een afname in het bodembeschermingsgebied werd waargenomen (Prins *et al.* 2014). De hoge biomassa in 2013 (door de toename in *Ensis spp.* biomassa) is de oorzaak van deze verandering in het resultaat van de statistische analyse.

Voor de berekening van het voedselaanbod voor zwarte zee-eenden zijn de meest voorkomende schelpdieren in de Voordelta, die naar verwachting de belangrijkste prooi vormen, geselecteerd, nl.

- de Amerikaanse zwaardschede met een schelpenlengte tussen 40 en 90 mm,
- een aantal andere soorten met een schelpenlengte tussen 15 en 35 mm: witte dunschaal (*Abra alba*), nonnetje (*Macoma balthica*), halfgeknotte strandschelp (*Spisula subtruncata*), rechtsgestreepte platschelp (*Tellina fabula*)

De biomassa van prooien voor zwarte zee-eenden varieert sterk tussen jaren, wat onder meer veroorzaakt wordt doordat de meest dominante soort (*Ensis spp.*) door groei op een gegeven moment te groot wordt en niet meer geschikt is als prooi voor de eenden. De hoogste biomassa's zijn waargenomen in 2004, 2010 en 2011 (Figuur 4.3, Tabel 4.1).

Ook voor deze gegevens is een correctie voor de invloed van abiotische kenmerken uitgevoerd met behulp van een habitatmodel, en is een BACI analyse uitgevoerd. De eerdere analyse met de gegevens over 2004-2011 (Prins *et al.* 2014, Craeymeersch & Escaravage 2014) wees uit dat er geen significant effect was van het instellen van het bodembeschermingsgebieden en geen significante trend in de tijd van de totale biomassa van prooien van zwarte zee-eend. De nieuwe analyse met de periode 2004-2013 wijst uit dat

er een statistisch significant effect is van het instellen van het bodembeschermingsgebied, doordat de biomassa van prooien voor zwarte zee-eenden in het referentiegebied is afgenomen.

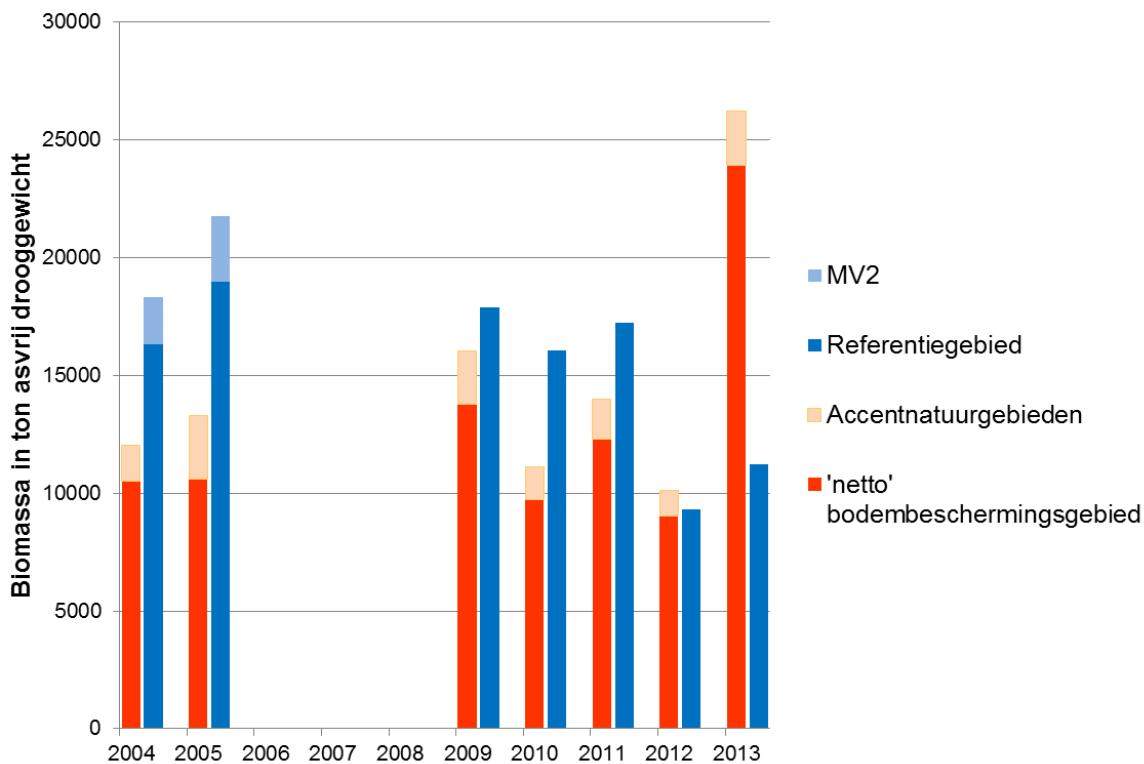
Voor nog een aantal andere parameters is een BACI analyse uitgevoerd, nl. het aantal soorten, de productie van de groep bodemdieren die het meest gevoelig is voor verstoring (K2 strategen, zie ook §3.1.2), het gemiddeld individueel gewicht van bodemdieren, het aandeel grote soorten bodemdieren en de maximale schelpenlengte van de Amerikaanse zwaardschede. Van deze 5 parameters gaven 2 een statistisch significant effect, nl. het gemiddeld individueel gewicht en de maximale schelpenlengte van de Amerikaanse zwaardschede. Dit resultaat is hetzelfde als in de vorige rapportage (Prins *et al.* 2014, Craeymeersch & Escaravage 2014), en wordt veroorzaakt door een sterke afname in het individueel gewicht en een afname in schelpenlengte in het bodembeschermingsgebied. Deze verschillen worden in belangrijke mate veroorzaakt door veranderingen in de soortensamenstelling en de leeftijdsopbouw van de bodemdieren, zoals het optreden van broedval en groei van de Amerikaanse zwaardschede.

Voor het aandeel grote soorten werd in de vorige rapportage nog een statistische significant effect gevonden, dat is nu niet meer het geval.

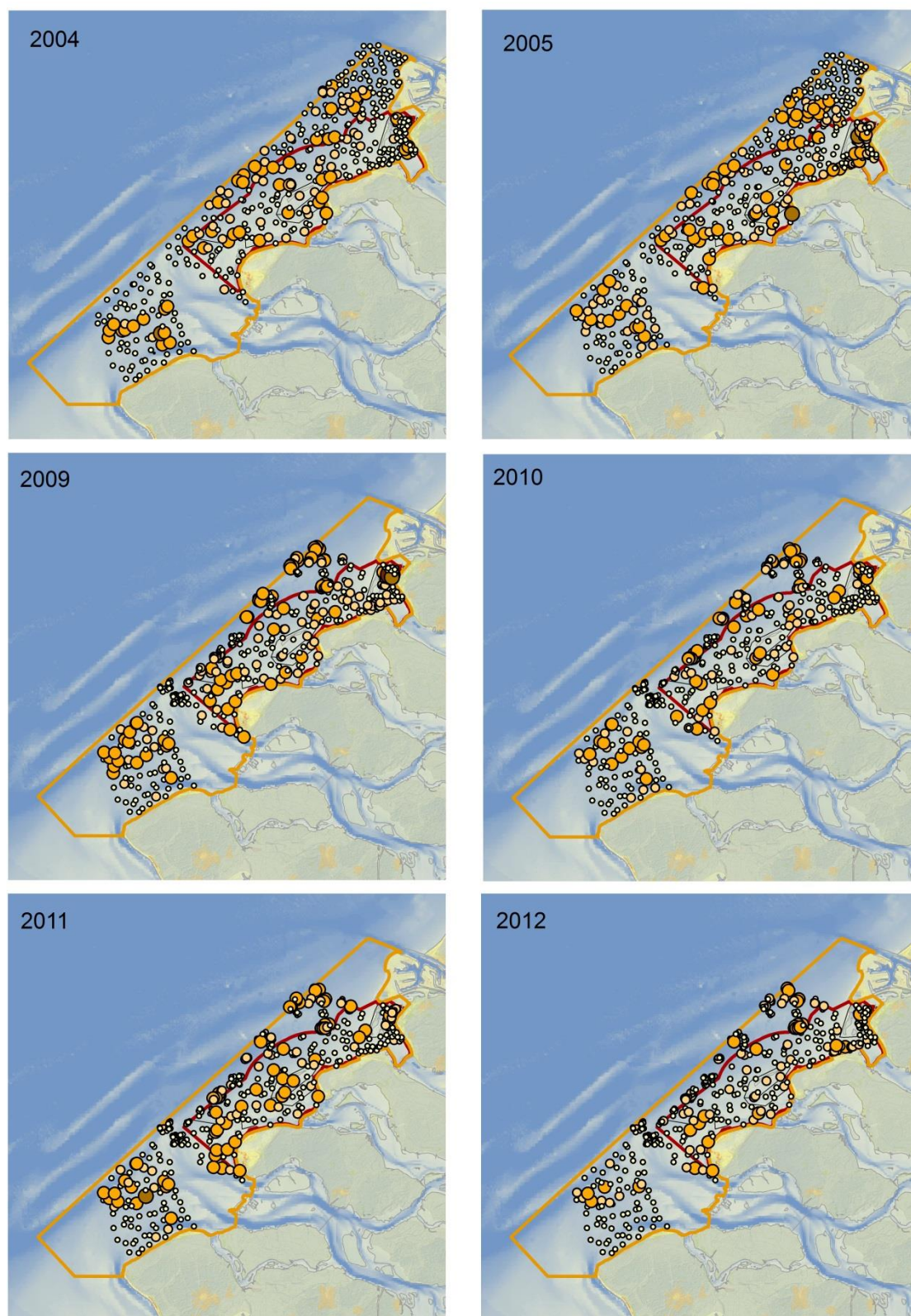
Omdat, zoals al eerder geconstateerd, de verschillen in intensiteit van boomkorvisserij tussen de periode vóór en na sluiten van het bodembeschermingsgebied, en tussen bodembeschermingsgebied en de rest van de Voordelta, gering zijn, zijn bovengenoemde verschillen in bodemdierparameters niet toe te schrijven aan effecten van het uitsluiten van visserij uit het bodembeschermingsgebied. Bovendien zijn de verschillen tegengesteld aan de verwachting over een effect van verminderde visserij-intensiteit, nl. een toename van het individueel gewicht en van de schelpenlengte doordat meer grote en langerlevende dieren overleven.

Tabel 4.1 Mediane en gemiddelde biomassa van bodemdieren en van prooien voor zwarte zee-eend (g asvrij drooggewicht/m<sup>2</sup>) in bodembeschermingsgebied (BBG) en referentiegebied (REF).

Jaar	Totale biomassa (g asvrij drooggewicht/m <sup>2</sup> )				Biomassa prooien voor zwarte zee-eend (g asvrij drooggewicht/m <sup>2</sup> )			
	BBG		REF		BBG		REF	
	mediaan	gem.	mediaan	gem.	mediaan	gem.	mediaan	gem.
2004	15,9	39,8	5,5	41,6	0,2	9,0	0,1	11,4
2005	25,6	54,4	18,2	50,2	0,6	4,4	0,3	5,4
2009	41,2	59,6	24,0	51,4	0,7	3,9	0,3	3,5
2010	23,9	38,1	17,8	46,1	0,2	5,2	0,0	11,8
2011	14,0	44,1	13,5	48,7	0,3	16,0	0,0	8,2
2012	21,1	33,6	9,4	29,2	0,5	4,8	0,0	1,3
2013	20,3	73,4	11,6	36,6	0,1	2,5	0,0	0,7

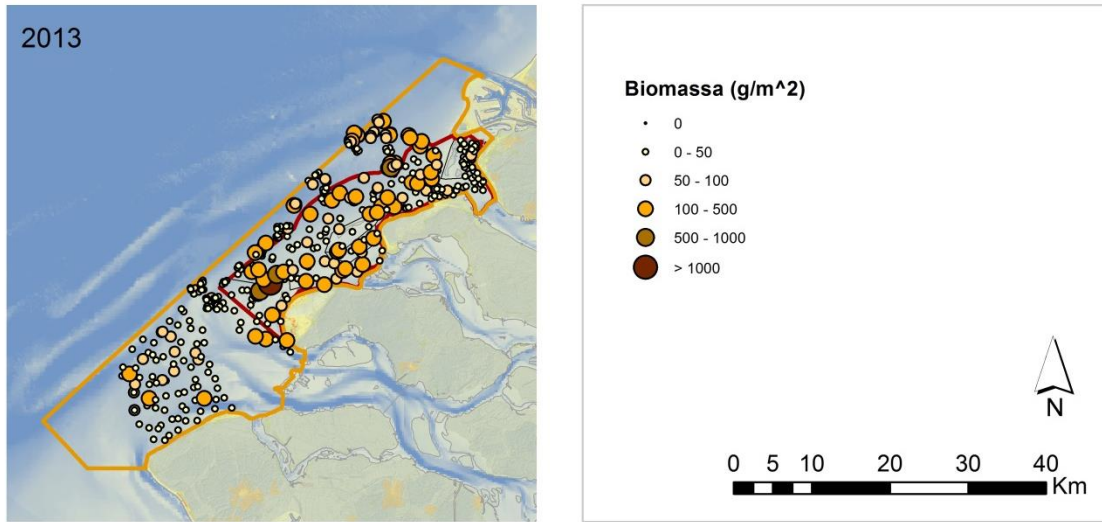


Figuur 4.1 Totale biomassa van bodemdieren (ton asvrij drooggewicht) in bodembeschermingsgebied en referentiegebied

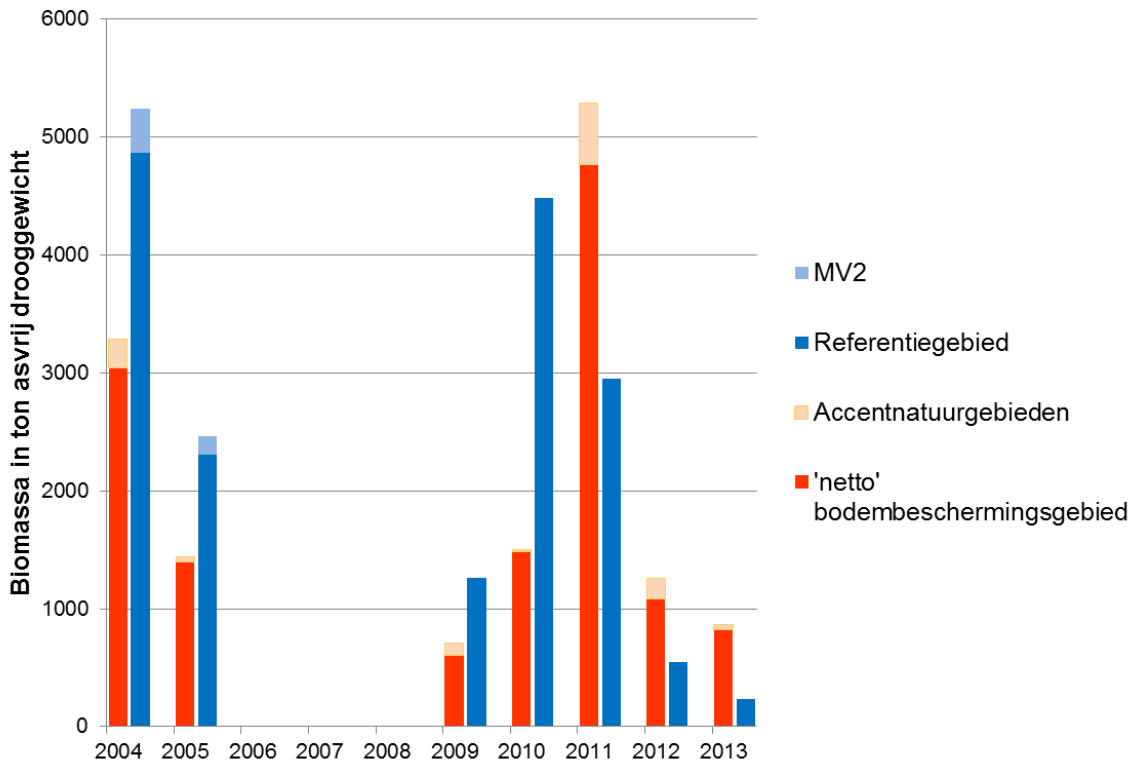


bron: Topografie (AHN1 - RWS DID, bathymetrie - RWS DID), Nederland (Rijkswaterstaat Noordzee), Overige kaarten (Rijkswaterstaat Data en ICT Dienst (DID))

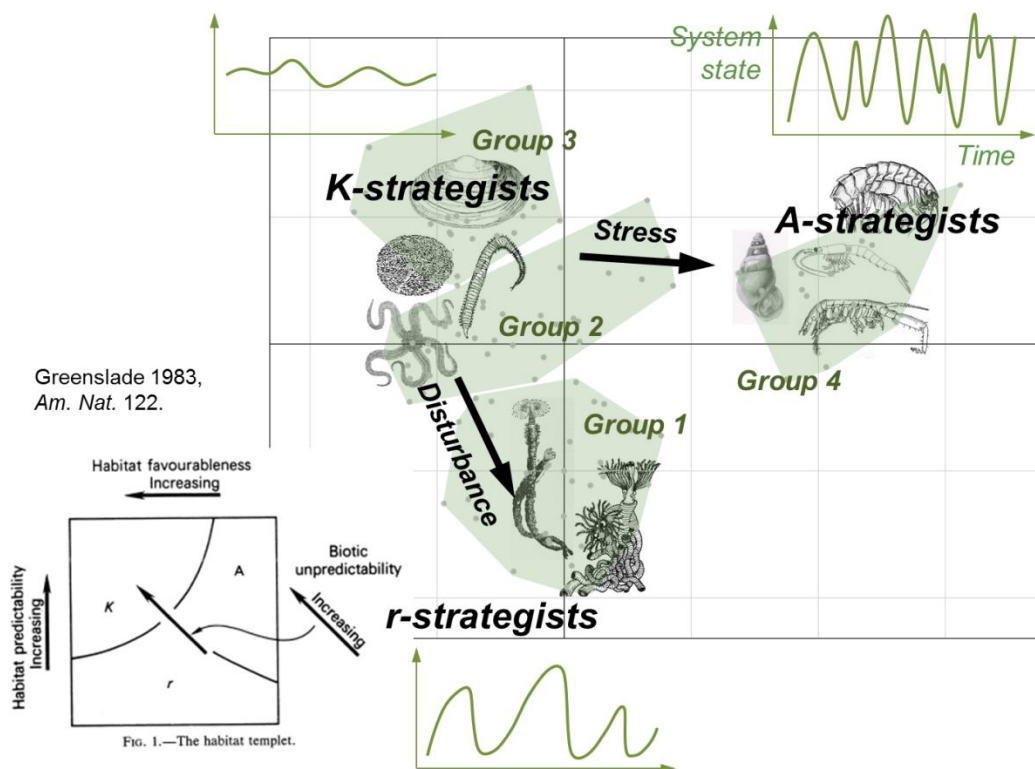
*Figuur 4.2a Gemiddelde biomassa van bodemdieren per monsterlocatie in 2004-2012 (voor legenda, zie volgende pagina)*



Figuur 4.2b Gemiddelde biomassa van bodemdieren per monsterlocatie in 2013



Figuur 4.3 Totale biomassa van bodemdieren als prooiën voor zwarte zee-eenden (ton asvrij drooggewicht) in bodembeschermingsgebied en referentiegebied



Figuur 4.4. Onderverdeling van bodemdiersoorten in 4 groepen, op basis van 13 biologische eigenschappen voor 172 bodemdieren taxa (Beauchard & Herman 2015).

- 4.1.2 Onderscheid in gevoeligheid voor verstoring van verschillende bodemdiergroepen
- Voortbouwend op eerder werk zijn de bodemdieren met een *Biological Traits Analysis* op grond van 13 biologische kenmerken onderverdeeld in 4 groepen (Figuur 4.4) met verschillende gevoeligheid voor verstoring (Craeymeersch & Escaravage 2014, Craeymeersch *et al.* 2015, Beauchard & Herman 2015). Een belangrijk aspect daarbij is het onderscheid tussen enerzijds 'disturbance' (een onregelmatig voorkomende verstoring met daarom een lage voorspelbaarheid van omgevingsfactoren) en anderzijds 'stress' (een regelmatig voorkomende verstoring met daardoor beter voorspelbare omgevingsfactoren). In de bodemdierengemeenschap is onderscheid gemaakt tussen
- K-strategen: typerend voor een omgeving met weinig verandering; groot, langlevend, trage groei, op relatief late leeftijd reproductief
  - r-strategen: typerend voor een omgeving met verstoring; kortlevend, snel reproductief
  - A-strategen: typerend voor een omgeving met stress; klein, kortlevend, continue en snelle voortplanting

Een bodemdierengemeenschap zal altijd bestaan uit een mix van soorten die tot verschillende groepen in de r-K-A typering behoren. De K-strategen die het meest gevoelig zijn voor verstoring, zijn onderscheiden in 2 groepen, K1 (relatief minder gevoelig) en K2 (relatief meer gevoelig). De verwachting is dat verstoring door visserij leidt tot een relatieve verschuiving in de soortensamenstelling, van K-strategen naar r-strategen of zeer tolerante A-strategen. Verschillen in de intensiteit van de visserij in verschillende delen van de Voordelta en verschillende jaren zouden naar verwachting moeten leiden tot verschuivingen in de aandelen van de verschillende groepen.

Er zijn daarom specifiek gebieden met een relatief hoge intensiteit van boomkorvisserij of garnalenvisserij in een aantal jaren geselecteerd, die vergeleken zijn met gebieden die zo vergelijkbaar mogelijk zijn in abiotische omstandigheden maar zonder visserij. Ook bij deze analyse moet rekening gehouden worden met het optreden van natuurlijke verstoring als gevolg van golfwerking en stroming. De gebieden met hoge natuurlijke verstoring liggen vooral in de ondiepe strook dicht voor de kust. Er is, in ieder geval voor een deel, een overlap met gebieden waar de garnalenvisserij het meest intensief is (zie Figuur 4.6).

De analyse van de bodemdiergemeenschap aan de hand van de r-, K-, A- kenmerken is nog niet afgerond. Er is een vergelijking gemaakt van de trend over 2004-2013 in afgebakende deelgebiedjes in de Voordelta met in een aantal jaren intensievere visserij (boomkor- of garnalen-). In een deel van het zuidelijk referentiegebied was vooral in 2004 nog relatief intensieve boomkorvisserij op platvis aanwezig. In het noordelijk deel van het bodembeschermingsgebied is de laatste jaren de garnalenvisserij in intensiteit toegenomen. De vergelijking van deze gebieden met vergelijkbare gebieden zonder visserij, leverde geen eenvoudig te interpreteren patronen op. Wat bij de interpretatie van deze eerste resultaten mogelijk een rol speelt, is het feit dat er slechts een beperkt aantal monsterlocaties en een beperkt aantal jaren in de analyse kan worden meegenomen. Daarnaast zijn andere factoren als de historie (visserij-intensiteit in voorgaande jaren) en stochastische processen als broedval van invloed.

#### 4.1.3 Relatie tussen veranderingen in visserij-intensiteit en de bodemdiergemeenschap

De analyse van de relatie tussen visserij-intensiteit van boomkorvisserij op platvis en van garnalenvisserij, en verschillende parameters voor de bodemdieren, is opnieuw uitgevoerd, uitgebreid met de gegevens voor 2012 en 2013. De visserij-intensiteit wordt afgeleid van VMS (Vessel Monitoring System) data. Daaruit wordt een frequentie van bevissing per jaar op een locatie berekend (Hintzen *et al.* 2014).

Het al vastgestelde patroon in visserij verandert niet: In de hele Voordelta neemt de visserij-intensiteit van boomkorkotters 260-300 pk af. In de periode 2004-2006 was de daling vooral goed zichtbaar in het noordelijke deel van de Voordelta. Daarna werd de daling in de gehele Voordelta steeds duidelijker, als laatste in het zuidelijke deel van het zuidelijk referentiegebied (Figuur 4.5). Garnalenvisserij vindt verspreid door de hele Voordelta plaats en het ruimtelijke patroon verschilt van jaar tot jaar (Figuur 4.6). Relatief intensief bevist zijn het gebied ten westen van Maasvlakte 2, het bodembeschermingsgebied tussen Bollen van de Ooster en Hinderplaat, het bodembeschermingsgebied tussen Bollen van het Nieuwe Zand en Bollen van de Ooster, en het midden van het zuidelijk referentiegebied. Het zwaartepunt is verschoven tussen deze gebieden, en sinds 2009 ligt het zwaartepunt in het bodembeschermingsgebied tussen Bollen van de Ooster en Hinderplaat.

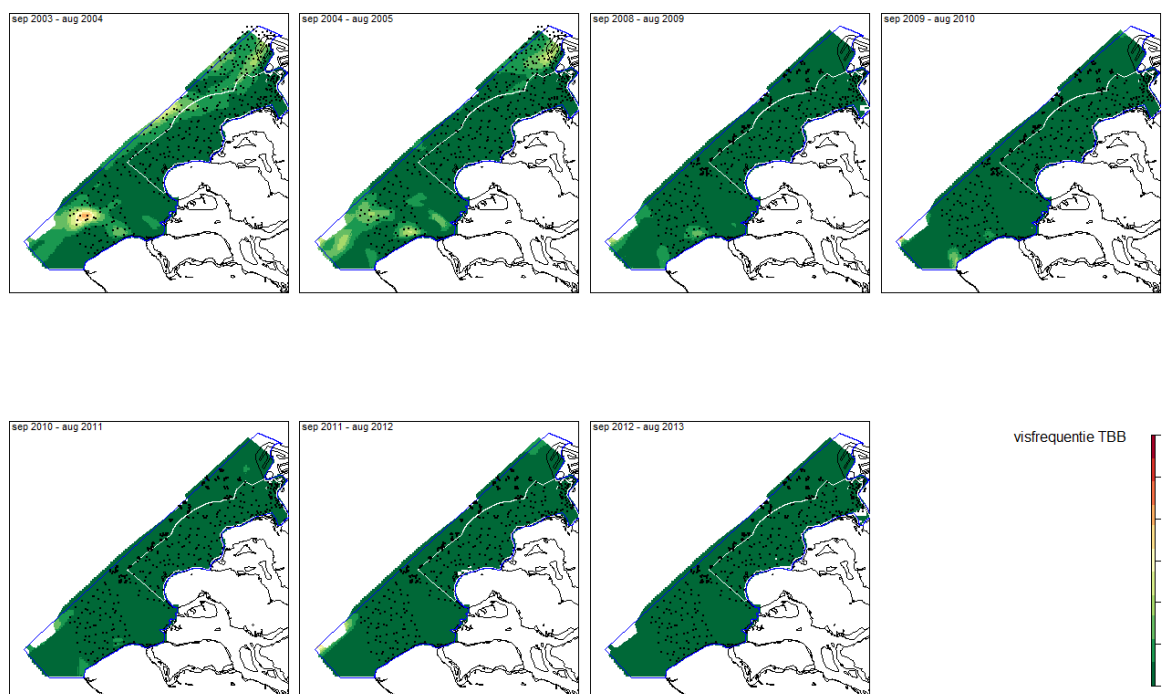
De boomkorvisserij op platvis was vrijwel alleen aanwezig in 2004 en 2005 in het zuidelijk deel van de Voordelta (Figuur 4.5) buiten het Bodembeschermingsgebied. De hoogste visserij-intensiteit op bodemfauna monsterlocaties was 4,0 maal per jaar bevist in 2004 en 2,4 maal in 2005. In latere jaren was de hoogste intensiteit <1,0.

De garnalenvisserij concentreerde zich in 2012 en 2013 sterk in het noordelijk deel van het bodembeschermingsgebied (Figuur 4.6), met als hoogste visserij-intensiteit 4,9 maal per jaar bevist in 2012 en 5,8 maal in 2013.

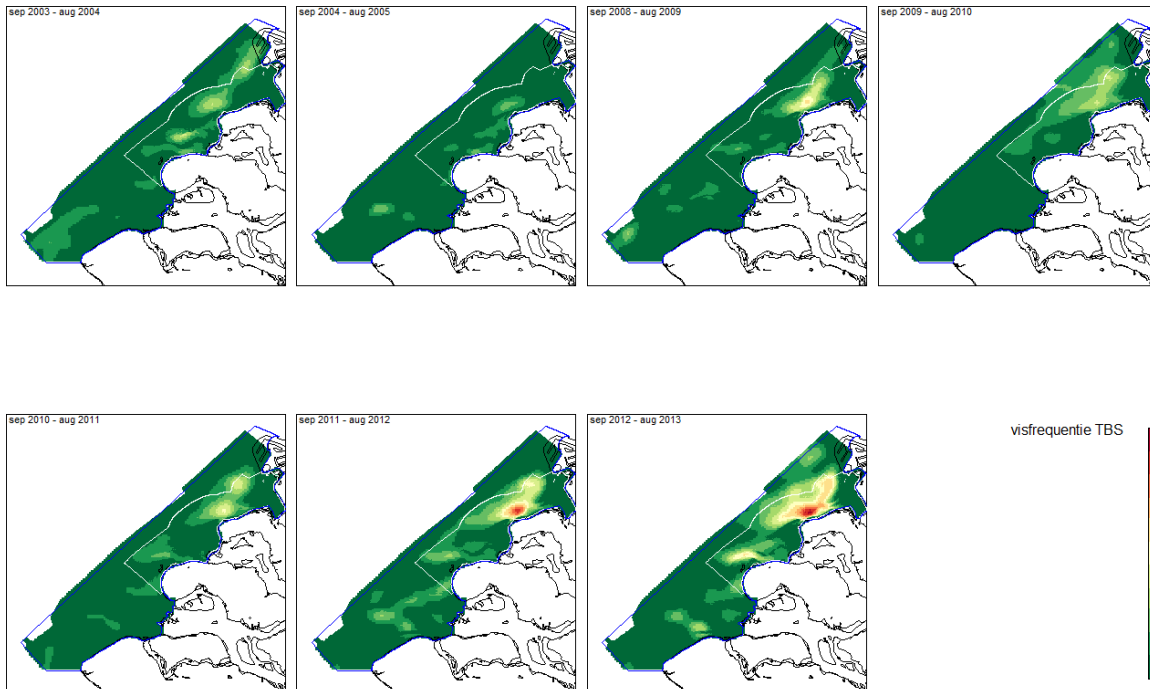
In de analyses is onderzocht in welke mate abiotische kenmerken en visserij-intensiteit verklarend zijn voor verschillen in bodemdierparameters. Er is gekeken naar totale biomassa, aantal soorten, de productie van K2-strategen (de meest visserij-gevoelige soorten) en naar een aantal parameters voor de grootteverdeling van het benthos.

In het zuidelijk referentiegebied, waar de verandering in intensiteit van boomkorvisserij het grootst is geweest, wordt een significante positieve correlatie gevonden tussen boomkorvisserij en totale biomassa, gemiddeld individueel gewicht en aandeel grote soorten (dus een toename van biomassa, gewicht en aandeel grote soorten bij toenemende visserij-intensiteit). Dit kan veroorzaakt zijn doordat gelijktijdig met de afname in boomkorvisserij in dit gebied, veranderingen in de bodemdierengemeenschap zijn opgetreden. Voor de gehele Voordelta is het verband niet significant, en er is ook geen plausibel verklarend mechanisme voor het gevonden positieve verband.

De productie van K2-strategen (de meest visserij-gevoelige soorten) vertoont een negatief verband met de intensiteit van boomkorvisserij, zowel in het zuidelijk referentiegebied als in de gehele Voordelta. Deze parameter toont ook een significant negatief verband met garnalenvisserij in de gehele Voordelta. Dit komt overeen met de verwachtingen over het effect van visserij op deze groep bodemdieren; zoals in §4.1.2 besproken is de verwachting dat meer visserij leidt tot een afname van K-strategen.



**Figuur 4.5** Jaarlijkse ruimtelijke verspreiding van de visserijdruk (uitgedrukt als aantal malen bevist per jaar) van de Eurokotter boomkorvisserij op **platvis** in de periode september 2003 t/m augustus 2013. Een hoge intensiteit is in rood weergegeven, een lage in groen. De zwarte punten geven de locaties van de benthosbemonstering weer in respectievelijk de jaren 2004, 2005, 2009, 2010, 2011, 2012 en 2013.

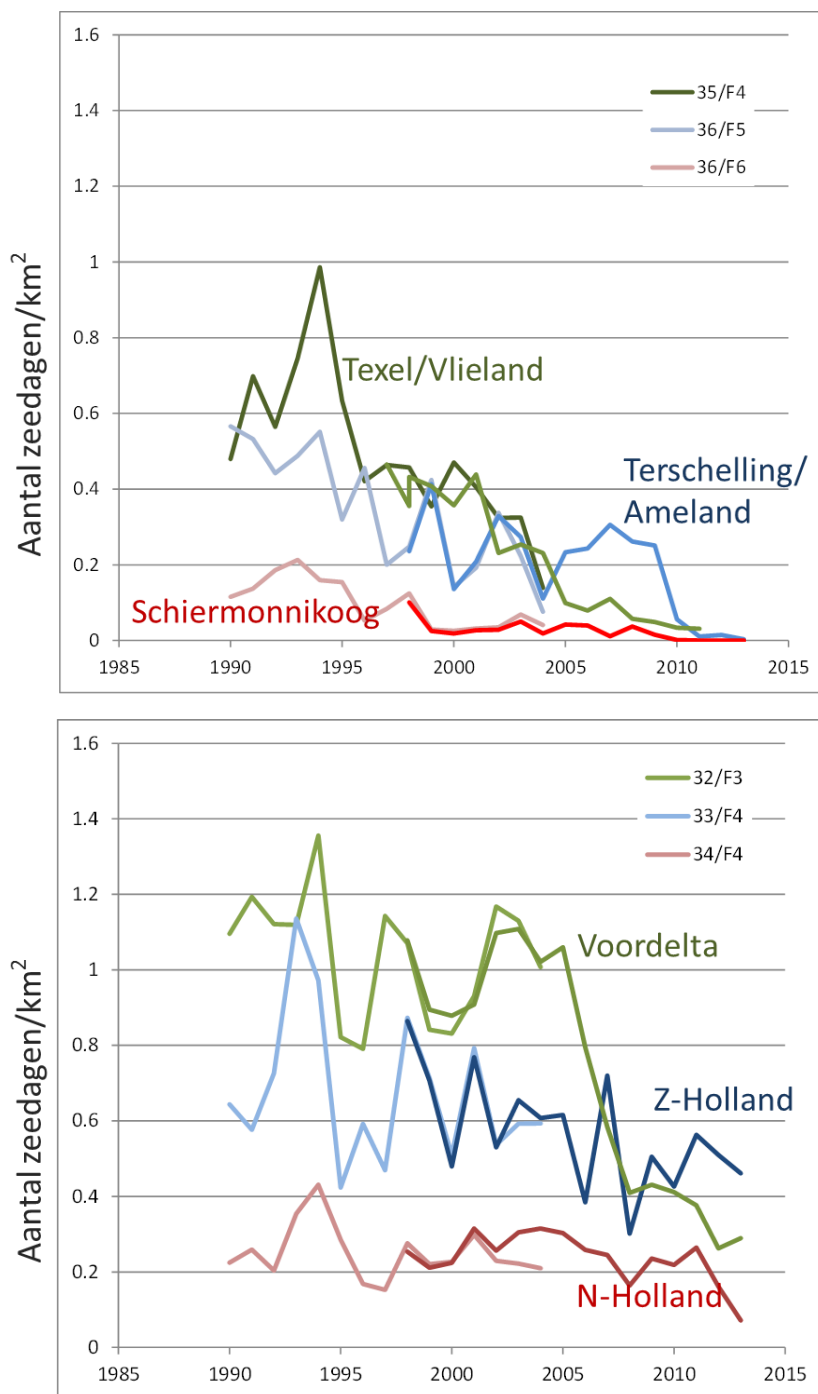


Figuur 4.6 Jaarlijkse ruimtelijke verspreiding van de visserijdruk (uitgedrukt als aantal malen bevist per jaar) van de Eurokotter visserij op **garnalen** in de periode september 2003 t/m augustus 2013. Een hoge intensiteit is in rood weergegeven, een lage in groen. De zwarte punten geven de locaties van de benthosbemonstering weer in respectievelijk de jaren 2004, 2005, 2009, 2010, 2011, 2012 en 2013.

## 4.2 Lange termijn trends in de Nederlandse kustzone

### 4.2.1 Visserij

Een analyse uitgevoerd in 2014 voor de periode vanaf 1990, waarbij ook andere delen van de Nederlandse kuststrook in beschouwing zijn genomen, laat zien dat ook buiten de Voordelta de intensiteit van boomkorvisserij op platvis sterk in intensiteit is afgenomen (Craeymeersch *et al.* 2015). In alle ICES-vakken langs de Nederlandse kust is de visserij-intensiteit afgenomen (Figuur 4.7). In een aantal vakken bij de Waddeneilanden is al eind jaren negentig een sterke afname opgetreden. Voor de Hollandse kust is de afname meer geleidelijk. In de Voordelta trad een sterke afname op na 2005. Voor 2005 was de visserij-intensiteit in de Voordelta (uitgedrukt als aantal zeedagen per km<sup>2</sup>) hoger dan in de andere delen van de Nederlandse kuststrook.



Figuur 4.7 Visserij-intensiteit in zes onderzochte ICES vakken, gebaseerd op VIRIS (1990-2004) en Visstat (1998-2013) data. Verschillen tussen VIRIS en Visstat komen doordat de ICES gebieden niet altijd correct zijn ingevuld. Figuur boven: ICES vakken 35F4 (kust Texel/Vlieland), 36F5 (kust Terschelling/Ameland), 36F6 (kust Schiermonnikoog/Borkum). Figuur onder: ICES vakken 32F3 (Voordelta), 33F4 (kust Zuid-Holland) en 34F4 (kust Noord-Holland)

#### 4.2.2 Bodemdieren

Gebruik makend van de resultaten van de WOT schelpdiersurvey, die jaarlijks in het voorjaar langs de gehele Nederlandse kust wordt uitgevoerd (zie o.a. Goudswaard *et al.* 2013, Perdon *et al.* 2014), zijn de lange termijn trends van dichtheden van bodemdieren over de periode 1995-2014 geanalyseerd. Het doel van deze analyse was om de resultaten van de monitoring van PMR-NCV in een breder kader te plaatsen door allereerst een vergelijking te maken met de langere termijn trend in de Voordelta en elders, en daarnaast door na te gaan of in deze data een relatie gelegd kon worden met veranderingen in de visserij.

De resultaten laten in veel gevallen een vergelijkbare trend langs de gehele Nederlandse kust zien, zoals een afname van de halfgeknotte strandschelp *Spisula subtruncata*, een sterke toename vanaf 2000 van de Amerikaanse zwaardschede *Ensis directus*, een toename van de otterschelp *Lutraria lutraria* (minder sterk in de Voordelta dan in de rest van de kustwateren) en de laatste paar jaar een toename van de witte dunschaal *Abra alba*. Andere soorten laten minder duidelijke of minder algemeen voorkomende trends zien. De gewone slangster *Ophiura ophiura* is sinds 2006 in de Voordelta toegenomen.

Vergelijking van de trends in schelpdierdichtheden met de trends in visserij-intensiteit in de verschillende gebieden (Figuur 4.7) leverde geen duidelijke en eenduidige verbanden op. Gelijksoortige veranderingen in schelpdierdichtheden vinden langs de gehele kust plaats, en daarin zijn geen verschillen tussen de verschillende kustgebieden die gerelateerd kunnen worden aan veranderingen in visserij in die gebieden. Een analyse van de veranderingen in de schelpdierdichtheden, waarbij naast visserij ook rekening wordt gehouden met veranderingen in andere omgevingsvariabelen zoals meteorologie en stijgende zeewatertemperaturen, de langjarige fluctuaties in broedval, enz. zou waarschijnlijk nodig zijn om tot betere verklaring van de waargenomen trends te komen (Craeymeersch *et al.* 2015). Daarnaast speelt het probleem dat dit een analyse op grote ruimtelijke schaal betreft, terwijl de verspreiding van schelpdieren en van visserij een grote variatie kent op een veel kleinere ruimtelijke schaal. Dit leidt tot onzekerheid over de vraag in hoeverre de visserij-intensiteit op het niveau van ICES vakken representatief is voor de visserij-intensiteit op de WOT monsterlocaties.

#### 4.2.3 Vissen

Voor de monitoring van vis in de Voordelta is in 2014 gebruik gemaakt van de Demersal Fish Survey (DFS). De DFS wordt ieder najaar uitgevoerd. Het doel van de survey is het schatten van de hoeveelheid jonge schol, tong, garnalen en niet-commerciële bodemvisbestanden in de belangrijkste kinderkamergebieden voor schol en tong (Waddenzee, Westerschelde, Oosterschelde, en de Noordzee kustzone). Het doel van deze analyses was gelijk aan dat van de analyse van de schelpdiersurvey: een vergelijking maken van de resultaten van de PMR-NCV monitoring met lange termijn veranderingen in de Voordelta en andere delen van de Nederlandse kustwateren. Ook is nagegaan of er een relatie gelegd kon worden met veranderingen in de visserij, waarbij de verwachting was dat veranderingen dan vooral vanaf het jaar 2000 zouden gaan optreden met het verminderen van de visserijdruk (Figuur 4.7).

Onderzochte parameters waren: de totale visbiomassa, trends in dichtheden van individuele soorten, de gemiddelde grootte van vis per soort en de samenstelling van de visgemeenschap.

Het patroon in totale visbiomassa in de Voordelta houdt gelijke tred met dat langs de Hollandse kust en de Westerschelde. In het laatste decennium is in alle drie de gebieden een toename aan visbiomassa te zien, die alleen voor de Hollandse kust ook significant is. In de Waddenzee en langs de waddenkust is die toename niet te zien.

Naast veranderingen in visserij, kunnen ook andere omgevingsfactoren een rol spelen. Het feit dat de toename vanaf 2000 hetzelfde patroon in de Westerschelde liet zien en dat de

toename niet zichtbaar was langs de waddenkust, wijst eerder op een andere oorzaak dan de afname in visserijdruk.

Er hebben zich grote veranderingen in dichtheden van individuele vissoorten voorgedaan. In de Voordelta is er voor 10 soorten een significante toename in de laatste 10 jaar, terwijl 1 soort sterk afneemt (Tabel 4.2). Dat patroon is erg vergelijkbaar met de Hollandse kust en de Westerschelde: 11 soorten die toenemen, waarvan 6 resp. 5 dezelfde soorten als in de Voordelta.

Er zijn duidelijke veranderingen in de soortensamenstelling van de visgemeenschap opgetreden, waarbij in de Voordelta een geleidelijke verschuiving van marien juveniele soorten (soorten die in de kustwateren opgroeien zoals schol, tong, wijting, haring, sprout) naar residente soorten (bijv. vijfdradige meun, zeedonderpad, puitaal, grondels) is opgetreden. Dit is ook in andere delen van de Nederlandse kustwateren waargenomen.

Een duidelijk verband tussen de veranderingen in visserij en veranderingen in de visgemeenschap op basis van de DFS gegevens kon niet aangetoond worden. Wat daarbij een rol speelt is de grote natuurlijke variatie als gevolg van variatie in aanwas, het feit dat de visserij overal in het kustwater is afgenomen, en veranderingen die in dezelfde periode optreden in andere omgevingsfactoren. Bij dat laatste kan onder meer gedacht worden aan ingrepen als zandsuppleties, veranderingen in zeewatertemperatuur, nutriëntenaanvoer en predatiedruk door zeezoogdieren en zeevogels. Het aantonen van een correlatie tussen vermindering van visserijdruk en patronen in de visfauna is daarmee niet mogelijk. Een sterk complicerende factor is ook dat de garnalenvisserij zich vooral in de kustgebieden concentreert en daar mogelijk patronen als gevolg van het verdwijnen van de boomkorvisserij beïnvloed heeft.

Tabel 4.2 Trends (dichtheden in n/ha) in 2005-2014 per soort en voor de totale visbiomassa. ++=sterke toename, +=matige toename, --=sterke afname, -=matige afname, 0=stabiel, ?=onzekere trend (classificatie volgens Soldaat et al. (2007)).

	Eems-Dollard	Wadden-zee Oost	Wadden-zee West	wadden-kust	Hollandse kust	Voordelta	Ooster-schelde	Wester-schelde
aal	?	--	?	?	?	?	--	--
haring	?	?	?	?	?	?	++	++
sprot	?	?	?	?	?	?	?	--
spiering	?	++	?	++	?	++	++	++
kabeljauw	--	?	?	?	?	?	?	--
dwergbolk	?	?	?	--	?	?	?	?
steenbolk	?	?	--	?	?	?	-	?
wijting	--	?	?	?	?	?	?	?
vijfdradige meun	?	?	?	++	++	++	?	?
puitaal	--	++	--	?	?	?	?	++
zeenaalden	?	?	?	++	?	++	++	++
rode poon	++	++	?	?	++	?	?	?
zeedonderpad	?	?	?	?	++	++	?	++
harnasmannetje	?	?	?	?	++	?	-	?
slakdolf	?	?	?	++	++	++	?	++
zeebaars	?	++	?	?	?	--	++	?
kleine pieterman	?	?	?	?	?	?	++	++
botervis	?	?	?	++	++		++	
zandspieringen	?	++	++	?	++	++	?	++
smelt	?	?	?	?	++	++	++	?
gewone pitvis	?	?	?	?	?	?	--	?
grondels	?	?	?	?	?	++	?	?
tarbot	?	++	?	?	?	?		?
griet	+	++	?	?	?	?	?	++
schurftvis	?	+	?	?	++	++	?	
schar	?	?	--	?	?	?	?	?
bot	++	?	?	?	+	?	?	++
schol	?	?	?	--	?	?	?	++
tong	--	?	--	--	?	++	--	?
dwergtong			?	?	++	?	?	?
totale visbiomassa	?	?	?	?	+	?	--	?

### 4.3 Indicatoren voor habitatype H1110

Voor de beschrijving van de kwaliteit van habitatype H1110 is bij aanvang van PMR-NCV gebruik gemaakt van het destijds beschikbare profieldocument (LNV 2008). In 2014 is een nieuw profieldocument voor habitatype H1110 gepubliceerd (EZ 2014). Daarin wordt een aangepaste beschrijving gegeven van de kwaliteitskenmerken van H1110.

Daarnaast worden indicatoren voor de bodemgemeenschap ontwikkeld in het kader van de Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM), en zijn al eerder indicatoren voor bodemdieren ontwikkeld voor de Kaderrichtlijn Water (KRW). De resultaten uit PMR-NCV hebben tot de conclusie geleid dat biomassa van bodemdieren niet de meest geschikte parameter is om verandering van de kwaliteit van H1110 als gevolg van de compensatiemaatregel te monitoren.

Om die reden zijn discussies met experts gevoerd en is een desk study uitgevoerd naar mogelijke indicatoren voor de kwaliteit van H1110, die 1) aansluiten op de nieuwe profielbeschrijving, 2) gevoelig zijn voor verandering in bodemberoering en 3) het mogelijk maken kwaliteitsverbetering vast te stellen (Prins *et al.* 2015). Als randvoorwaarde gold dat de indicatoren gebruik moeten kunnen maken van de bestaande monitoring-data, en zo veel mogelijk moeten aansluiten op de lopende ontwikkeling van indicatoren in nationaal en internationaal verband.

Het is mogelijk een aantal indicatoren te kiezen die in zekere mate passen binnen de gestelde randvoorwaarden. Op basis van de al lopende analyse van visserij-intensiteiten op basis van VMS kan een indicator gebruikt worden die de fysische verstoring van de bodem beschrijft. Deze indicator sluit aan op een indicator voor integriteit van de zeebodem die in ontwikkeling is voor de KRM. Met de beschikbare benthos-data kan een aantal indicatorsoorten gekozen worden die voorgesteld zijn voor toepassing binnen de KRM ('slimme soorten'; Wijnhoven *et al.* 2013). Het is echter onzeker of deze soorten werkelijk gevoelig zijn voor veranderingen in visserij. Daarnaast lijkt de beschrijving van de bodemdiergemeenschap in r-, K- en A-strategen (zie §4.1.2) geschikt om de veranderingen te monitoren. Echter, deze benadering is nog in ontwikkeling. Het is nog onzeker hoe gevoelig deze is voor de veranderingen in visserij die in de Voordelta zijn opgetreden, en op wat voor termijnen een respons te verwachten zou zijn.

Geadviseerd wordt om voor de beschrijving van de veranderingen in de Voordelta gebruik te maken van de bovengenoemde selectie van indicatoren, die in combinatie inzicht kunnen verschaffen in de veranderingen in kwaliteit van H1110. Daarnaast verdient het aanbeveling om lopende ontwikkelingen rond indicatoren, zoals in het kader van de KRM, te blijven volgen, zodat nieuwe inzichten toegepast kunnen worden in PMR-NCV.

### 4.4 Reguleringsmechanismen in de kustzone

Bij de formulering van de compensatiemaatregel is er van uit gegaan dat het weren van de boomkorvisserij zou leiden tot een toename van biomassa van bodemdieren. De inzichten over hoe visserij doorwerkt in het voedselweb zijn inmiddels veranderd. Hoe de bodemfauna verandert hangt af van het proces dat de bodemdierbiomassa reguleert (Van Denderen *et al.* 2013).

Als er sprake is van "bottom-up" regulering, worden veranderingen in bodemdierenbiomassa bepaald door veranderingen in het voedselaanbod. In een dergelijke situatie leidt hogere toevoer van voedingsstoffen naar zee tot hogere algengroei, daarmee tot meer voedsel voor bodemdieren en toename van de bodemdierenbiomassa. Die verhoging van bodemdierenbiomassa kan dan ook weer doorwerken in verhoging van de visstand. Vermindering van visserij leidt dan tot minder sterfte van bodemdieren en van vis, en dus tot toename in biomassa van bodemdieren en vis. Impliciet is destijds bij de berekening van de effecten van het uitsluiten van boomkorvisserij (Rijnsdorp *et al.* 2006) van dit mechanisme uitgegaan.

Echter, indien er sprake is van “top-down” regulering is predatie de controlerende factor en is er sprake van een negatieve terugkoppeling tussen een trofisch niveau van het voedselweb en het trofische niveau daaronder. Een hogere visstand leidt dan, door verhoogde predatie door vis op de bodemdieren, tot een lagere bodemdierenbiomassa. In een dergelijke situatie is het onzekerder hoe verminderde visserij doorwerkt op de bodemdierengemeenschap. Vermindering van visserij leidt tot een verhoging van de visstand, daarmee tot meer predatie op bodemdieren en sterfte van bodemdieren. De vermindering van visserij betekent echter ook minder schade, directe sterfte en bijvangst van bodemdieren door visserij. Vermindering van visserij kan dan leiden tot lagere of juist hogere bodemdierenbiomassa, of de effecten kunnen elkaar opheffen. In dat geval zou meer in detail onderscheid gemaakt moeten worden tussen bodemdiersoorten die gevoelig zijn voor predatie en soorten die gevoelig zijn voor visserij, maar dat is in de praktijk lastig doordat die groepen overlappen.

In de uitgevoerde analyse (Van Kooten & Janssen 2015) zijn zoveel mogelijk gegevens verzameld over verschillende niveaus van het voedselweb (voedingsstoffen, algen, bodemdieren, vis, vogels en zeezoogdieren, visserij), voor de laatste 20 jaar. Vervolgens zijn de trends en statistische verbanden tussen die variabelen onderzocht. Uit de analyse komt geen eenduidig beeld van de regulering van de Voordelta.

Er zijn geen aanwijzingen dat er in de Voordelta sprake is van bottom-up regulatie, en zeer beperkte aanwijzingen dat er sprake is van top-down regulatie. De onduidelijkheid in de resultaten kan voor een deel veroorzaakt zijn door de beperkte tijdreeks waarvoor voldoende goede data beschikbaar waren. Daarnaast kan het zo zijn dat de relaties tussen de verschillende trofische niveaus in het voedselweb, op de schaal van de Voordelta, zwak zijn waardoor de effecten van veranderingen in visserij niet te detecteren zijn. Bijvoorbeeld, bodemdieren zijn afhankelijk van de algenproductie, maar door het getijdgedreven transport van voedsel is het gebied dat de draagkracht van de Voordelta voor bodemdieren bepaalt groter dan de Voordelta. Veel vissoorten zijn, door hun mobiliteit, evenmin afhankelijk van het lokale voedselaanbod in de Voordelta, en hebben een brede voedselvoorkeur waardoor ze makkelijk kunnen veranderen van prooi. De vraag of de ruimtelijke schaal van de Voordelta wel relevant is, geldt in nog sterkere mate voor hogere trofische niveaus als vogels en zeezoogdieren. Dit alles leidt er toe dat de analyse geen uitsluitel geeft over het type regulering dat in de Voordelta de bodemdierengemeenschap beïnvloedt.

#### 4.5 Conclusies

De eerdere analyse van bodemdiergegevens over de periode 2004-2011 is uitgebreid met de resultaten van 2012 en 2013. De belangrijkste conclusies uit de vorige rapportage (Prins *et al.* 2014) worden bevestigd. Er is geen effect op bodemdierenbiomassa waarneembaar van het instellen van het bodembeschermingsgebied. De boomkorvisserij op platvis met Eurokotters was al in de  $T_0$  verdwenen uit het bodembeschermingsgebied en is ook in het referentiegebied verdwenen vanaf 2005. Als gevolg van deze veranderingen in de visserij is het verschil in visserij-intensiteit van boomkorvisserij tussen de periode voor en na sluiten van het bodembeschermingsgebied, en tussen het bodembeschermingsgebied en de rest van de Voordelta, te gering om effecten van de compensatiemaatregel vast te kunnen stellen.

De totale biomassa van bodemdieren was in 2013 in het bodembeschermingsgebied bijna twee maal zo hoog als in voorgaande jaren, door sterk toegenomen biomassa van de Amerikaanse zwaardschede *Ensis directus* in een deel van het gebied. In het referentiegebied nam de totale biomassa vooral af in het gebied ten westen van het bodembeschermingsgebied. De variatie in biomassa tussen jaren en tussen locaties in de Voordelta is groot als gevolg van natuurlijke processen als broedval en sterfte, wat het belang benadrukt van gebiedsdekkende waarnemingen met een voldoende hoge resolutie over een reeks van jaren.

Met de gegevens over de jaren 2004-2013 is onderzocht of er correlaties zijn tussen veranderingen in de intensiteit van boomkorvisserij en garnalenvisserij enerzijds en veranderingen in verschillende bodemdier-parameters anderzijds, rekening houdend met verschillen in abiotische karakteristieken tussen jaren en tussen monitoringlocaties. Voor de meeste parameters zijn geen eenduidig interpreteerbare correlatieve verbanden gevonden. Wel wijzen de resultaten tot nu toe (§4.1.3) op een negatief verband tussen visserij-intensiteit en de productie van K2 strategen (de meest verstoringsgevoelige groep, bestaand uit grote, langlevend, traag groeiende, op relatief late leeftijd reproductieve soorten). Dit stemt overeen met het te verwachten effect van bodemverstoring op deze groep bodemdieren. Een analyse van trends in kleine deelgebieden van de Voordelta met of zonder visserij liet echter geen eenduidige patronen in r-, K- en A-strategen zien.

Analyse van de langjarige trends in visserij in de Nederlandse kustwateren laat zien dat in alle kustwateren de visserij-intensiteit is afgenomen, zodat nu nergens in de kustwateren nog intensieve boomkorvisserij op platvis plaats vindt. Langjarige meetreeksen van schelpdieren, gebaseerd op gegevens van de Schelpdiersurvey, en van demersale vis, gebaseerd op gegevens van de Demersal Fish Survey, laten zien dat er duidelijke trends optreden in schelpdierbestanden en in de visgemeenschap. Voor veel soorten worden gelijkaardige trends waargenomen in verschillende delen van de Nederlandse kustwateren. Er konden echter geen eenduidige relaties met de veranderingen in de visserij gelegd worden.

Voor de beschrijving van de kwaliteit van habitat H1110 is het raadzaam gebruik te maken van meerdere indicatoren die in combinatie inzicht kunnen verschaffen in veranderingen in kwaliteit.

Op basis van de beschikbare gegevens was het niet mogelijk uitsluitend te krijgen over de manier waarop veranderingen in visserij-intensiteit doorwerken in het voedselweb en de bodemdierengemeenschap in de Voordelta.

## 5 Resultaten onderzoek voor MEP vraag 2: zwarte zee-eend

Dit hoofdstuk geeft een samenvatting van de resultaten van monitoring en onderzoek van zwarte zee-eend, waarvan de resultaten in detail zijn beschreven in Poot *et al.* (2015) en Fijn *et al.* (2015). De resultaten van monitoring van scheepvaart zijn beschreven in Schuur (2015).

### 5.1 Aantallen in de Voordelta

De waargenomen maximale aantallen zwarte zee-eenden in de Voordelta waren in de jaren 2009-2015 lager dan in de  $T_0$  periode en ook laag ten opzichte van het instandhoudingsdoel van 9700 zwarte zee-eenden in de midwintertellingen (Tabel 5.1). De resultaten voor de twee laatste winters (2013/2014 en 2014/2015) waren nog niet eerder gerapporteerd. Deze jaren hebben de laagste maximale aantallen in de gehele meetreeks. In het Belgische kustwater zijn in november 2013 hogere aantallen (ca. 5000) waargenomen, maar later in de winter en in het voorjaar waren de aantallen daar ook laag.

Het aantal vogeldagen in de winter van 2013/2014 was het laagste van alle meetjaren (Figuur 5.1). Voor 2014/2015 zijn deze gegevens nog niet berekend. Mede door de grote variabiliteit tussen jaren is er geen sprake van een trend of significant verschil in aantal vogeldagen tussen de  $T_0$  en de  $T_1$ . De jaren 2005/2006 en 2012/2013 (winter/voorjaar) hadden het hoogste aantal vogeldagen.

Gemiddeld valt in de winter ongeveer 25% (range 10-47%) van de vogeldagen in de rustgebieden, met in het algemeen het grootste deel bij de Bollen van de Ooster. De grootste zwarte zee-eend concentraties zijn in de  $T_1$  jaren waargenomen in de rustgebieden Bollen van de Ooster en Bollen van het Nieuwe Zand, het gebied tussen de Brouwersdam en de Bollen van de Ooster, en het gebied ten zuiden van de Bollen van het Nieuwe Zand (Figuur 5.2). In de winter van 2014/2015 zijn zwarte zee-eenden vrijwel alleen waargenomen bij Bollen van de Ooster en de Brouwersdam.

### 5.2 Aantallen langs de Noordzeekust

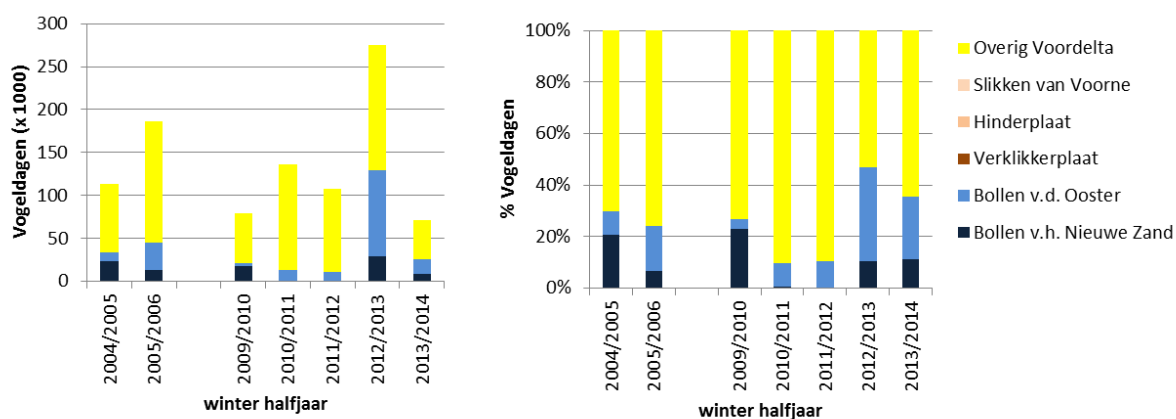
In het voorjaar (maart en april) zijn tellingen uitgevoerd langs de Hollandse kust en de Noordzeekust van de (Nederlandse) Waddeneilanden. In voorgaande jaren (2009-2013) werden langs de Waddeneilanden relatief hoge aantallen zwarte zee-eenden waargenomen. De aantallen zwarte zee-eenden in de Voordelta waren, met uitzondering van 2009 en in mindere mate 2013, in het algemeen veel lager. In 2014 waren de aantallen in de Voordelta opnieuw klein ten opzichte van de aantallen bij de Wadden (Tabel 5.2)

Tabel 5.1 De getelde maximale aantallen van de zwarte zee-eend in de Voordelta in de T<sub>0</sub> en de T<sub>1</sub> periode op basis van vliegtuigtellingen.

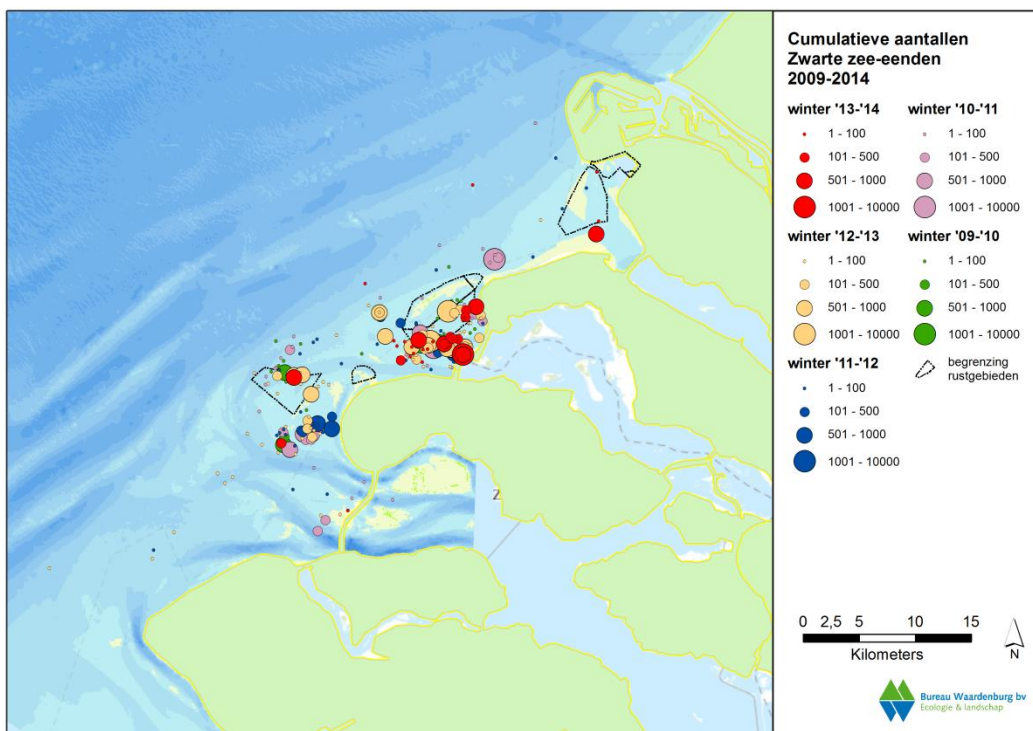
Periode	Jaar	Geteld maximum	Maand met maximum
T <sub>0</sub>	2004-2005	9.078	april
	2005-2006	10.244	mei
T <sub>1</sub>	2008-2009	5.225	april
	2009-2010	2.005	december
	2010-2011	3.400	mei
	2011-2012	3.205	februari
	2012-2013	7.780	april
	2013-2014	1.152	maart
	2014-2015	548	november

Tabel 5.2 Gemiddelde aantallen zwarte zee-eenden in maart-april in de Nederlandse kustwateren.

Jaar	Gemiddelde aantal (mrt-apr)				Voordelta in % van totaal
	Voordelta	Hollandse kust	Wadden kust	Totaal	
2009	5.225	26	1.884	7.176	73%
2010	114	2.016	7138	9.289	1%
2011	1.715	1.117	20.338	23.169	7%
2012	684	13	18.621	19.317	4%
2013	6.050	3.454	19.392	28.896	21%
2014	572	73	32.126	32.771	2%



Figuur 5.1 Totaal aantal vogeldagen (links) en percentuele verdeling (rechts) over verschillende gebieden tijdens het winterhalfjaar van de zwarte zee-eend in de Voordelta



Figuur 5.2 Winterverspreiding (november-maart) van zwarte zee-eenden in de Voordelta in de T1 periode op basis van alle beschikbare vliegtuigtellingen.

### 5.3 Voedselaanbod voor zwarte zee-eenden in de Voordelta

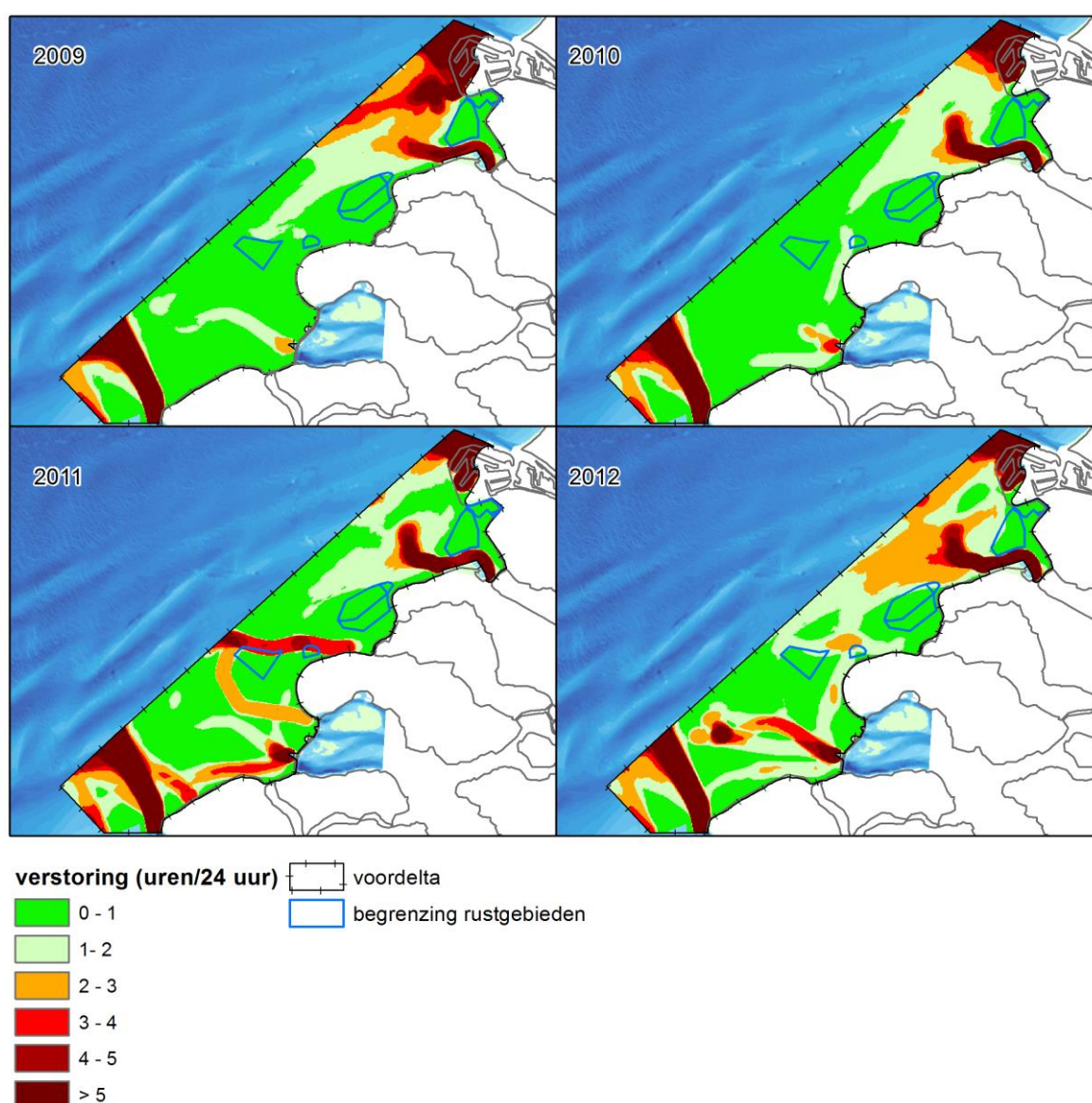
De ontwikkeling in het voedselaanbod voor zwarte zee-eenden is gemonitord in het benthos-onderzoek. De resultaten zijn gerapporteerd in §4.1. In 2005/2006 en 2012/2013 zijn de hoogste maximale aantallen zwarte zee-eenden en het hoogste aantal vogeldagen waargenomen. Dit zijn jaren met relatief lage biomassa van bodemdieren geschikt als prooiën voor zwarte zee-eenden (Figuur 4.3). De jaren met hoge voedselbiomassa in het najaar (2011, 2004) worden niet gekenmerkt door een hoog aantal vogeldagen in de daaropvolgende winter/voorjaar periode (Figuur 5.1). Er is dan ook geen correlatie tussen de totale hoeveelheid voedsel in de Voordelta en het aantal vogeldagen in de Voordelta.

### 5.4 Functioneren rustgebieden

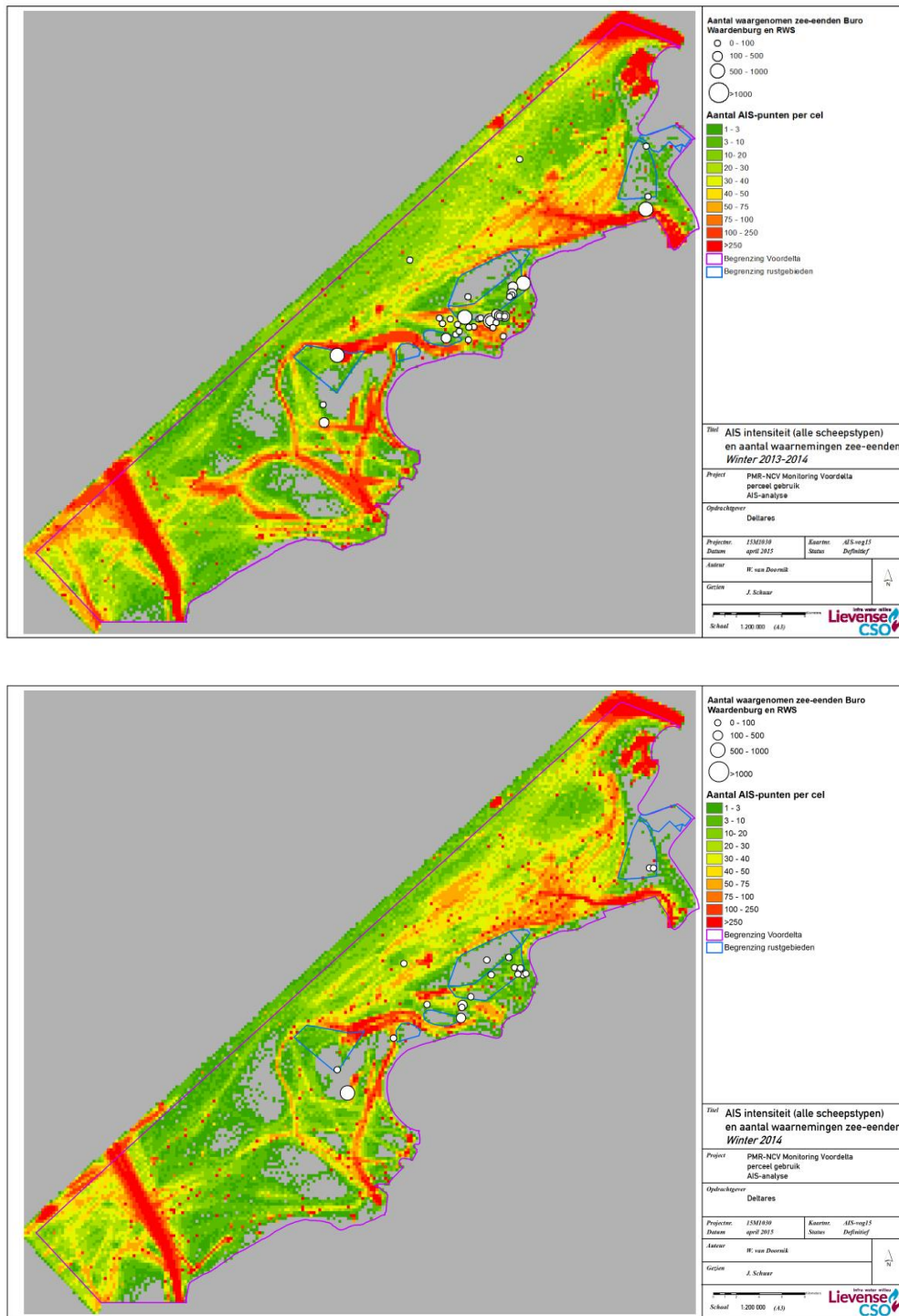
Door gebruik te maken van AIS gegevens is de intensiteit van de scheepvaart (vnl. beroepsvaart incl. visserij) in de verschillende delen van de Voordelta in kaart gebracht. De resultaten bevestigen het beeld uit eerdere jaren: veel scheepvaart in de vaargeul vanuit de Westerschelde, van en naar de sluisen op Neeltje Jans met routes langs de kust van Schouwen en tussen de noordkant van de Bollen van het Nieuwe Zand en de Brouwersdam, een drukke route van en naar Stellendam en relatief veel scheepvaart in het meest noordelijke deel van de Voordelta, bij Voorne en Maasvlakte2 (Figuur 5.3, 5.4). De relatief hoge scheepvaartintensiteit langs de Bolland van de Nieuwe Zand naar de noordkust van Schouwen in 2011/2012 hangt samen met de uitvoering van een zandsuppletie op het noorderstrand van Renesse van november 2011 t/m januari 2012.

De rustgebieden Bollen van het Nieuwe Zand en Bollen van de Ooster worden grotendeels gemeden door de scheepvaart, maar zijn niet helemaal vrij van scheepvaartbewegingen.

Concentraties van zwarte zee-eenden zijn in de laatste twee winters voornamelijk waargenomen in gebieden met een lage scheepvaartintensiteit (Figuur 5.2-5.4). Dit komt overeen met het, op basis van metingen uit de eerdere jaren, vastgestelde statistische verband tussen het verspreiding van zwarte zee-eenden in de Voordelta enerzijds, en het ruimtelijk patroon van diepte, stroomsnelheid, voedselaanbod en voorkomen van scheepvaart anderzijds (Poot *et al.* 2014b, Prins *et al.* 2014).



Figuur 5.3 Gemiddelde verstoring door beroepsscheepvaart inclusief vissersschepen op basis van AIS data tijdens het winterhalfjaar oktober-maart. Weergegeven is de gemiddelde verstoring per etmaal, uitgaand van een verstoringduur van 1 uur en een verstoringafstand van 1 km per schip. Het jaartal geeft het begin van de meetperiode aan (bijv.: 2009 = okt 2009 – mrt 2010)



Figuur 5.4 Gemiddelde intensiteit van beroepsscheepvaart inclusief vissersschepen op basis van AIS data tijdens oktober 2013 – maart 2014 (boven) en tussen oktober 2014 – december 2014 (onder), en aanwezigheid van zwarte zee-eenden.

## 5.5 Ontwikkeling draagkrachtmodel zwarte zee-eend in de Voordelta

Er is een verkennende studie uitgevoerd naar de mogelijkheden voor de ontwikkeling van een model voor de potentiële draagkracht van de Voordelta voor de zwarte zee-eend (Brinkman 2015). In deze studie zijn verschillende opties voor het opzetten van een draagkrachtmodel onderzocht.

Door het modelleren van het energie-budget van de zwarte zee-eend, in combinatie met meetgegevens over de beschikbaarheid van voedsel op geschikte foerageerlocaties, een berekening van de ontwikkeling in de voedselvoorraad over de periode van aanwezigheid van de zwarte zee-eend, en meetgegevens over de mate van verstoring, kan de maximale omvang van de populatie zwarte zee-eenden die in de Voordelta kan verblijven geschat worden. Op deze wijze kan het maximale aantal eenden dat in de Voordelta kan overwinteren berekend worden, op basis van de actuele hoeveelheid voedsel en de actuele mate van verstoring. Dit kan beschouwd worden als de potentiële draagkracht van de Voordelta voor zwarte zee-eenden. Een dergelijk model biedt ook mogelijkheden om bepaalde scenario's (bijv. meer of minder verstoring, Voordelta met of zonder Maasvlakte 2) door te rekenen.

## 5.6 Conclusies

De aantallen zwarte zee-eenden in de Voordelta en het aantal vogeldagen waren in 2013/2014 het laagst van de gehele meetperiode in de  $T_0$  en  $T_1$ . Ook in 2014/2015 zijn zeer lage aantallen zwarte zee-eenden geteld in de Voordelta (het aantal vogeldagen is nog niet berekend). Langs de Noordzeekust van de Waddeneilanden werden nog wel relatief hoge aantallen waargenomen, met de laatste jaren (2012-2014) gemiddeld meer dan 50.000 overwinterende eenden (Arts 2014).

Deze waarnemingen passen in het patroon van de laatste jaren, waarin met uitzondering van 2013, in de  $T_1$  periode steeds lage aantallen in de Voordelta zijn waargenomen, die slechts enkele procenten van de aantallen in de Wadden-regio zijn. Door de grote variatie tussen jaren is er overigens geen sprake van een statistisch significant verschil tussen  $T_0$  en  $T_1$ . Er zijn geen aanwijzingen dat de lage aantallen zwarte zee-eenden verband houden met beschikbaarheid van voedsel binnen de Voordelta. Ontwikkeling van een draagkrachtmodel zal helpen om beter inzicht te krijgen in het belang van factoren als voedsel en rust

De zwarte zee-eend wordt deels binnen de begrenzing van de rustgebieden waargenomen, maar grote concentraties zijn in de jaren 2009-2014 ook waargenomen in het Brouwersdamgebied ten oosten/zuiden van de Bollen van de Ooster, en voor de kust van Schouwen ten zuiden van de Bollen van het Nieuwe Zand.

## 6 Resultaten onderzoek voor MEP vraag 3 en 4: grote stern en visdief

Dit hoofdstuk geeft een samenvatting van de resultaten van monitoring en onderzoek van grote stern en visdief. De resultaten zijn in detail beschreven in Poot *et al.* (2015). Onderzoek aan gebiedsgebruik door kitesurfers in het noordelijk deel van de Voordelta is gerapporteerd door Van Calsteren-De Bruijn (2014).

### 6.1 Aantallen broedparen

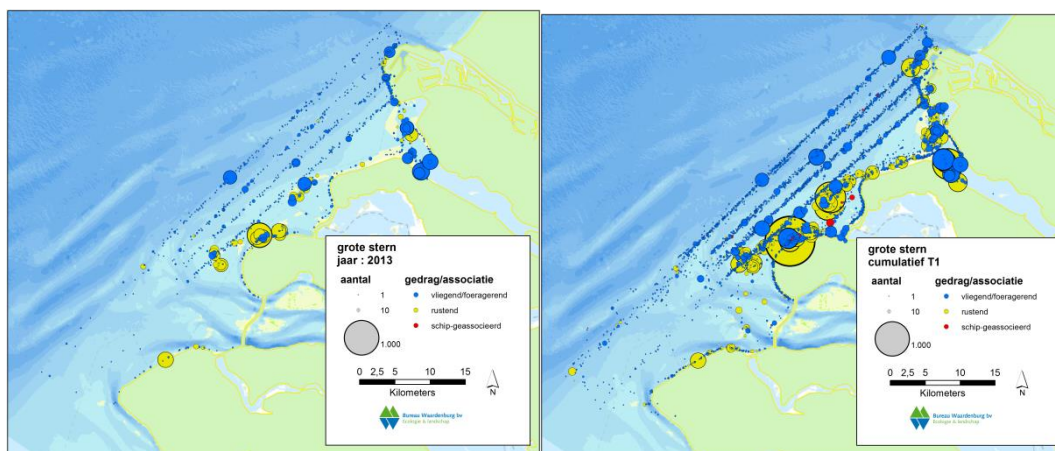
In 2014 werd een nieuwe broedkolonie van grote stern (>3000 broedparen) gevestigd op de Slijkplaat in het Haringvliet; dit was het belangrijkste broedgebied in 2014. Het totale aantal broedparen in de ZW Delta was ca. 6000 paren, dit valt binnen de range van ca. 3900-7700 paren zonder positieve of negatieve trend van de laatste 10 jaar (Strucker *et al.* 2014). De kolonies in de Scheelhoek (Haringvliet) en Markenje (Grevelingen) waren kleiner dan in eerdere jaren.

Het aantal broedparen van visdief was iets minder dan 6000. Dit valt binnen de range van 4100-7700 paren zonder positieve of negatieve trend van de laatste 10 jaar (Strucker *et al.* 2014). De verdeling over de kolonies was in grote lijnen gelijk aan eerdere jaren.

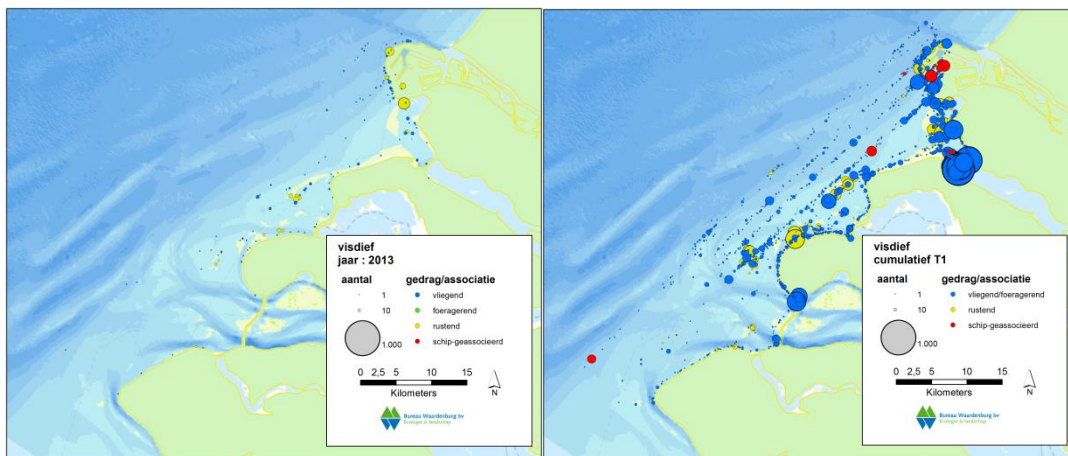
### 6.2 Aantallen en verspreiding (vliegtuigtellingen Voordelta)

In 2013 bestond het merendeel van grote concentraties grote sterns in de Voordelta uit rustende vogels op platen. Daarnaast zijn relatief grote vlieg- en foerageerconcentraties waargenomen in het zeegebied ten westen van de Bollen van de Ooster, rond Haringvlietmonding/kust van Maasvlakte 2 en in enige mate voor de Kop van Schouwen. Dit beeld wordt verklaard door de ligging van de broedkolonie Markenje in de Grevelingen en de kolonie op de Scheelhoek in het Haringvliet (Figuur 6.1).

Voor de visdief zijn de grootste vlieg- en foerageerconcentraties waargenomen in de regio Haringvlietmonding/kust van Maasvlakte 2. (Figuur 6.2).



Figuur 6.1 Verspreiding van grote sterns in het zomerhalfjaar (april-september) van 2013 (links) en cumulatief over de jaren 2009-2013 (rechts).



Figuur 6.2 Verspreiding van visdief in het zomerhalfjaar (april-september) van 2013 (links) en cumulatief over de jaren 2009-2013 (rechts).

### 6.3 Gebiedsgebruik en foerageergedrag (GPS waarnemingen)

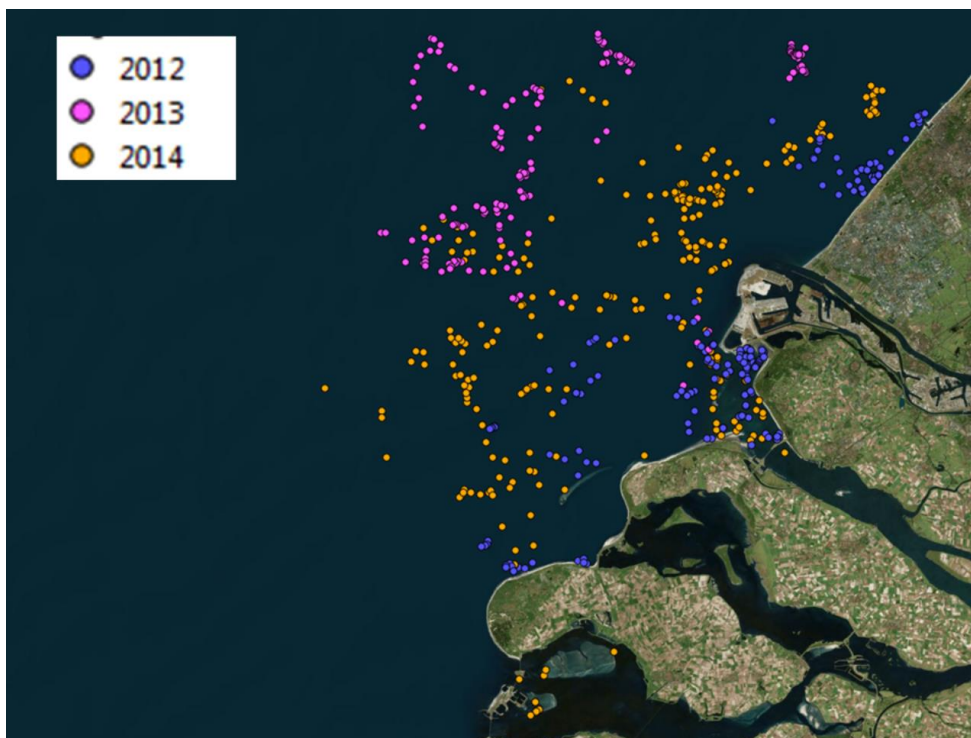
In 2012 en 2013 is met behulp van GPS loggers onderzoek gedaan aan de foerageertochten van grote sterns uit de broedkolonie op de Scheelhoek (Haringvliet). Het ging hierbij om grote sterns met kuikens, waarbij de inzet van GPS loggers werd gespreid over oudervogels in verschillende broedstadia (van zeer jonge tot bijna vliegvlugge kuikens). In 2014 is dit onderzoek uitgevoerd met grote sterns uit de broedkolonie Slijkplaat, die zo'n 5 km oostelijk van Scheelhoek in het Haringvliet ligt. Met de GPS loggers zijn de trajecten die worden afgelegd tijdens het foerageren vastgelegd, evenals de vliegduur. Op basis van vliegsnelheid en hoogte wordt onderscheid gemaakt tussen rusten, snel vliegen en foerageren (Poot *et al.* 2014a).

In 2014 zijn 11 sterns uitgerust met GPS loggers, en zijn in totaal 16 vluchten volledig vastgelegd. Van die 16 vluchten gingen 10 buiten het bodembeschermingsgebied, en 6 gingen tot buiten het Natura 2000-gebied Voordelta.

Voor alle vluchten samen (2012-2014, n=40) is het beeld eveneens dat een groot deel van de tochten, en een groot deel van de foerageeractiviteit buiten de Voordelta plaats vindt. De aantallen waarnemingen zijn te laag om verschillen tussen jaren te kunnen vaststellen.

De gemiddelde lengte van een foerageertocht was zo'n 50 km. Gemiddeld werd tot op een afstand van 20 km van de kolonie gevoerageerd, de maximale afstand tot de kolonie was bijna 50 km. Het foerageergebied van grote sterns met GPS-loggers, die alle broedden in het Haringvliet, lag tussen de noordkust van Schouwen in het zuiden en de Zandmotor in het noorden (Figuur 6.3).

Uit de GPS-loggers blijkt dat de grote sterns rusten op verschillende platen in de Voordelta, waaronder platen binnen de rustgebieden maar ook andere gebieden (Figuur 6.4).



Figuur 6.3 Kaart met alle foerageerlocaties van alle grote sterns met GPS-loggers opgesplitst per jaar.



Figuur 6.4 Kaart met alle rustlocaties van alle grote sterns met GPS-loggers opgesplitst per jaar. De rustende vogel linksonder op de kaart kan op het water hebben gedreven of waarschijnlijk op een boei even gerust hebben (zoals waargenomen vanuit het vliegtuig).

## 6.4 Broedbiologie

### 6.4.1 Broedsucces

Het broedsucces van grote sterns is in de jaren 2011-2013 gemonitord in de broedkolonie Markenje (Grevelingen), en in het Haringvliet in de broedkolonie Scheelhoek. Het gemiddelde broedsucces per kolonie varieerde in die jaren tussen 0,30-0,85 (gemiddeld 0,55) uitvliegende jongen per broedpaar. Dit is vrij hoog in vergelijking met onderzoek in Zeebrugge in 1997-2008 (0,01-0,8; gemiddeld 0,28).

In 2014 is het broedsucces onderzocht in de broedkolonies Markenje in de Grevelingen en Slijkplaat in het Haringvliet. Het broedsucces was vrij hoog, respectievelijk 0,64 en 0,73.

Het broedsucces van visdieven is in de jaren 2011-2013 gemonitord in de broedkolonie Markenje (Grevelingen), en in het Haringvliet in de broedkolonies Scheelhoek (2009-2013) en Slijkplaat (2009). Bij de Maasvlakte vond monitoring plaats in de Vogelvallei (2010-2012) en op het Visdifeiland in de Slufter (2011-2012). Het gemiddelde broedsucces per kolonie varieerde in die jaren tussen 0,0-1,2 uitvliegende jongen per paar (gemiddeld 0,36). Dit is vrij laag in vergelijking met onderzoek in Zeebrugge in 1997-2008 (0,0-2,2, gemiddeld 0,98).

In 2014 is het broedsucces onderzocht in de broedkolonie Scheelhoek in het Haringvliet. Het broedsucces was 1,67 uitvliegende jongen per broedpaar, het hoogste dat gemeten is in de jaren 2009-2014.

Het goede broedsucces van 2014 voor beide sternsoorten wordt verklaard door lage verliezen door predatie van eieren en kuikens. Predatie is hoger bij slechte weersomstandigheden omdat de ouders dan langer wegblijven van de kolonie om voedsel te zoeken. Vooral de kuikens die tijdens hun leven al een slechtere conditie hadden, werden later dood gevonden of gepredeerd.

#### 6.4.1.1 *Conditie en voedsel生态学*

In PMR-NCV is onderzoek gedaan aan de voedsel生态学 van grote stern en visdief, omdat voedselaanbod en kwaliteit van invloed kunnen zijn op het broedsucces en het gebruik van de Voordelta als foerageergebied.

Evenals in de meeste voorgaande jaren, bestond het dieet van volwassen grote sterns in 2014 in beide kolonies (Markenje, Slijkplaat) voor het grootste deel uit haringachtigen en zandspiering, waarbij zandspiering voorziet in ruim 75% van de energie-aanvoer via het voedsel.

Voor kuikens van grote stern leveren haringachtigen de grootste bijdrage aan de energie-aanvoer, en draagt zandspiering 30-40% bij. Dit was in 2014 eveneens het geval. Zandspiering is met name van belang in de eerste twee levensweken, daarna neemt het aandeel van haringachtigen toe. Het beeld in 2014 was niet wezenlijk anders dan in eerdere jaren. Al eerder is geconcludeerd dat er een positieve correlatie is tussen de energie-aanvoer via het voedsel en het broedsucces (Prins *et al.* 2014, Poot *et al.* 2014a).

Visdiefkuikens krijgen voedsel dat bestaat uit een combinatie van haring/sprot, andere zoutwatervis waaronder zandspiering, en zoetwatervis die gevangen wordt bij de Haringvlietdam. Daarnaast worden veel ongewervelden gegeten. In sommige jaren maken haringachtigen meer dan de helft (in aantal) van het dieet uit (Scheelhoek 2011-2013, Vogeleiland 2010), maar in andere jaren vormt zoetwatervis een belangrijk aandeel (Scheelhoek 2009, 2010 en Slijkplaat 2009). In 2014 is de Scheelhoek-kolonie gevolgd, waar zoetwatervis ruim 80% van het dieet vormde. Voor de kolonies in het Haringvliet (Scheelhoek, Slijkplaat) is de Haringvlietdam met de spuilsuizen een nabije en gunstige foerageerlocatie.

Eerder is gesuggereerd dat er mogelijk een verband is tussen de dieetsamenstelling (% haringachtigen) en het uitvliegsucces, al was dit verband met de resultaten uit eerdere jaren niet statistisch significant (Poot *et al.* 2014a).

### 6.5 Kitesurfers bij de Hinderplaat

Door middel van interviews is onderzocht hoe de huidige rustgebieden worden gerespecteerd door kitesurfers (Van Calsteren-De Bruijn 2014). De interviews zijn gehouden onder beginnende en ervaren kitesurfers, onder kitesurfschoolhouders bij Oostvoorne en met de Nederlandse Kitesurf Vereniging, van juni tot begin september 2014. In totaal zijn 34 interviews afgenomen.

Het kitesurfgebied bij de Slikken van Voorne is door de beschutte ligging en het ondiepe water een populaire locatie die geschikt is voor beginnende surfers. Deze locatie ligt pal tegen het rustgebied Slikken van Voorne. Het strand bij de Maasvlakte is populair bij ervaren kitesurfers vanwege de diversiteit aan condities en geschiktheid bij veel verschillende windrichtingen. Hier is volgens de surfers het sportstrand door gevaarlijke stromingen minder geschikt dan het, niet voor kitesurfers bedoelde, badstrand.

Uit de interviews komt naar voren dat het doel van de rustgebieden (niet alleen voor zeehonden maar ook voor vogels) niet bij iedereen duidelijk is. De begrenzing wordt als onduidelijk ervaren doordat tonnen ver uit elkaar liggen. Informatieborden staan niet altijd op logische plekken, en worden als onduidelijk ervaren door de presentatie en de overvloed aan informatie.

### 6.6 Conclusies

De resultaten uit 2014 ondersteunen de bevindingen uit eerdere jaren:

- De grote stern foerageert over een groot gebied, met een gemiddelde afstand tot de broedkolonie van meer dan 20 km, tot maximaal 50 km. In de Voordelta wordt o.a. gefoerageerd langs de kust van Maasvlakte 2. Het GPS onderzoek aan broedende grote sterns met jongen laat zien dat een groot deel van de foerageeractiviteiten van deze sterns ook buiten de Voordelta plaats vindt.
- Uit het onderzoek in eerdere jaren blijkt dat de rustgebieden en andere platen in de Voordelta gebruikt worden door rustende sterns, maar dat deze alleen de eerste weken na het verlaten van het nest gebruikt worden door grote sterns en hun jongen.
- Visdieven foerageren op kortere afstand van de broedkolonie, bij de Haringvlietsluizen, de kust van Voorne en de kust van de Maasvlakte.

Voor grote sterns zijn zandspiering (voor volwassen dieren en kuikens in de eerste twee weken) en haringachtigen (voor kuikens) de belangrijkste voedselbronnen. In 2014 was het dieet niet afwijkend van eerdere jaren.

Voor visdief-kuikens zijn haringachtigen en zoetwatervis het belangrijkste voedsel. Het dieet verschilt tussen jaren. In 2014 is alleen in de Scheelhoek-kolonie onderzoek gedaan, waar zoetwatervis het grootste aandeel in het dieet had. Dit is in een aantal eerdere jaren ook voorgekomen.

Het broedsucces van zowel grote stern als visdief was in 2014 relatief hoog, vermoedelijk door lage predatie en gunstige weersomstandigheden.

## 7 Discussie en aanbevelingen

Met deze rapportage wordt de Eindrapportage 1e fase 2009-2013 (Prins *et al.* 2014) aangevuld met de nog niet gerapporteerde resultaten van monitoring in 2009-2013, de resultaten van monitoring in de Voordelta in 2014, en de resultaten van aanvullende analyses en onderzoek die zijn uitgevoerd in 2014.

### 7.1 Kwaliteit H1110

#### 7.1.1 Resultaten

Zoals ook al in de Eindrapportage 1e fase 2009-2013 geconcludeerd, is het verwachte effect van het instellen van het bodembeschermingsgebied niet aantoonbaar door middel van een vergelijking in de ontwikkeling vóór en na het instellen van het bodembeschermingsgebied, en tussen bodembeschermingsgebied en rest van de Voordelta (BACI analyse). Dit wordt veroorzaakt door het feit dat de boomkorvisserij >260 pk al tijdens de nulmetingen in 2005 en 2007 bijna niet meer voorkwam in het bodembeschermingsgebied en de boomkorvisserij in de rest van de Voordelta met 80% is gedaald van 2004 tot 2010 en sindsdien stabiel is op een laag niveau.

Met de gegevens over de gehele meetperiode, dus inclusief de gegevens van de bodemdierbemonstering in 2012 en 2013, verandert dit beeld niet. Tenzij er tegen de verwachting in alsnog een toename van visserij in de Voordelta op zou treden, zal een vergelijking bodembeschermingsgebied-referentiegebieden via een BACI-analyse met een uitbreiding van de meetperiode ook in de komende jaren geen andere resultaten inzichten op gaan leveren.

Er is gezocht naar andere wegen om beter inzicht te krijgen in de effecten van verminderde boomkorvisserij in de Voordelta op bodemdieren en vissen. Eén van de benaderingen was het nagaan van de lange termijn veranderingen in de Voordelta en in andere delen van de kustwateren. Dat is in 2014 onderzocht met lange termijn gegevens van bodemdieren en vis uit de WOT monitoringprogramma's en gegevens over de visserij. De verwachting was dat verschillen in visserij-intensiteit tussen de verschillende gebieden gebruikt zouden kunnen worden om veranderingen in bodemdieren en vis te relateren aan veranderingen in visserij. Het is echter gebleken dat in alle kustwateren de boomkorvisserij op platvis sterk is afgenomen, waardoor het vergelijken van gebieden die verschillen in visserij-intensiteit niet mogelijk was. Het moment van afname van visserij varieerde wel enigszins tussen de verschillende delen van de kustwateren, maar het was niet mogelijk die trends in visserij te relateren aan veranderingen in bodemdieren en vissen.

Een andere benadering was het onderzoeken van de correlatie, op kleinere ruimtelijke schaal, tussen veranderingen in de visserij-intensiteit (zowel boomkorvisserij op platvis als garnalenvisserij) in de Voordelta en veranderingen in de bodemdierengemeenschap. Die analyses zijn uitgevoerd met een aantal parameters die de bodemdierengemeenschap beschrijven. De resultaten laten een negatief verband zien tussen visserij-intensiteit en de berekende productie van de meest verstoringsgevoelige groep bodemdieren (K2 strategen). Dit geeft aan dat het nodig kan zijn meer in detail te kijken naar de bodemdierengemeenschap en de groepen die reageren op veranderingen in verstoring. De indeling van de bodemdiereengemeenschap in groepen met verschillende gevoeligheden (Beauchard & Herman 2015) voor verstoring biedt daarvoor aanknopingspunten, maar vraagt ook nog wel nadere analyse.

Het verdwijnen van de boomkorvisserij uit de Voordelta heeft tot nu toe niet geleid tot duidelijke en eenduidige trends in samenstelling of dichtheden van bodemdieren en vissen, die gerelateerd kunnen worden aan die afname van visserij. Mogelijk is de tijdreeks te kort

om veranderingen waar te nemen. Ook bij onderzoek in het windmolenpark OWEZ werd na 5 jaar geen effect gevonden van het uitsluiten van visserij, en is één van de hypothesen dat de termijn van waarnemen te kort was (Bergman *et al.* 2015). Verlenging van de monitoringperiode lijkt daarom noodzakelijk.

#### 7.1.2 Aanbevelingen voor vervolgmonitoring en -onderzoek

Uit bovenstaande resultaten en de eis in de Nb-wet vergunning voor monitoring van de effecten van de natuurcompensatie volgt als aanbeveling voor het vervolg van de monitoring het handhaven van een gebiedsdekkend bemonsteringsprogramma voor bodemdieren. Hierdoor blijft het mogelijk analyses te doen naar relaties met visserij-intensiteit; vanwege de afwezigheid van boomkorvisserij zal dit voor de komende jaren vooral van toepassing zijn op garnalenvisserij. Ook biedt dit de mogelijkheid trendanalyses uit te voeren, en daarbij naar verschillende indicatoren te kijken en de veranderingen in die indicatoren over een lange periode (>5 jaar) van waarnemen. Door de huidige verdeling van de monsterpunten over de Voordelta en door toepassing van habitatmodellering blijft het dan mogelijk zowel uitspraken te doen die van toepassing zijn op de gehele Voordelta als op deelgebieden binnen de Voordelta. Ook houdt dit de mogelijkheid open verschillen tussen bodembeschermingsgebied en referentiegebied te onderzoeken.

Voor het onderzoek aan vis wordt aanbevolen om aan te sluiten op de al lopende DFS survey en die uit te breiden met een aantal monsterlocaties, om op die manier trendmatige veranderingen in de Voordelta te kunnen volgen.

#### 7.1.3 Vervolgmonitoring 2015

In lijn met bovenstaande aanbevelingen, wordt in 2015 de volgende monitoring en onderzoek uitgevoerd:

- bodemdierbemonstering in het najaar van 2015
  - de monitoring sluit aan op die van de voorgaande jaren voor wat betreft ligging monsterlocaties en analyses
  - bemonstering in het mondingsgebied van het Haringvliet is komen te vervallen (hier kwam in het verleden evenmin boomkorvisserij voor)
  - het aantal monsterlocaties in het referentiegebied ten westen van het bodembeschermingsgebied verminderd (hier waren extra monsterpunten gelegd met de verwachting dat hier intensief gevist zou worden)
- desk study naar methoden om het effect van natuurlijke verstoring door golven en stroming te onderscheiden van de verstoring door bodemberoerende visserij
- desk study van trends in bodemdieren in de Voordelta met multivariate technieken
- bemonstering van jonge demersale vis door een uitbreiding op de bestaande WOT Demersal Fish Survey
- analyse visserij-intensiteit 2014/2015 op basis van VMS

## 7.2 Zwarte zee-eend

### 7.2.1 Resultaten

De aantallen zwarte zee-eenden die in winter en voorjaar in de Voordelta worden waargenomen vertonen grote jaarlijkse verschillen. Een trendmatige verandering in vogeldagen is niet waarneembaar. Binnen Nederland verblijven in de kustwateren van de Waddeneilanden veel grotere aantallen eenden. De jaarlijks wisselende aanwezigheid van zwarte zee-eenden in winter en voorjaar is waarschijnlijk niet alleen gekoppeld aan de lokale omstandigheden in de Voordelta, maar ook aan breder spelende factoren die de verdeling van zwarte zee-eenden over de verschillende kustgebieden in NW Europa bepalen.

in de onderzochte periode zijn er grote variaties in de hoeveelheid beschikbaar voedsel in de Voordelta, maar er zijn geen aanwijzingen dat de aantallen zwarte zee-eenden in de Voordelta samenhangen met de totale hoeveelheid voedsel in het gebied. De aangewezen rustgebieden worden deels gebruikt, maar de zwarte zee-eenden verblijven ook elders in de Voordelta in gebieden met weinig scheepvaart.

Monitoring van aantallen en gebiedsgebruik van zwarte zee-eenden in de Voordelta geven een beeld van het daadwerkelijk gebruik, maar zijn niet noodzakelijkerwijs indicatief voor de draagkracht van de Voordelta voor zwarte zee-eenden.

#### 7.2.2 Aanbevelingen voor vervolgmonitoring en -onderzoek

Uit de onderzoeksresultaten tot nu toe en de eis in de Nb-wet vergunning voor monitoring van de effecten van de natuurcompensatie volgt als aanbeveling om aantallen en gebiedsgebruik te blijven volgen om zo het werkelijke gebruik van de Voordelta en het functioneren van de rustgebieden te kunnen vaststellen. Om de potentiële geschiktheid van de Voordelta voor zwarte zee-eenden beter te kunnen omschrijven, ook in jaren waarin de eenden niet naar de Voordelta komen, verdient het aanbeveling om een methodiek te ontwikkelen waarmee de potentiële draagkracht van de Voordelta als functie van actuele voedselbeschikbaarheid en verstoring berekend kan worden.

#### 7.2.3 Vervolgmonitoring 2015

In lijn met bovenstaande aanbevelingen, wordt in 2015 de volgende monitoring en onderzoek uitgevoerd:

- Maandelijks vliegtuigtellingen van aantallen en ruimtelijke verspreiding van zwarte zee-eenden in de Voordelta in de periode oktober-mei
- Maandelijks vliegtuigtellingen van aantallen en ruimtelijke verspreiding van zwarte zee-eenden in het voorjaar langs de Nederlandse kust
- monitoring menselijk gebruik rond rustgebieden voor zwarte zee-eend (scheepvaart, recreatie)

### 7.3 Grote stern en visdief

#### 7.3.1 Resultaten

Het broedsucces is gemonitord van 2009-2014 als indicator voor het functioneren van de broedkolonies in het noordelijk Deltagebied, die de Voordelta als foerageergebied gebruiken. Het succes van de broedkolonies, en daarmee het gebruik van de Voordelta door sterns, wordt in belangrijke mate bepaald door het voedselaanbod, door omstandigheden in de broedkolonies (vegetatie, predatie) en door algemene factoren zoals het weer. Het broedsucces was in 2014 hoog, waarschijnlijk door gunstige weersomstandigheden en lage predatie.

Grote sterns foerageren deels binnen de Voordelta, maar ook tot ver buiten de Voordelta. Visdieven foerageren dicht bij de kust, o.a. bij de Haringvlietdam. Beide soorten gebruiken de nieuwe kust van Maasvlakte 2 als foerageergebied.

#### 7.3.2 Aanbevelingen voor vervolgmonitoring en -onderzoek

Hoewel het broedsucces niet alleen beïnvloed wordt door de geschiktheid van de Voordelta als foerageergebied maar ook door andere factoren, geeft monitoring van het broedsucces een beeld van het functioneren van de broedkolonies. In combinatie met het onderzoek aan voedselaanvoer en dieet van de sterns geeft dit een indicatie van de foerageercondities voor sterns in en rond de Voordelta.

Uit de onderzoeksresultaten tot nu toe en de eis in de Nb-wet vergunning voor monitoring van de effecten van de natuurcompensatie volgt als aanbeveling om monitoring van broedsucces,

dieet en gebiedsgebruik voort te zetten, zodat het functioneren van de broedkolonies gevolgd kan worden.

### 7.3.3 Vervolgmonitoring 2015

In lijn met bovenstaande aanbevelingen, wordt in 2015 de volgende monitoring en onderzoek uitgevoerd:

- vliegtuigtellingen van aantallen en ruimtelijke verspreiding van grote stern en visdief in de Voordelta in juni
- monitoring broedsucces van kolonies in het noordelijk Deltagebied
- onderzoek aan gebiedsgebruik door foeragerende grote sterns
- monitoring menselijk gebruik rond rustgebieden voor sterns (recreatie)

## 8 Referenties

- Adema, J. (2015). Datarapport PMR-NCV Perceel Abiotiek. Simulaties 2013. Arcadis, 078312838:0.2 - Definitief, 121 pp.
- Arts, F.A. (2014). Midwintertelling van zee-eenden in de Waddenzee en Nederlandse kustwateren in november 2013 en januari 2014. Delta Project Management, Vlissingen, RWS CIV BM 14.17, 35 pp.
- Beauchard, O. & P.M.J. Herman (2015). A typology of marine benthic macroinvertebrates discriminating life-history strategies on continental shelves. *in prep.*
- Bergman, M.J.N., S.M. Ubels, G.C.A. Duineveld & E.W.G. Meesters (2015). Effects of a 5-year trawling ban on the local benthic community in a wind farm in the Dutch coastal zone. *ICES Journal of Marine Science* 72: 962-972.
- Brey, T. (2012). A multi-parameter artificial neural network model to estimate macrobenthic invertebrate productivity and production. *Limnology and Oceanography-Methods* 10: 581-589.
- Brinkman, A.G. (2015). Voorstel draagkrachtmodel Zwarte Zee-eend in de Voordelta. IMARES, IJmuiden, Rapport C053/15, 57 pp.
- Cadée, G.C. (2002). Massaal aanspoelen van juveniele *Ensis directus*. *Het Zeepaard* 62: 120-124.
- Craeymeersch, J.A. & V. Escaravage (2014). Perceel Benthos. In: *PMR Monitoring natuurcompensatie Voordelta. Eindrapportage 1<sup>e</sup> fase 2009-2013 deel B; Prins, T.C. en Van der Kolff, G.H.* (eds.). Deltares, Delft. Rapport nr. 1200672-000-ZKS-0043, p: 19-154.
- Craeymeersch, J.A.M., V. Escaravage, J. Adema, M. Van Asch, I. Tulp & T.C. Prins (2015). PMR Monitoring natuurcompensatie Voordelta – bodemdieren 2004-2013. IMARES, Yerseke, Rapport nr C091/15, pp.
- Dannheim, J. & H. Rumohr (2011). The fate of an immigrant: *Ensis directus* in the eastern German Bight. *Helgoland Marine Research* 66: 307-317.
- EZ (2014). Profieldocument H1110 Permanent overstroemde zandbanken. Ministerie van Economische Zaken, Versie 2014, 20 pp.
- Fijn, R.C., R.-J. Jonkvorst & J. De Jong (2015). Datarapport zee-eend monitoring Voordelta 2014/2015 Bureau Waardenburg, Culemborg, Notitie 1 juli 2015, 6 pp.
- Goudswaard, P.C., K.J. Perdon, J. Jol, M. Van Asch & K. Troost (2013). Het bestand aan commercieel belangrijke schelpdiersoorten in de Nederlandse kustwateren in 2013 IMARES, Yerseke, Rapport C133/13, 38 pp.
- Hintzen, N.T., P. de Vries, D. Looije & S.T. Glorius (2014). Vergelijking visserij - intensiteit op basis van AIS -VMS in de Voordelta. IMARES, IJmuiden, rapport nr C068/14, 50 pp.
- LNV (2008). Profieldocument Habitatype H1110. Ministerie van LNV, Den Haag, H1110 versie 18 dec 2008, 15 pp.
- Perdon, K.J., J. Jol, A. Bakker & M. Van Asch (2014). Het bestand aan mesheften, halfgeknotte strandschelpen, kokkels, mosselen, otterschelpen en venusschelpen in de Nederlandse kustwateren in 2014. IMARES, Yerseke, Rapport C130/14, 44 pp.
- Poot, M.J.M., R.C. Fijn, T.J. Boudewijn, J. De Jong, P.W. Van Horssen, M. Japink, B. Van den Boogaard, J. Bergsma, E.W.M. Stienen, W. Courtens, N. Vanermen, H. Verstraete, P.A. Wolf, M.S.J. Hoekstein & S.J. Lilipaly (2014a). Perceel Vogels – Grote stern en visdief. In: *PMR monitoring natuurcompensatie Voordelta. Eindrapportage 1e fase 2009-2013. Deel B; Prins, T.C. en Van der Kolff, G.H.* (eds.). Deltares, Delft. p: 419-659.
- Poot, M.J.M., C. Heunks, T.J. Boudewijn, J. de Jong, P.W. van Horssen, M. Japink, W. Lengkeek, S. Bouma, M.F. Leopold, R.S.A. Van Bemmelen, P. Pruijscher, K. Buijelaar, P.A. Wolf, S.J. Lilipaly & A.F. Zuur (2014b). Perceel Vogels - Zwarte zee-eend. In: *PMR Monitoring natuurcompensatie Voordelta. Eindrapportage 1<sup>e</sup> fase 2009-2013 deel B; Prins, T.C. en Van der Kolff, G.H.* (eds.). Deltares, Delft. Rapport nr. 1200672-000-ZKS-0043, p: 305-418.

- Poot, M.J.M. & P.W. Van Horssen (2014). Effect aanpassing rustgebieden voor zwarte zee-eenden in de Voordelta. Scenarioberekeningen op basis van een statistisch habitatmodel in het kader van de Natuurcompensatie Tweede Maasvlakte. Bureau Waardenburg, Culemborg, Rapport nr. 14-168, 36 pp.
- Poot, M.J.M., R.C. Fijn, T.J. Boudewijn, C. Heunks, J. De Jong, W. Courtens, H. Verstraete, N. Vanermen, E.W.M. Stienen, P.A. Wolf, M.S.J. Hoekstein & S.J. Lilipaly (2015). PMR-NCV Jaarrapport Vogels 2014. Voortgang onderzoek sterns & zee-eenden in de Voordelta en Delta. Bureau Waardenburg, Culemborg, Rapportnr. 15-084, 115 pp.
- Prins, T.C. & G.H. Van der Kolff, Eds. (2014). *PMR Monitoring natuurcompensatie Voordelta. Eindrapportage 1<sup>e</sup> fase 2009-2013 deel B*. Deltares, Delft, Rapport nr 1200672-000-ZKS-0043, 940 pp.
- Prins, T.C., G.H. Van der Kolff, A.R. Boon, J. Reinders, C. Kuijper, G. Hendriksen, H. Holzhauer, V.T. Langenberg, J.A.M. Craeymeersch, I.Y.M. Tulp, M.J.M. Poot, H.C.M. Seegers & J. Adema (2014). *PMR Monitoring natuurcompensatie Voordelta. Eindrapportage 1<sup>e</sup> fase 2009-2013*. Deltares, Delft, Rapport nr 1200672-000-ZKS-0042, 207 pp.
- Prins, T.C., A.R. Boon, H. Holzhauer, V. Escaravage, J.A.M. Craeymeersch & G.H. Van der Kolff (2015). Indicatoren voor de kwaliteit van habitatype H1110 in PMR monitoring natuurcompensatie Voordelta. Deltares, Delft, 1209129-000-ZKS-0031, pp.
- Rijnsdorp, A.D., M. Van Stralen, D. Baars, R. Van Hal, H. Jansen, M.F. Leopold, P. Schippers & E. Winter (2006). Rapport Inpassing Visserijactiviteiten Compensatiegebied MV2. IMARES, IJmuiden, Rapport C047/06, 123 pp.
- Schuur, J. (2015). Korte memo AIS 2014. LieveenseCSO, Bunnik, Notitie 24 april 2015, 3 pp.
- Soldaat, L., A.W. Visser, M. Van Roomen & A. Van Strien (2007). Smoothing and trend detection in waterbird monitoring data using structural time-series analysis and the Kalman filter. *Journal of Ornithology*: 351-357.
- Strucker, R.C.W., M.S.J. Hoekstein & P.A. Wolf (2014). Kustbroedvogels in het Deltagebied in 2013. Delta Project Management, Vlissingen, RWS Centrale Informatievoorziening BM 14.12, 97 pp.
- Tulp, I.Y.M. (2015). Analyse visgegevens DFS survey ten behoeve van de compensatiemonitoring Maasvlakte2. IMARES, IJmuiden, Rapport nr C080/15, 47 pp.
- Van Calsteren-De Bruijn, L. (2014). Kitesurfen in het noordelijk deel van de Voordelta. Onderzoek met behulp van interviews. LieveenseCSO, Bunnik, 22 pp.
- Van Denderen, P.D., T. Van Kooten & A.D. Rijnsdorp (2013). When does fishing lead to more fish? Community consequences of bottom trawl fisheries in demersal food webs. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B*. 280: 20131883.
- Van Kooten, T. & H.M. Janssen (2015). Reguleringsmechanismen in het kustecosysteem van de Voordelta. IMARES, IJmuiden, nr. C095/15
- VenW (2008). Beheerplan Voordelta. Spelregels voor natuurbescherming. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Den Haag, 146 pp.
- Wijnhoven, S., G. Duineveld, M. Lavaleye, J. Craeymeersch, K. Troost & M. Van Asch (2013). Kaderrichtlijn Marien indicatoren Noordzee. Naar een uitgebalanceerde selectie van indicator soorten ter evaluatie van habitats en gebieden en scenario's hoe die te monitoren. NIOZ, Den Hoorn & Yerseke, NIOZ, Monitor Taskforce Publication Series 2013 - 02, 106 pp.
- WVL, R. (2014). Evaluatie MEP Natuurcompensatie Voordelta (NCV) 2013. RWS Water, Verkeer en Leefomgeving, Lelystad, Versienummer 7.0, juni 2014, 96 + VII pp.

## A Overzicht PMR-NCV rapportages

In het kader van het project PMR-NCV zijn in 2014/2015 de volgende rapporten opgesteld:

- Adema, J. (2015). Datarapport PMR-NCV Perceel Abiotiek. Simulaties 2013. Arcadis, Rapport 078312838:0.2 - Definitief, 121 pp.
- Brinkman, A.G. (2015). Voorstel draagkrachtmodel Zwarte Zee-eend in de Voordelta. IMARES, IJmuiden, Rapport C053/15, 57 pp.
- Craeymeersch, J.A.M., V. Escaravage, J. Adema, M. Van Asch, I. Tulp & T.C. Prins (2015). PMR Monitoring natuurcompensatie Voordelta – bodemdieren 2004-2013. IMARES, Yerseke, Rapport nr C091/15, pp.
- Fijn, R.C., R.-J. Jonkvorst & J. de Jong (2015). Datarapport zee-eend monitoring Voordelta 2014/2015 Bureau Waardenburg, Culemborg, Notitie 1 juli 2015, 6 pp.
- Hintzen, N.T., P. de Vries, D. Looije & S.T. Glorius (2014). Vergelijking visserij - intensiteit op basis van AIS -VMS in de Voordelta. IMARES, IJmuiden, Rapport nr C068/14, 50 pp.
- Poot, M.J.M. & P.W. van Horssen (2014). Effect aanpassing rustgebieden voor zwarte zee-eenden in de Voordelta. Scenarioberekeningen op basis van een statistisch habitatmodel in het kader van de Natuurcompensatie Tweede Maasvlakte. Bureau Waardenburg, Culemborg, Rapport nr. 14-168 36 pp.
- Poot, M.J.M., R.C. Fijn, T.J. Boudewijn, C. Heunks, J. De Jong, W. Courtens, H. Verstraete, N. Vanermen, E.W.M. Stienen, P.A. Wolf, M.S.J. Hoekstein & S.J. Lilipaly (2015). PMR-NCV Jaarrapport Vogels 2014. Voortgang onderzoek sterns & zee-eenden in de Voordelta en Delta. Bureau Waardenburg, Culemborg, Rapport nr. 15-084, 115 pp.
- Prins, T.C., A.R. Boon, H. Holzhauser, V. Escaravage, J.A.M. Craeymeersch & G.H. van der Kolff (2015). Indicatoren voor de kwaliteit van habitatype H1110 in PMR monitoring natuurcompensatie Voordelta. Deltares, Delft, Rapport 1209129-000-ZKS-0031, pp.
- Schuur, J. (2015). Korte memo AIS 2014. LievenseCSO, Bunnik, Notitie 24 april 2015, 3 pp.
- Tulp, I.Y.M. (2015). Analyse visgegevens DFS survey ten behoeve van de compensatiemonitoring Maasvlakte2. IMARES, IJmuiden, Rapport nr C080/15, 47 pp.
- Van Calsteren-De Bruijn, L. (2014). Kitesurfen in het noordelijk deel van de Voordelta. Onderzoek met behulp van interviews. LievenseCSO, Bunnik, Rapport 22 pp.
- Van Kooten, T. & H.M. Janssen (2015). Reguleringsmechanismen in het kustecosysteem van de Voordelta. IMARES, IJmuiden, Rapport nr. C095/15, pp.

In eerdere jaren zijn de volgende PMR-NCV rapporten verschenen:

### **Plan van Aanpak:**

- Holzhauser, H. & T.C. Prins, 2009. Plan van Aanpak PMR monitoring natuurcompensatie Voordelta. *Deel A*. Deltares rapport 1200672-008-ZKS-0002  
<http://kennisonline.deltares.nl/product/30562>
- Heessen, H.J.L. & R.G. Jak, 2009. Plan van Aanpak PMR monitoring natuurcompensatie Voordelta. *Deel B*: Uitvoeringsplannen per perceel. IJmuiden, IMARES.  
<http://kennisonline.deltares.nl/product/30563>

## **Jaarrapportages:**

### **2009**

Jaarrapport 2009 PMR monitoring natuurcompensatie Voordelta. Van der Kolff, G.H., T.C. Prins & H.J.L. Heessen, 2010. Deltares rapport 1200672-000-ZKS-0016  
<http://kennisonline.deltares.nl/product/30561>

### **2010**

PMR Monitoring natuurcompensatie Voordelta. *Deel A: Jaarrapport 2010 en midterm evaluatie.* Prins, T.C., A.R. Boon, H. Holzhauer & G.H. van der Kolff, 2011. Deltares rapport 1200672-000-ZKS-0024  
<http://kennisonline.deltares.nl/product/22150>

Jaarrapport 2010 PMR Monitoring natuurcompensatie Voordelta *Deel B.* Heessen H.J.L. (ed.), 2011. Deltares/IMARES rapport 1200672-000-ZKS-0023  
<http://kennisonline.deltares.nl/product/22151>

### **2011**

PMR Monitoring natuurcompensatie Voordelta. *Deel A: Jaarrapport 2011.* Prins, T.C., G.H. van der Kolff, A.R. Boon, H. Holzhauer, C. Kuijper, V.T. Langenberg & G. Hendriksen, 2012. Deltares rapport 1200672-000-ZKS-0031  
<http://kennisonline.deltares.nl/product/30423>

Jaarrapport 2011 PMR Monitoring natuurcompensatie Voordelta *Deel B.* Heessen H.J.L. (ed.), 2012. Deltares/IMARES rapport 1200672-000-ZKS-0034  
<http://kennisonline.deltares.nl/product/30411>

### **2012**

PMR Monitoring natuurcompensatie Voordelta. Jaarrapport 2012 *Deel A.* Prins, T.C., G.H. van der Kolff, A.R. Boon, G. Hendriksen, H. Holzhauer, C. Kuijper, V.T. Langenberg & J. Reinders, 2013. Deltares rapport 1200672-000-ZKS-0039  
<http://kennisonline.deltares.nl/product/30412>

Jaarrapport 2012 PMR Monitoring natuurcompensatie Voordelta *Deel B.* Van der Kolff, G.H., T.C. Prins. (eds.), 2013. Deltares/IMARES rapport 1200672-000-ZKS-0034  
<http://kennisonline.deltares.nl/product/30565>

## **Eindrapportage 1<sup>e</sup> Fase 2009-2013**

PMR Monitoring natuurcompensatie Voordelta: eindrapport 1e fase 2009-2013 Deel A. Prins, T.C., Boon, A.R., Reinders, J., Kuijper, C., Hendriksen, G., Holzhauer, H., Langenberg, V.T., Craeijsmeersch, J.A.M., Tulp, I.Y.M., Poot, M.J.M., Seegers, H.C.M., Adema, J., Van der Kolff, G.H., 2014. Deltares rapport 1200672-000-ZKS-0042  
<http://kennisonline.deltares.nl/product/30731>

PMR Monitoring natuurcompensatie Voordelta: eindrapport 1e fase 2009-2013 Deel B. Prins, T.C., van der Kolff, G.H. (eds.), 2014. Deltares rapport 1200672-000-ZKS-0043  
<http://kennisonline.deltares.nl/product/30737>