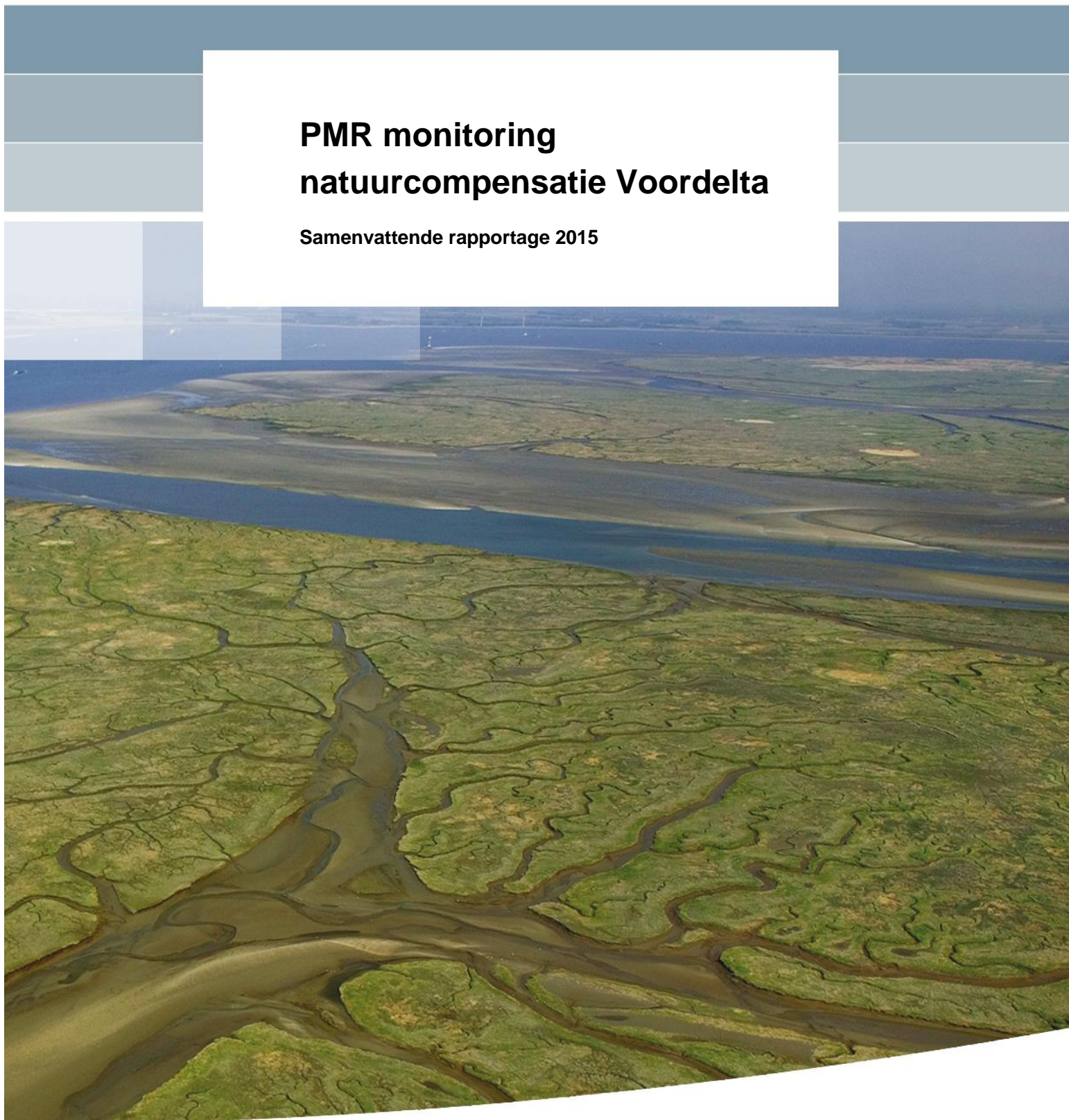


**PMR monitoring
natuurcompensatie Voordelta**

Samenvattende rapportage 2015



PMR monitoring natuurcompensatie Voordelta

Samenvattende rapportage 2015

dr. T.C. Prins
dr. I.Y.M. Tulp
drs. M.T. van der Sluis

1220260-000

Titel
PMR monitoring natuurcompensatie Voordelta def

| | | | |
|------------------------------------|----------------|----------------------|-----------------|
| Opdrachtgever | Project | Kenmerk | Pagina's |
| RWS Water, Verkeer en Leefomgeving | 1220260-000 | 1220260-000-ZKS-0016 | 49 |

Trefwoorden




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

Samenvatting

Van 2009-2014 vond de eerste fase plaats van de monitoring van de effecten van de natuurcompensatie in de Voordelta, in verband met de aanleg en aanwezigheid van Maasvlakte 2. 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. In 2014 en 2015 is een aantal verdiepende studies uitgevoerd. Daarnaast is de monitoring in de Voordelta voortgezet, als overbrugging tussen de eerste fase en de tweede fase van de natuurcompensatiemonitoring. De voorliggende rapportage geeft een samenvatting van de resultaten van monitoring en onderzoek in 2015, uitgesplitst naar de hoofdvragen van het Monitoring en Evaluatie Programma, en gaat in op de betekenis van de resultaten voor de eerdere conclusies die geformuleerd waren op basis van de resultaten uit voorgaande jaren (2009-2014). De resultaten zijn in meer detail beschreven in een reeks afzonderlijk gepubliceerde rapporten.

Referenties

RWS-WD/Zaak 31019691.0002-0004 / 4500143146

| Versie | Datum | Auteur | Paraaf | Review | Paraaf | Goedkeuring | Paraaf |
|--------|-----------|----------------|---|----------------|--|----------------------|---|
| 2 | sep. 2016 | dr. T.C. Prijs |  | ir. C. Kuijper |  | drs F.M.J. Hoozemans | bla  |

Status

definitief

Inhoud

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Inleiding | 1 |
| 2 | Overzicht uitgevoerde werkzaamheden | 3 |
| 2.1 | MEP vraag 1: Habitat H1110 | 3 |
| 2.2 | MEP vraag 2: zwarte zee-eend | 5 |
| 2.3 | MEP vraag 3 en 4: grote stern en visdief | 6 |
| 3 | Abiotische condities in 2014 | 7 |
| 3.1 | Rivierafvoeren | 7 |
| 3.2 | Weersomstandigheden | 10 |
| 3.3 | Conclusie | 12 |
| 4 | Resultaten onderzoek voor MEP vraag 1: Habitat 1110 | 13 |
| 4.1 | Ontwikkeling bodemdierengemeenschap in de Voordelta in 2009-2015 | 13 |
| 4.1.1 | Biomassa en andere parameters | 13 |
| 4.2 | Ontwikkeling visserij-intensiteit in de Voordelta | 18 |
| 4.3 | Conclusies | 22 |
| 5 | Resultaten onderzoek voor MEP vraag 2: zwarte zee-eend | 23 |
| 5.1 | Aantallen in de Voordelta | 23 |
| 5.2 | Aantallen langs de Noordzeekust | 23 |
| 5.3 | Voedselaanbod voor zwarte zee-eenden in de Voordelta | 26 |
| 5.4 | Functioneren rustgebieden | 26 |
| 5.5 | Conclusies | 27 |
| 6 | Resultaten onderzoek voor MEP vraag 3 en 4: grote stern en visdief | 29 |
| 6.1 | Aantallen broedparen | 29 |
| 6.2 | Aantallen en verspreiding (vliegtuigtellingen Voordelta) | 29 |
| 6.3 | Gebiedsgebruik en foerageergedrag (GPS waarnemingen) | 32 |
| 6.4 | Broedbiologie | 35 |
| 6.4.1 | Broedsucces | 35 |
| 6.5 | Kitesurfers bij de Hinderplaat | 38 |
| 6.6 | Conclusies | 38 |
| 7 | Discussie en aanbevelingen | 41 |
| 7.1 | Kwaliteit H1110 | 41 |
| 7.1.1 | Resultaten | 41 |
| 7.1.2 | Vervolgmonitoring 2016-2019 | 41 |
| 7.2 | Zwarte zee-eend | 42 |
| 7.2.1 | Resultaten | 42 |
| 7.2.2 | Vervolgmonitoring 2016-2019 | 42 |
| 7.3 | Grote stern en visdief | 42 |
| 7.3.1 | Resultaten | 42 |
| 7.3.2 | Vervolgmonitoring 2016-2019 | 43 |
| 8 | Referenties | 45 |

Bijlage(n)

A Overzicht PMR-NCV rapportages

A-1

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. 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 (Holzhauer & Prins 2009) zijn uitgewerkt en toegelicht. Deltares heeft de compensatiemonitoring in deze eerste fase begeleid. De monitoring werd 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 vormde de eerste overbrugging tussen de eerste fase en de tweede fase van de natuurcompensatiemonitoring.

Het project PMR-NCV 2015 vormde de tweede overbrugging tussen de eerste fase en de tweede fase van de monitoring. In 2016 is de tweede fase van de monitoring natuurcompensatie van start gegaan, onder leiding van het consortium IMARES/Deltares.

In 2015 is de monitoring voortgezet, is aandacht besteed aan datamanagement, kwaliteitsborging en opslag van de data in het datamanagement-systeem, en is gerapporteerd over de resultaten van 2015. De monitoring was een voortzetting van de uitgevoerde monitoring in 2009-2014, met op een aantal kleine punten wijzigingen, die in het volgende hoofdstuk in meer detail worden besproken. Daarnaast is een aantal aanvullende studies uitgevoerd.

De voorliggende rapportage geeft een samenvatting van de belangrijkste resultaten en conclusies uit het onderzoek en de monitoring uitgevoerd in 2015, die op dit moment beschikbaar zijn. Voor sommige onderdelen van de in 2015 uitgevoerde monitoring (bodemdieren, vis) zijn nog niet alle resultaten beschikbaar. De nu nog niet beschikbare gegevens zullen in Fase 2 van PMR-NCV worden gerapporteerd.

Tevens wordt ingegaan op de betekenis van de resultaten voor de eerdere conclusies, zoals verwoord in de Eindrapportage 1e Fase 2009-2013 en de Samenvattende rapportage 2014. 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 rapportages (Prins *et al.* 2014, Prins & Van der Kolff 2014; Prins *et al.* 2015) waar de uitvoering van de monitoring in PMR-NCV en de resultaten in meer detail worden beschreven. Bijlage A geeft een overzicht van alle rapporten die in het kader van PMR-NCV zijn verschenen in 2009-2015.

2 Overzicht uitgevoerde werkzaamheden

De werkzaamheden in 2015 betroffen uitvoering van de monitoring, datamanagement en rapportage. De monitoring is in grote lijnen op vergelijkbare wijze als in eerdere jaren uitgevoerd, waar is afgeweken van de eerdere aanpak wordt dat in de volgende paragrafen aangegeven.

2.1 MEP vraag 1: Habitat H1110

Doel van de werkzaamheden in 2015 was het uitvoeren van de monitoring van bodemdieren en vis, het uitvoeren van een aantal aanvullende analyses van de bodemdiergegevens en het kwantificeren van de visserij-inspanning in 2014. De monsterpunten en de deelgebieden die worden onderscheiden in de bodemdierbemonstering, zijn aangegeven in Figuur 2.1

Voor de bodemdiermonitoring in 2015 (Craeymeersch *et al.* 2016) is uitgegaan van het monsterprogramma dat is uitgevoerd in de periode 2009-2013. Het aantal monsterpunten is echter gereduceerd tot 238 (was 411), door:

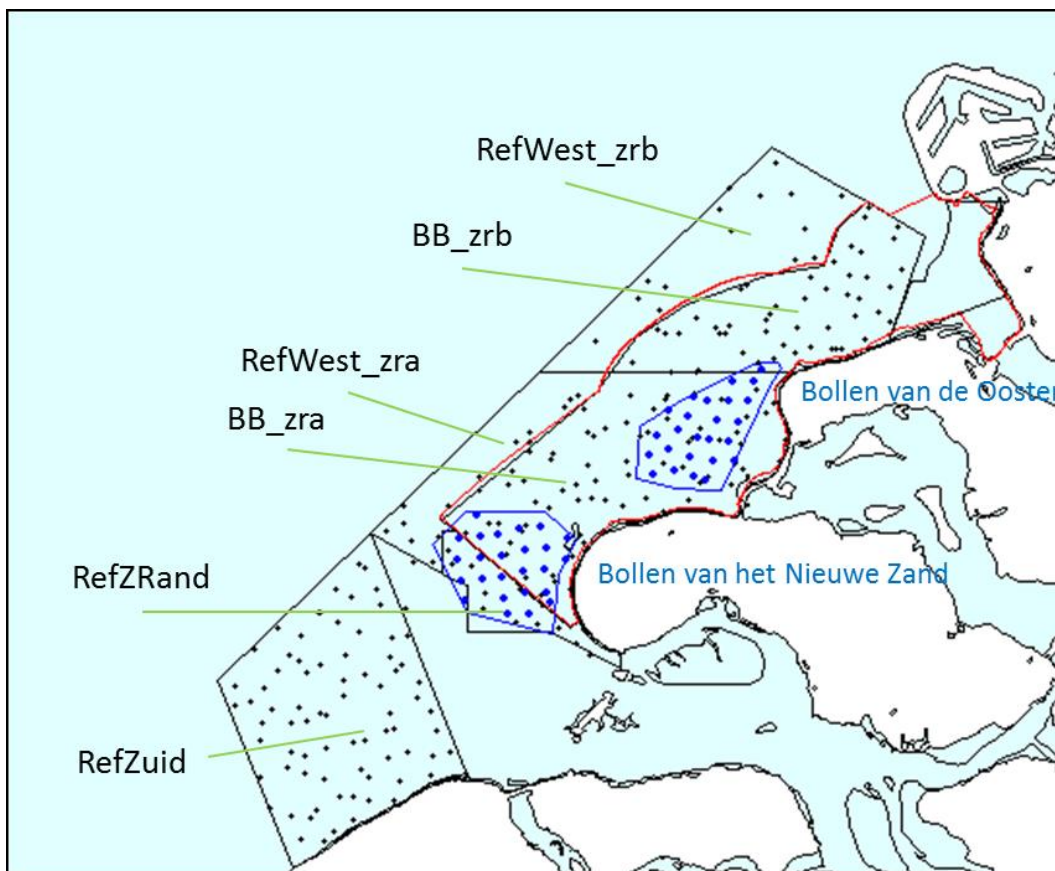
- Weglaten van punten in Haringvlietmond. Het argument voor deze keuze is dat in dit gebied geen effect van de maatregel te verwachten is, vanwege het feit dat er voorafgaand aan de aanleg van Maasvlakte 2 al niet meer met wekkerkettingen mocht worden gevestigd (accentnatuurgebied), en het strikt genomen daarom ook geen onderdeel uit maakt van het compensatiegebied (zie blz. 107 1^e Beheerplan Voordelta, VenW 2008)
- Reductie van het aantal punten in ieder van de monstervakken van RefWest: 1 i.p.v. 5 punten per vak. Het argument voor deze keuze is dat uit de VMS analyses blijkt dat ook in dit gebied de boomkorvisserij vrijwel geheel verdwenen is. Oorspronkelijk was voor extra intensieve bemonstering (meerdere punten per vak) gekozen omdat de visserij (na instelling van het bodembeschermingsgebied) in dit gebied mogelijk hoog zou blijven of zou toenemen. Gezien het feit dat de boomkorvisserij in de laatste jaren in de gehele Nederlandse kustzone grotendeels verdwenen is, wordt ook geen hoge visserij-intensiteit in dit referentiegebied verwacht. Daarmee vervalt het nut van de hogere intensiteit van bemonstering in RefWest.

Met de bovenstaande opzet van het monitoringprogramma kunnen de bestaande vraagstellingen (zoals geformuleerd in MEP en Plan van Aanpak) nog steeds beantwoord worden. Het onderzoek blijft gebiedsdekkend, alle gewenste indicatoren kunnen berekend worden, er zijn nog voldoende punten over om een hoog onderscheidingsvermogen te behouden, en analyses kunnen uitgevoerd worden die volledig aansluiten bij het al uitgevoerde onderzoek t/m 2013:

- Vergelijking van de ontwikkeling in het Bodembeschermingsgebied en de bestaande referentiegebieden
- Analyses van de correlatie tussen bodemdier-parameters en de visserij-intensiteit
- Trendanalyses van de ontwikkelingen in de bodemdierengemeenschap over de tijd in de gehele Voordelta of in delen van de Voordelta
- Analyse van de voedselvoorraad voor de zwarte zee-eend
- Bovenstaande analyses kunnen worden uitgevoerd op de schaal van de gehele Voordelta maar ook voor deelgebieden binnen de Voordelta.

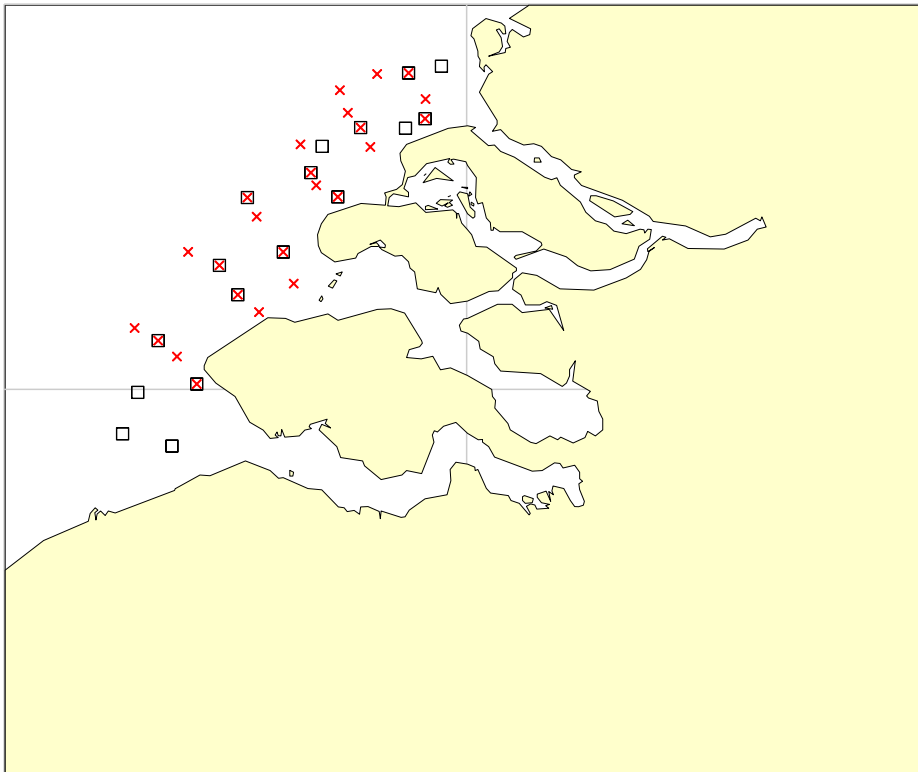
In de rustgebieden die mogelijkwel volledig gesloten gaan worden voor alle vormen van visserij, zijn extra monsters genomen (Figuur 2.1).

Aanvullend op de al uitgevoerde statistische analyses zijn in 2015 multivariate analyses uitgevoerd waarbij de bodemfaunagemeenschap als geheel is meegenomen, met de volledige set aan bodemdiergegevens over de jaren 2004-2013.



Figuur 2.1 Ligging van de monsterlocaties. De blauwe punten zijn de extra monsterpunten in de rustgebieden Bollen van het Nieuwe Zand en Bollen van de Ooster. In rood is het bodembeschermingsgebied aangegeven. Het bodembeschermingsgebied is onderverdeeld in twee geomorfologische gebieden: open wateren Voordelta (BB_zrb) en ondiepe zandbanken (BB_zra). Het referentiegebied ten westen van het bodembeschermingsgebied behoort deels tot de open wateren (RefWest_zrb), deels tot de ondiepe zandbanken (RefWest_zra). Aan de zuidelijke rand van het bodembeschermingsgebied ligt deelgebied RefZRand. Een vierde referentiegebied ligt zuidelijker (RefZuid) (Craeymeersch et al. 2016).

Vanaf 2015 is een, ten opzichte van de eerdere jaren, gereduceerd vismonitoringsprogramma uitgevoerd in de Voordelta, ingebed in de jaarlijkse Demersal Fish Survey (DFS) om ontwikkelingen in de visgemeenschap in de Voordelta te kunnen volgen en een vergelijking met andere gebieden in de kustzone van de Noordzee mogelijk te maken (Bolte 2016). Hiervoor is gekozen omdat de vergelijking Bodembeschermingsgebied met referentiegebieden een veel minder prominente rol heeft gekregen dan in de eerste fase. Daardoor hoeven er minder trekken genomen te worden. Vanwege het afwijkende bemonsteringsschema kunnen de gegevens uit de eerste fase dus niet 1 op 1 gebruikt worden. Wel is de aansluiting op de historische reeks van de DFS met het nieuwe schema verbeterd. De bemonstering en verwerking van de vangst is op dezelfde manier uitgevoerd als in de eerste fase.



Figuur 2.2 De PMR stations (x) en DFS stations (□) bemonsterd in 2015 (Bolle 2016).

Er zijn 12 DFS locaties binnen de begrenzing van de Voordelta, en 2 DFS locaties op of net buiten de begrenzing van de Voordelta. In Figuur 2.2 zijn deze locaties aangegeven (rode vierkanten), evenals de 3 locaties op de Vlake van de Raan. Voor PMR-NCV zijn 13 locaties toegevoegd, waarbij voor de positie van deze monsterpunten zo veel mogelijk is aangesloten op die uit de eerdere jaren. Deze 13 locaties vormen samen met de bestaande DFS locaties een netwerk van 6 raaien met 4 monsterpunten per raai. Op deze wijze wordt zowel een diepte gradiënt als een inshore-offshore gradiënt bemonsterd.

Voor de kwantificering van de visserij-intensiteit in de Voordelta is, evenals in voorgaande jaren, gebruik gemaakt van VMS (Vessel Monitoring System) data (Hintzen 2016).

2.2 MEP vraag 2: zwarte zee-eend

Doel van het werk in 2015 was de monitoring in de Voordelta, en de monitoring langs de gehele kust in het voorjaar, voort te zetten.

Evenals in voorgaande jaren (2009-2014) zijn in de winter en het vroege voorjaar van 2014/2015 en 2015/2016 vliegtuigtellingen in de Voordelta uitgevoerd (ca 2-3 per maand) om aantallen en verspreiding van de zwarte zee-eend te monitoren (Fijn *et al.* 2016). Ook zijn 2 vliegtuigtellingen langs de Hollandse kust en de 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 meestal de hoogste aantallen binnen Nederland 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 2015 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 2015 opgewerkt, zodat hiervoor nu een meetreeks over de jaren 2009-2015 geanalyseerd is (Van Calsteren-De Bruijn *et al.* 2016).

2.3 MEP vraag 3 en 4: grote stern en visdief

Doel van het werk in 2015 was voortzetting van de monitoring van gebiedsgebruik en functioneren van de broedkolonies.

Evenals in 2009-2014 is in 2015 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 (Fijn *et al.* 2016). In de broedkolonie Scheelhoek is van 51 nesten van grote stern het broedsucces gevolgd, in de broedkolonie Markenje van 49 nesten. In de Scheelhoek is van 31 nesten van visdief het broedsucces gevolgd. Condiëmetingen van kuikens zijn ongeveer 3 maal per week uitgevoerd in Scheelhoek, en ongeveer wekelijks in Markenje, van half mei tot begin juli. Voor de grote stern, zijn vanuit de schuilhut bij de Scheelhoek kolonie op 8 dagen voedselprotocollen gemaakt van de prooien die door grote sterns werden aangevoerd, en vanaf de dijk bij Markenje op 10 dagen. Voor de visdief zijn op 5 dagen voedselprotocollen gemaakt in de Scheelhoek.

Om een beeld te krijgen van de potentiële verstoring van sterns in de rustgebieden zijn op twee dagen (11 en 25 juni) gelijktijdige waarnemingen gedaan aan de verspreiding van sterns en het vóórkomen van menselijke activiteiten.

3 Abiotische condities in 2014

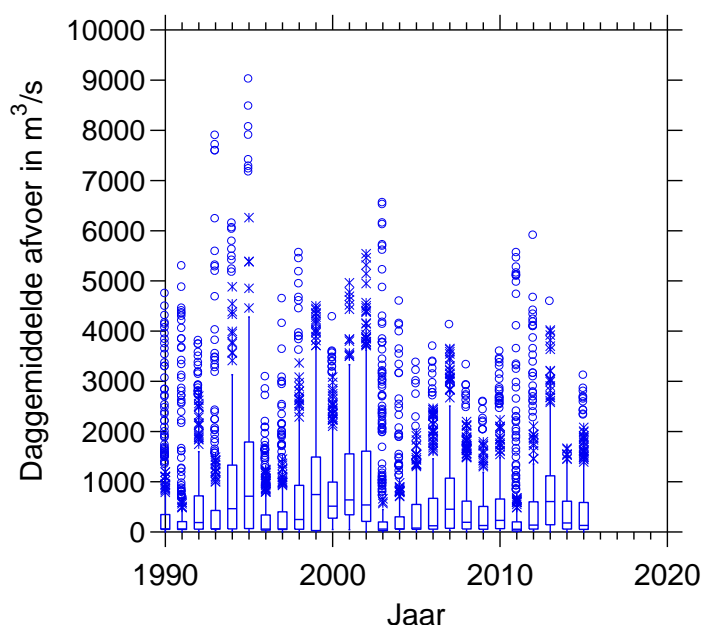
3.1 Rivierafvoeren

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 Haringvlietssluzen 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.

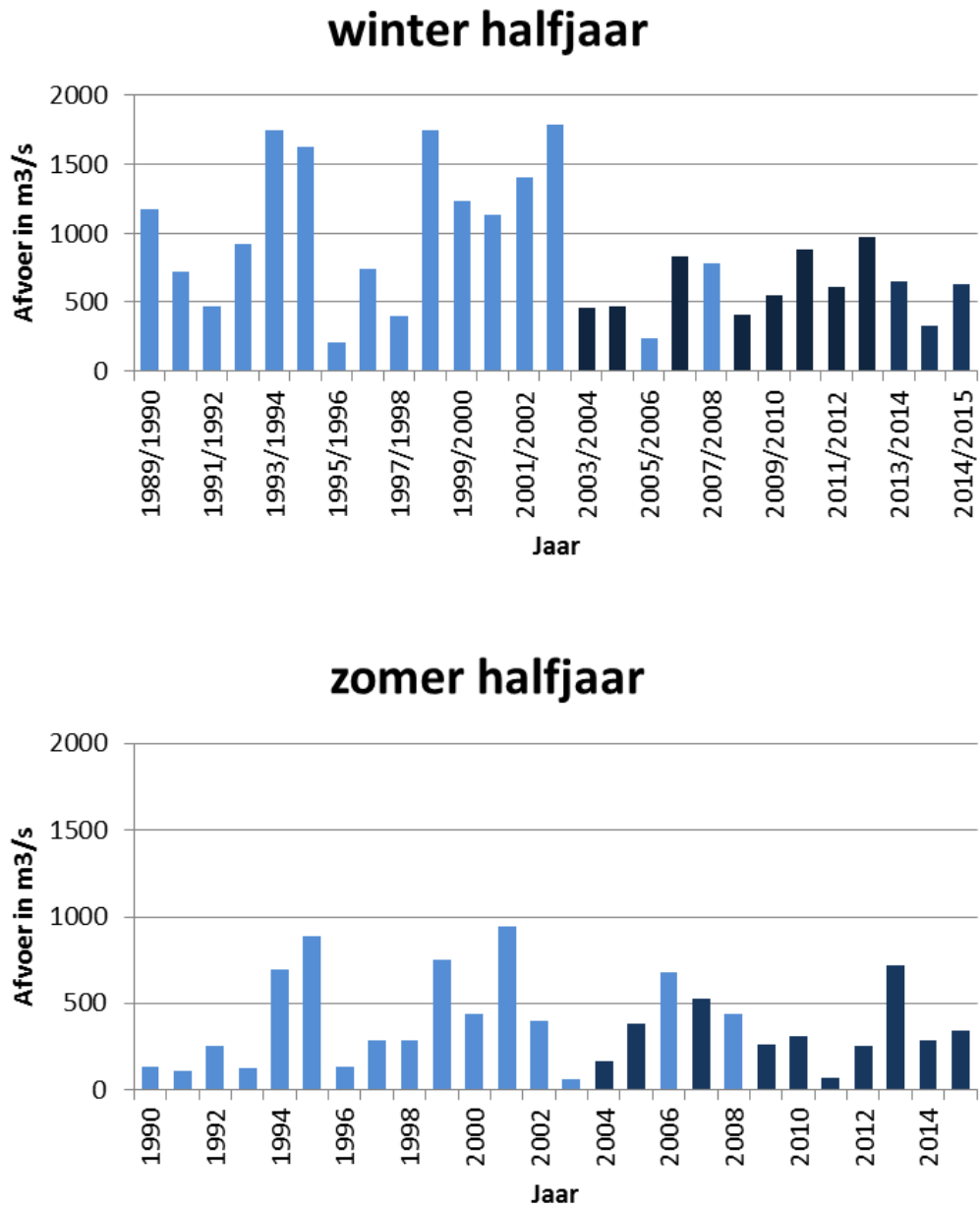
De daggemiddelde afvoer van het Haringvliet varieert sterk (Figuur 3.1). Er zijn jaren waarin hoge afvoeren relatief vaak voorkomen, maar er is geen duidelijke langjarige trend waarneembaar (Adema 2016). Er zit een 7-jarige periodiciteit in de Rijnafvoer waarvan de oorzaak onduidelijk is. Een verband met de NAO-index is niet vastgesteld (Adema 2016).

De afvoer van het Haringvliet is in het winterhalfjaar in het algemeen hoger dan in het zomerhalfjaar. De afvoer is sterk verschillend tussen jaren (Figuur 3.1). In de periode 1990-2014 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 3.2). Wel was er vrijwel elk jaar een maand met een gemiddelde afvoer van meer dan $1.500 \text{ m}^3/\text{s}$. In de winters van 2005/2006 en 2014/2015 was de gemiddelde afvoer erg laag ($<350 \text{ m}^3/\text{s}$). In alle monitoringjaren waren de winterafvoeren lager dan het langjarig gemiddelde (Figuur 3.3).

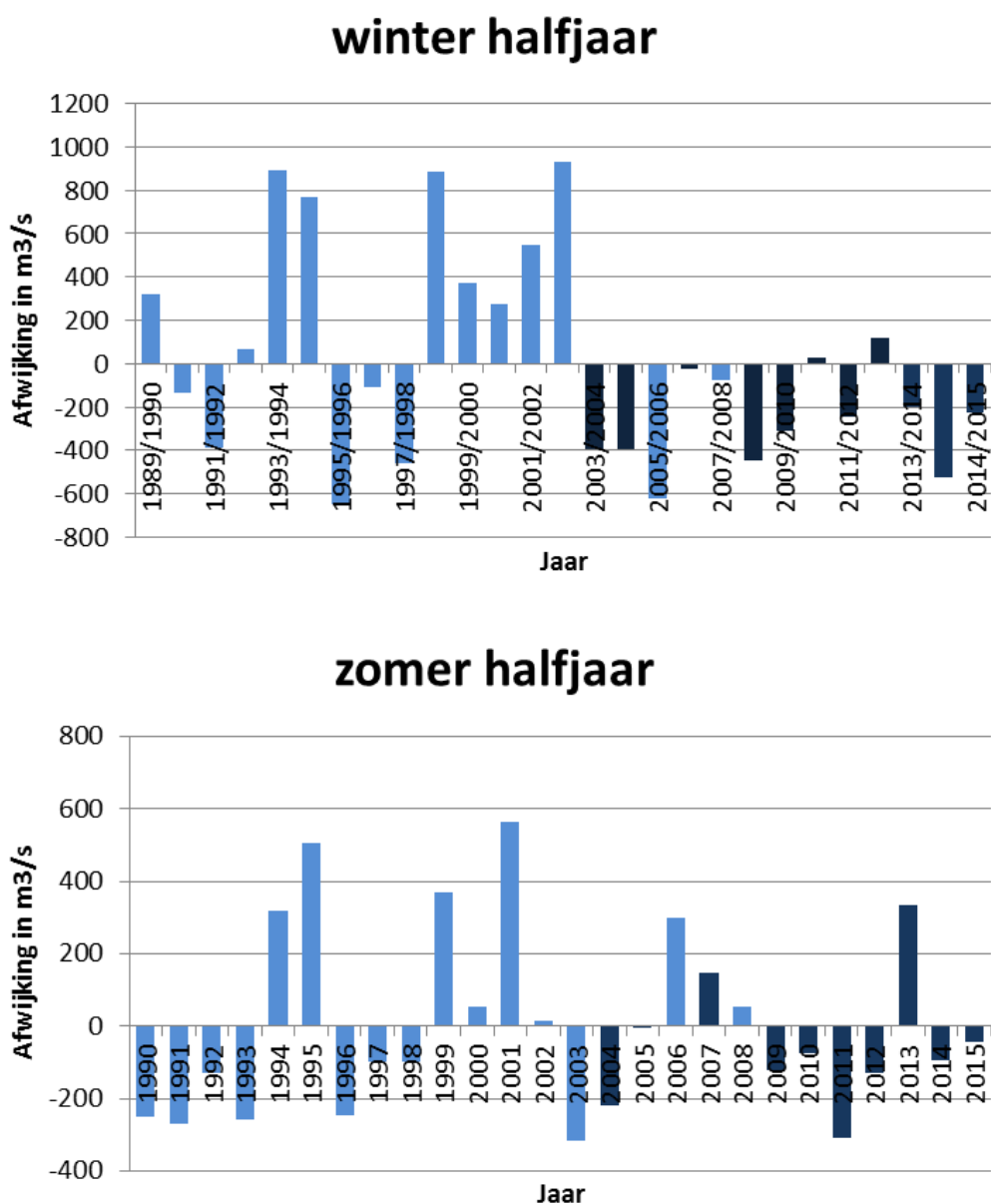
De afvoeren in het zomerhalfjaar waren relatief laag in 2011 ($74 \text{ m}^3/\text{s}$) en relatief hoog in 2013 ($718 \text{ m}^3/\text{s}$), ten opzichte van het langjarig gemiddelde ($390 \text{ m}^3/\text{s}$) en de overige jaren in de T_0 en T_1 (Figuur 3.3)



Figuur 3.1 Daggemiddelde afvoer van het Haringvliet in m^3/s in de periode 1990-2015



Figuur 3.2 Afvoer van het Haringvliet in m³/s in de periode 1990-2014, gemiddeld over het winterhalfjaar okt-mrt en het zomerhalfjaar apr-sep. De jaren die in het PMR-NCV monitoringprogramma gebruikt zijn als T₀ en T₁ jaren zijn in donker blauw weergegeven. Voor de winter 2015/2016 zijn nog geen volledige gegevens beschikbaar.



Figuur 3.3 Afwijking van de gemiddelde afvoer van het Haringvliet in het winter- en zomerhalfjaar ten opzichte van het langjarig (1990-2015) 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 2015/2016 zijn nog geen volledige gegevens beschikbaar.

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 3.3). 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. Langdurige periodes met hoge afvoer via de Haringvlietsluizen kunnen van invloed zijn op de ecologie van de Voordelta, vooral op de bodemdiergemeenschap in het mondingsgebied van het Haringvliet, als gevolg van het dan langdurig voorkomen van een laag zoutgehalte. In het mondingsgebied van het Haringvliet komt een zoutwatergemeenschap voor die bestaat uit

bodemdieren die ook enige tijd lagere zoutgehalten kunnen verdragen (Wijnhoven & Hummel 2008; 2011). Langdurige periodes van hoge afvoer via het Haringvliet en de daarmee gepaard gaande lage saliniteit in het gebied rond de Hinderplaat hebben in het verleden wel geleid tot bodemdiersterfte. Dit is o.a. waargenomen in de winter van 1994/1995 toen hoge afvoeren (zie ook Figuur 3.1/m Figuur 3.3) leidden tot een saliniteit <4, en gedurende enige maanden <10 en sterfte van kokkels (Craeymeersch & Van der Land 1998).

3.2 Weersomstandigheden

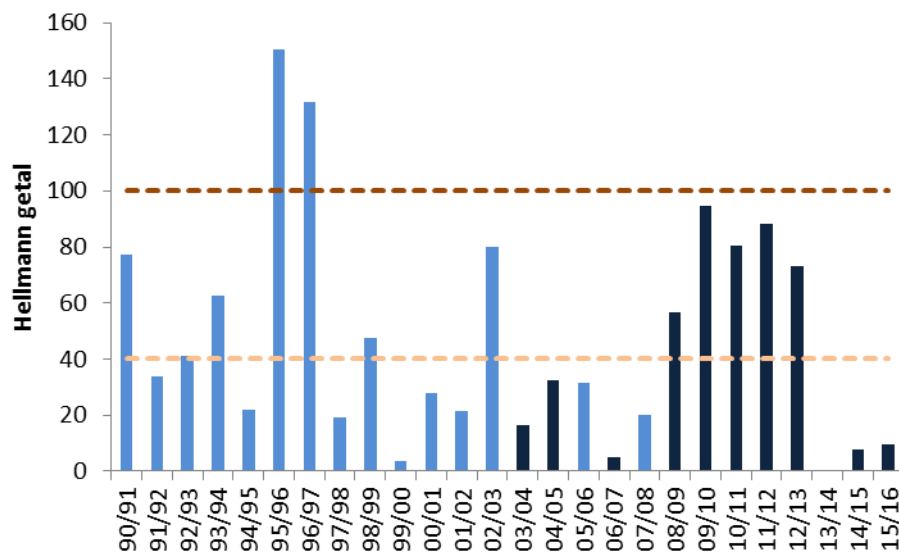
Weersfactoren die van invloed zijn op de ecologie van de Voordelta zijn onder meer strenge winters en zware stormen. Het is bekend dat strenge winters kunnen leiden tot sterfte van bodemdieren en veranderingen in dichtheden en soortensamenstelling.

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) 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 3.4). In het PMR-NCV project is de watertemperatuur 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 T₀ periode (vooral de winter van 2006/2007) erg zacht waren (Figuur 3.5). De maximale watertemperaturen laten een minder duidelijk verband met luchttemperatuur zien. De jaren met de hoogste maxima zijn 1994, 1995, 1997 en 2003.

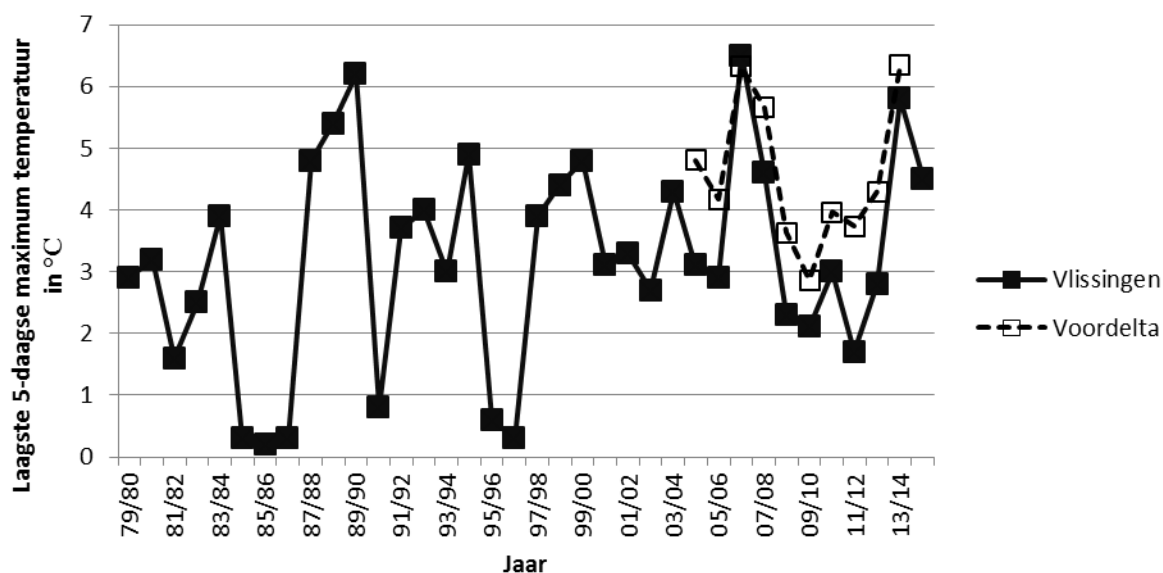
Zowel de jaargemiddelde watertemperatuur als de maximale watertemperatuur vertonen een stijgende trend over de laatste 40-50 jaar in de gehele Nederlandse kustzone (van Aken 2010, Adema 2016).

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).

| 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 |
| 2014/2015 | 7.8 | buitengewoon zacht |
| 2015/2016 | 9.6 | buitengewoon zacht |



Figuur 3.4 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 3.5 De watertemperatuur die gedurende vijf aaneengesloten dagen is onderschreden op meetpunt Vlissingen (monitoring data MWTL), en in de Voordelta (modeldata, gemiddeld over de diepte en de gehele Voordelta). Modeldata zijn beschikbaar t/m 2014.

Er lijkt een daling te zijn in de frequentie van stormen in de laatste 40 jaar. De kans op het voorkomen van windsnelheden van respectievelijk 8, 9 of 10 Bft is in de T_0 en T_1 jaren lager dan in de daaraan voorafgaande periode (Adema 2016). In de periode 1971-1999 kwamen stormen met meer dan 9 Bft 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.

Stormen zijn van invloed op stroomsnelheden en golfhoogtes, en daarmee op de bodemschuifspanning die van invloed is 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). Niet alleen de frequentie van voorkomen van stormen en de zwaarte van stormen, maar ook de periode in het jaar waarin een storm voorkomt, kan dus van invloed zijn op de bodemdiergemeenschap in de ondiepe delen van de Voordelta.

3.3 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. In vergelijking met de voorafgaande decades kan de meetperiode van PMR-NCV worden omschreven als zacht, met hogere watertemperaturen, lagere afvoer van het Haringvliet en met een lagere frequentie van stormen. De verschillen tussen T_0 en T_1 zijn relatief klein.

De gegevens over de abiotische omstandigheden in de Voordelta worden toegepast in de analyses van bodemdieren, vis en zwarte zee-eend.

4 Resultaten onderzoek voor MEP vraag 1: Habitat 1110

Dit hoofdstuk geeft een samenvatting van de resultaten van het onderzoek in 2015 aan bodemdieren (Craeymeersch *et al.* 2016). Op dit moment zijn alleen de gegevens van de bodemschaafbemonstering van 2015 volledig beschikbaar. De gegevens van de boxcore-monsters komen in augustus 2016 gereed. Rapportage over de volledige resultaten van 2015 (boxcore+bodemschaaf) zal in Fase 2 van PMR-NCV gebeuren. De analyse van de visbemonstering komt eveneens pas in het najaar van 2016 beschikbaar. Daarnaast wordt in dit hoofdstuk een samenvatting gegeven van nieuwe analyses van de ontwikkeling van de visserij voor de periode 2006 – 2014 (Hintzen 2016).

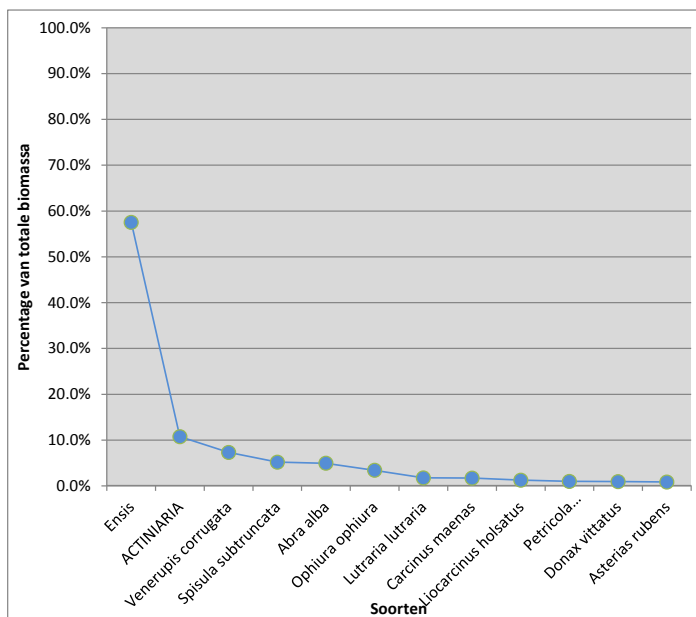
4.1 Ontwikkeling bodemdierengemeenschap in de Voordelta in 2009-2015

De resultaten van de bodemdierbemonsteringen in de jaren 2009-2013 zijn in 2015 gerapporteerd (Craeymeersch *et al.* 2015, Prins *et al.* 2015). In die periode waren schelpdieren de meest dominante groep (in biomassa), en de Amerikaanse zwaardschede *Ensis directus* was de meest dominante soort in biomassa in de Voordelta.

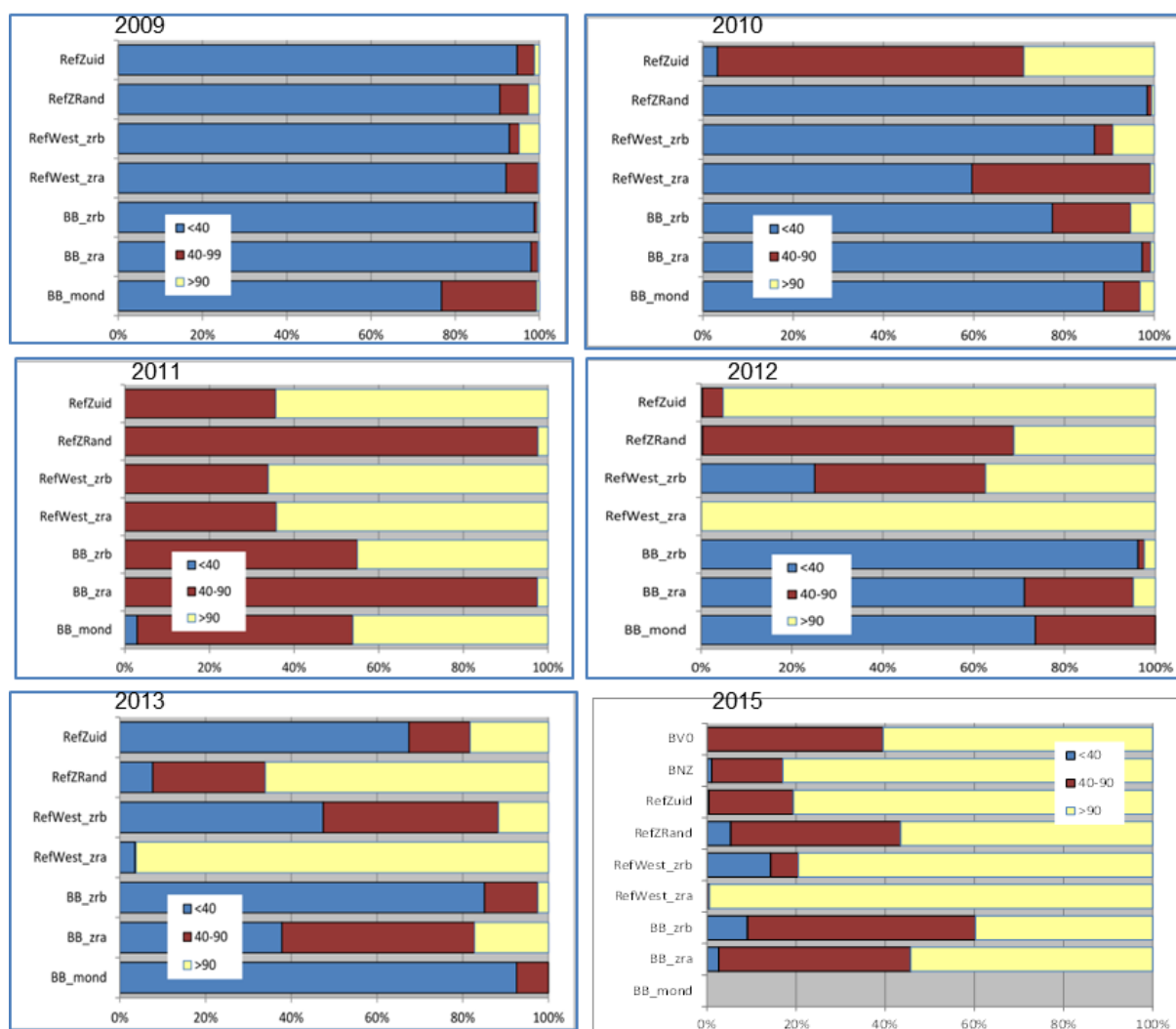
4.1.1 Biomassa en andere parameters

De bodemschaafgegevens geven aan dat, evenals in voorgaande jaren, de Amerikaanse zwaardschede *Ensis directus* het meest dominant was in biomassa in 2015 met 58% van de totale biomassa (Figuur 4.1). Dit aandeel in de totale biomassa is lager dan eerder in de jaren 2009-2013 (T_1), toen het lag tussen 62-73%. In de T_0 (2004-2005) was het tussen 58-62%. In de meeste gebieden in 2015 betrof het vooral grotere dieren (>9 cm). Kleine lengteklassen (broedval van voorgaande jaren) zijn nauwelijks aangetroffen (Figuur 4.2). In eerdere jaren is het niet voorgekomen dat over de gehele Voordelta het aandeel grote lengteklassen van *Ensis directus* zo groot was. De grootteklasse >9 cm wordt beschouwd als ongeschikte prooi voor zwarte zee-eenden.

De soortensamenstelling van de bodemdiergemeenschap (op basis van de bodemschaaf-monsters) was vergelijkbaar met die van de eerdere jaren uit de PMR-NCV bemonstering.



Figuur 4.1 Relatieve bijdrage van de meest dominante soorten aan de bodemdierenbiomassa (data bodemschaaf 2015; Craeymeersch et al. 2016).



Figuur 4.2 Lengte-frequentieverdeling van de Amerikaanse zwaardschede *Ensis directus* in de verschillende deelgebieden van de Voordelta in 2009-2013 en in 2015. In 2014 is geen bemonstering uitgevoerd, en in 2015 is het mondingsgebied van het Haringvliet (BB_mond) niet bemonsterd. De frequentieverdeling is gebaseerd op de bodemschaaf-gegevens. Blauw: schelpengte <40 mm; rood: schelpengte 40-90 mm; geel: schelpengte >90 mm. De ligging van de verschillende deelgebieden is weergegeven in Figuur 2.1. (Craeymeersch et al. 2016)

In en rond de huidige rustgebieden Bollen van de Ooster en Bollen van het Nieuwe Zand zijn extra bemonsteringen van bodemdieren uitgevoerd. Ook voor deze gebieden blijkt uit de nu beschikbare bodemschaafmonsters dat de Amerikaanse zwaardschede in veel hogere gemiddelde dichtheden voorkomt (respectievelijk 14.0 en 8.4 per m²) dan de andere schelpdieren die geschikt zijn als voedsel voor zwarte zee-eenden (<1 per m²).

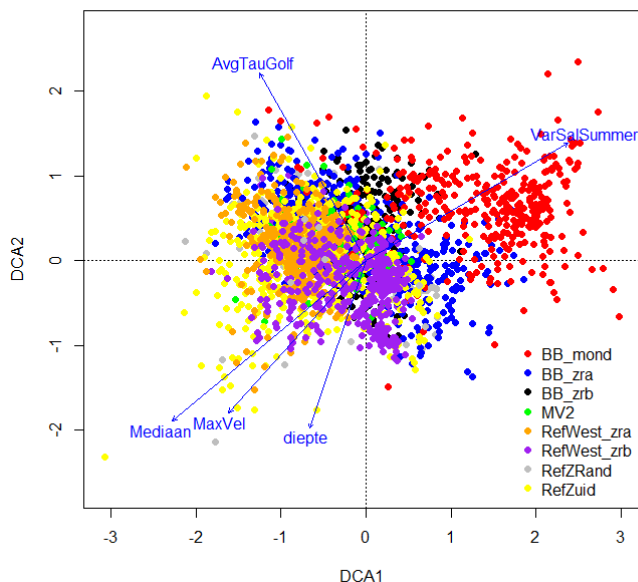
Er is een multivariate analyse uitgevoerd met de gecombineerde dataset van bodemdiergegevens (boxcore+bodemschaaf) van de jaren 2004-2013 (2852 monsters). De wijze waarop de data uit boxcore en bodemschaaf worden gecombineerd is beschreven in Craeymeersch & Escaravage (2014). Eerder is voor deze dataset al de respons van één variabele (zoals biomassa, of dichtheid) op omgevingsvariabelen zoals abiotische omstandigheden en visserij-intensiteit (Craeymeersch *et al.* 2015) onderzocht. In de nu uitgevoerde multivariate analyse is de respons van de gehele bodemdiergemeenschap (met alle individuele soorten) op dat soort omgevingsvariabelen onderzocht. Een aantal zeer weinig voorkomende soorten (in <10 monsters aangetroffen) is buiten de analyse gehouden. Ook is een aantal taxa samengevoegd. Voor de details van de aanpak en achtergrond bij de statistische methoden, zie Craeymeersch *et al.* (2016).

In Figuur 4.3 is de ordening van de monsters op basis van soortensamenstelling weergegeven als resultaat van een Detrended Corresponded Analysis (DCA). Dit geeft aanwijzingen over verschillen en overeenkomsten in de monsters, in soortensamenstelling en in dichtheid. Monsters die op elkaar lijken voor wat betreft soortensamenstelling, liggen in de figuur dicht bij elkaar. In Figuur 4.3 zijn de verschillende deelgebieden (zie Figuur 2.1) onderscheiden. De resultaten laten zien dat er geen duidelijk gescheiden soortsgemeenschappen zijn in de Voordelta (dit zou zichtbaar zijn als duidelijk gescheiden puntenwolken).

In de figuur zijn ook vijf abiotische variabelen weergegeven (deze hebben in de statistische analyse geen invloed gehad op de ordening van de monsters). Er is sprake van geleidelijke overgangen in soortensamenstelling en dichtheid. Deze gradiënten hangen samen met de geografische ligging. De ordening van de monsters en deelgebieden gaat voor een groot deel samen met verschillen in abiotische omstandigheden (variatie in saliniteit, sedimentsamenstelling, stroomsnelheid, diepte). Die onderscheiden het mondingsgebied van het Haringvliet (BB_mond) van de andere gebieden (grotere variatie in saliniteit, fijner sediment, lagere maximale stroomsnelheid).

Zoals ook al eerder geconcludeerd (Craeymeersch & Escaravage 2014, Prins *et al.* 2014), onderscheidt het mondingsgebied van het Haringvliet zich van de rest van de gebieden in soortensamenstelling en abiotische omstandigheden. Soorten als strandgaper *Mya arenaria*, nonnetje *Macoma balthica*, kokkel *Cerastoderma edule*, gewone strandkrab *Carcinus maenas* en de polychaet *Marenzelleria* komen vooral in het mondingsgebied van het Haringvliet voor. De andere deelgebieden overlappen meer en eventuele verschillen in soortensamenstelling tussen deze deelgebieden zijn daarom minder duidelijk. Uit de analyse komt ook naar voren dat de Amerikaanse zwaardschede *Ensis directus* geen specifieke eisen stelt die tot voorkeur voor één van de andere deelgebieden in de Voordelta leidt, de soort kan overal voorkomen.

Uit een Constrained Correspondence Analysis (CCA) volgt dat de correlatie met de abiotische variabelen significant is. De variantie in de soortensamenstelling wordt voor slechts een klein deel door abiotische omstandigheden verklaard (6%), maar dat betekent niet dat de abiotische variabelen niet de belangrijkste gradiënten weergeven (Legendre & Legendre 1998). Ook in een analyse van macrobenthos van de Westerschelde, verklaarden saliniteit, mediane korrelgrootte, stroomsnelheden bij eb en vloed, diepte en seizoen minder dan 10% van de variantie in de Westerschelde (Craeymeersch 1999), terwijl er toch wel degelijk een sterke relatie is tussen de soortensamenstelling en deze variabelen zoals ook blijkt uit andere studies (Ysebaert *et al.* 2003).



Figuur 4.3 Ordening van de monsters (punten) en de abiotische variabelen (pijlen) in het eerste ordinatievlak van een Detrended Correspondence Analysis (DCA). De verschillende deelgebieden zijn door kleuren onderscheiden. De richting van de pijlen geeft de richting van de gradiënt in de abiotische variabelen aan (Mediaan=mediane korrelgrootte; MaxVel=maximale stroomsnelheid; AvgTauGolf=bodemschuifspanning door golven; VarSalSummer=standaarddeviatie saliniteit in de zomer) (Craeymeersch et al. 2016)

In een CCA vervolganalyse is gekeken naar boomkorvisserij op platvis en visserij op garnalen als verklarende variabelen, waarbij het effect van de vijf abiotische variabelen is verwijderd (maar wel meetelt). Zo kan het voorkomen van soorten direct in verband worden gebracht met visserijdruk.

In beide gevallen verklaart de visserijdruk een deel van de variantie, maar de abiotische variabelen verklaren een aanmerkelijk groter deel van de variantie (5,5%) dan boomkorvisserij (0,4%) of garnalenvisserij (0,4%).

Naast de invloed van abiotische variabelen is er dus een kleine (statistische) invloed van boomkor- en garnalenvisserij zichtbaar. Deze is positief voor sommige soorten (soorten nemen in aantal toe bij meer visserij) en negatief voor andere soorten. Die statistisch gevonden invloed heeft soms betrekking op soorten die slechts sporadisch zijn waargenomen, is niet altijd in lijn met wat verwacht zou worden op basis van de biologische kenmerken van een soort, en in een aantal gevallen is de respons van een soort op garnalenvisserij tegengesteld aan de respons op boomkorvisserij op platvis.

Enkele voorbeelden zijn:

- de moddergarnaal *Callianassa subterranea* leeft in gangen in het sediment en wordt verondersteld gevoelig te zijn voor bodemberoerende visserij (Wijnhoven *et al.* 2013); in de multivariate analyse is een positieve correlatie met boomkorvisserij en een negatieve correlatie met garnalenvisserij gevonden
- de Japanse oester *Crassostrea gigas* is eveneens sterk positief gecorreleerd met boomkorvisserij en sterk negatief met garnalenvisserij

- het vlokreeftje *Ampelisca brevicornis*, dat in kokers leeft die deels boven het sediment uitkomen en daarom mogelijk gevoelig is voor bodemberoerende visserij (Craeymeersch *et al.* 2000), heeft een negatieve correlatie met boomkorvisserij en een positieve correlatie met garnalenvisserij. Bovendien is de soort slechts in 8 monsters aangetroffen.

Mogelijk worden de verschillen in reactie op boomkorvisserij op platvis en op garnalen deels veroorzaakt door het feit, dat de twee visserijen op verschillende locaties in de Voordelta voorkomen, en er onderliggende factoren zijn die de ruimtelijke verschillen in voorkomen van de soorten veroorzaken. In vervolganalyses in Fase 2 zal onderzocht worden of er nog andere variabelen te vinden zijn die de ruimtelijke verschillen beter kunnen verklaren.

Vooralsnog lijkt er sprake van toevallige statistische verbanden tussen het voorkomen van soorten en visserij-intensiteit, die niet samenhangen met oorzakelijke relaties, gezien het feit dat de verbanden deels gelden voor soorten die slechts incidenteel zijn waargenomen, de verbanden strijdig lijken met de biologische karakteristieken van soorten en de verbanden met boomkorvisserij en garnalenvisserij vaak tegengesteld zijn.

4.2 Ontwikkeling visserij-intensiteit in de Voordelta

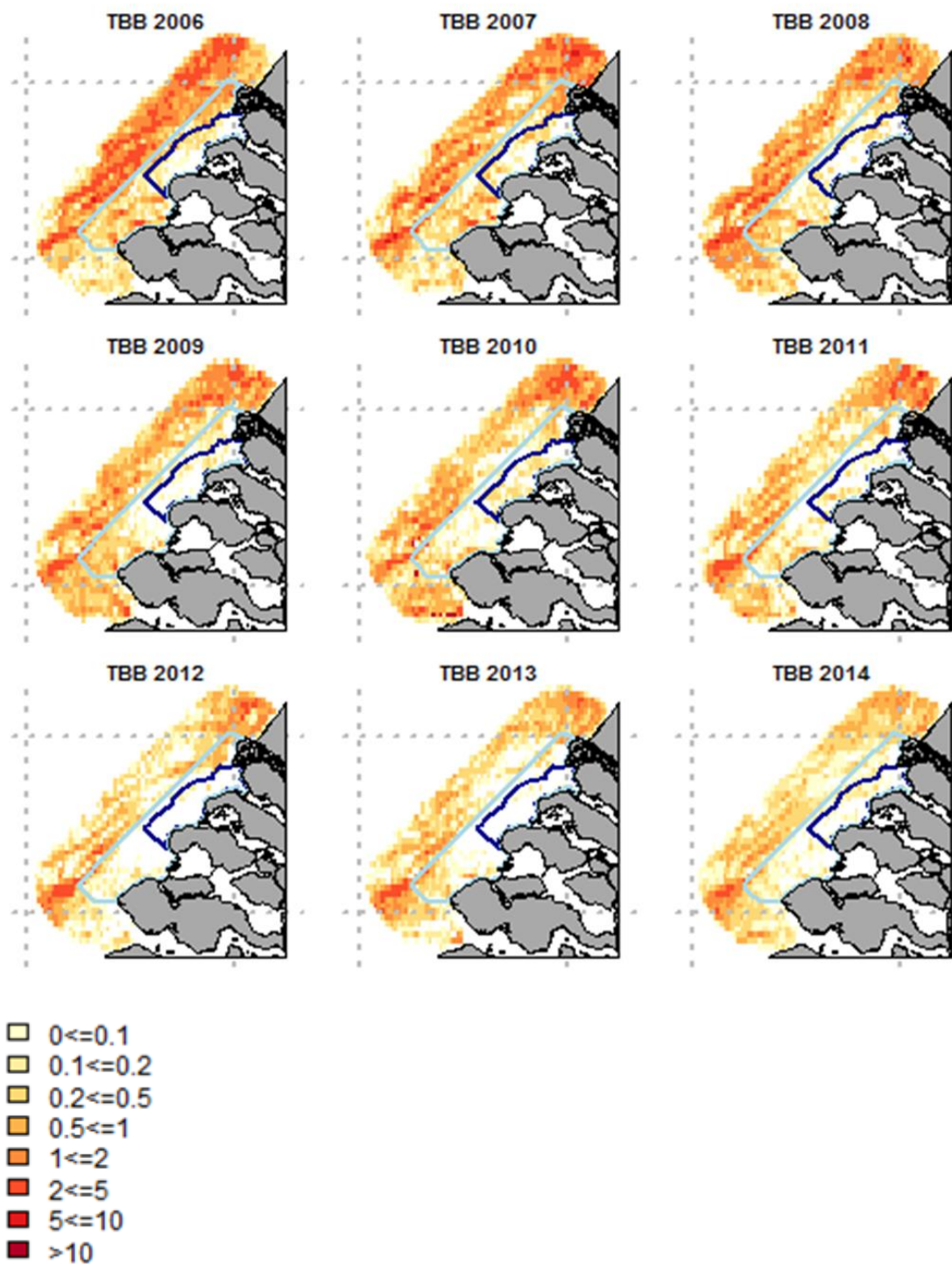
De analyse van de visserij-intensiteit van boomkorvisserij op platvis en van garnalenvisserij is uitgebreid met de gegevens t/m 2014 (Hintzen 2016). De visserij-intensiteit wordt afgeleid van VMS (Vessel Monitoring System) data. Daaruit wordt een frequentie van bevissing per jaar op een locatie berekend (Hintzen *et al.* 2014).

Er is opnieuw gekeken naar de VMS data waarbij een groter gebied in beschouwing is genomen; naast het bodembeschermingsgebied en de rest van de Voordelta zijn ook gegevens verwerkt van een strook van 7,5 km rond de Voordelta. De analyse is uitgevoerd op een schaal van 1/60 graad (oosterlengte, noorderbreedte), wat ongeveer gelijk is aan 2*2 km. In de resultaten die nu gepresenteerd worden, is de periode 2006-2014 weergegeven. In de jaren 2004 en 2005 was VMS nog in minder grote mate ingevoerd. In een vervolganalyse in Fase 2 zullen deze jaren vanwege het belang voor PMR-NCV wel meegenomen worden, na heroverweging van de manier waarop er gecorrigeerd wordt voor de in die jaren nog incomplete vlootdekking.

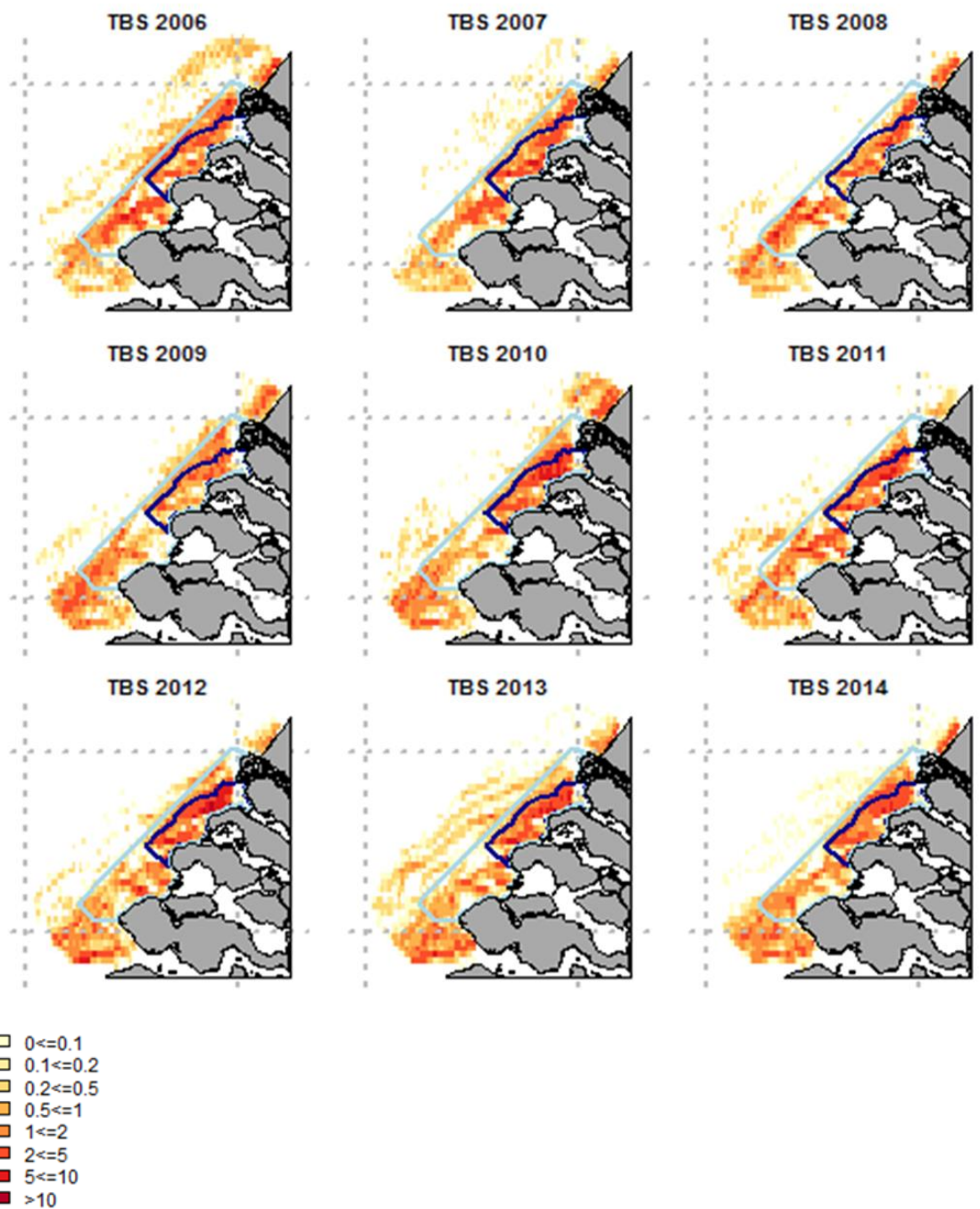
Het al eerder vastgestelde patroon in visserij (Seegers *et al.* 2014, Prins *et al.* 2015) verandert niet: In de hele Voordelta neemt de visserij-intensiteit van boomkorvisserij op platvis door kotters van 260-300 pk af, eerst in het noordelijke deel van de Voordelta waar nu het bodembeschermingsgebied ligt, daarna ook in het zuidelijke deel van de Voordelta. Ook in de zone direct grenzend aan de Voordelta neemt de visserij-activiteit in de loop van de jaren af (Figuur 4.4). Garnalenvisserij vindt verspreid door de hele Voordelta plaats en het ruimtelijke patroon verschilt van jaar tot jaar (Figuur 4.5). Relatief intensief bevist zijn het gebied ten westen van Maasvlakte 2, het bodembeschermingsgebied en het midden van het zuidelijk referentiegebied.

Het aantal visuren, als maat voor de totale visserij-inspanning, vertoont geen duidelijke trend in de Voordelta (Figuur 4.6). De visserij is niet gelijk verdeeld: in het bodembeschermingsgebied is, gemiddeld over 2006-2014, 14% van het oppervlak niet bevist door garnalenvisserij en 62% van het oppervlak meer dan 1 keer per jaar. In de rest van de Voordelta is dit respectievelijk 20% (niet bevist) en 35% (>1 keer per jaar).

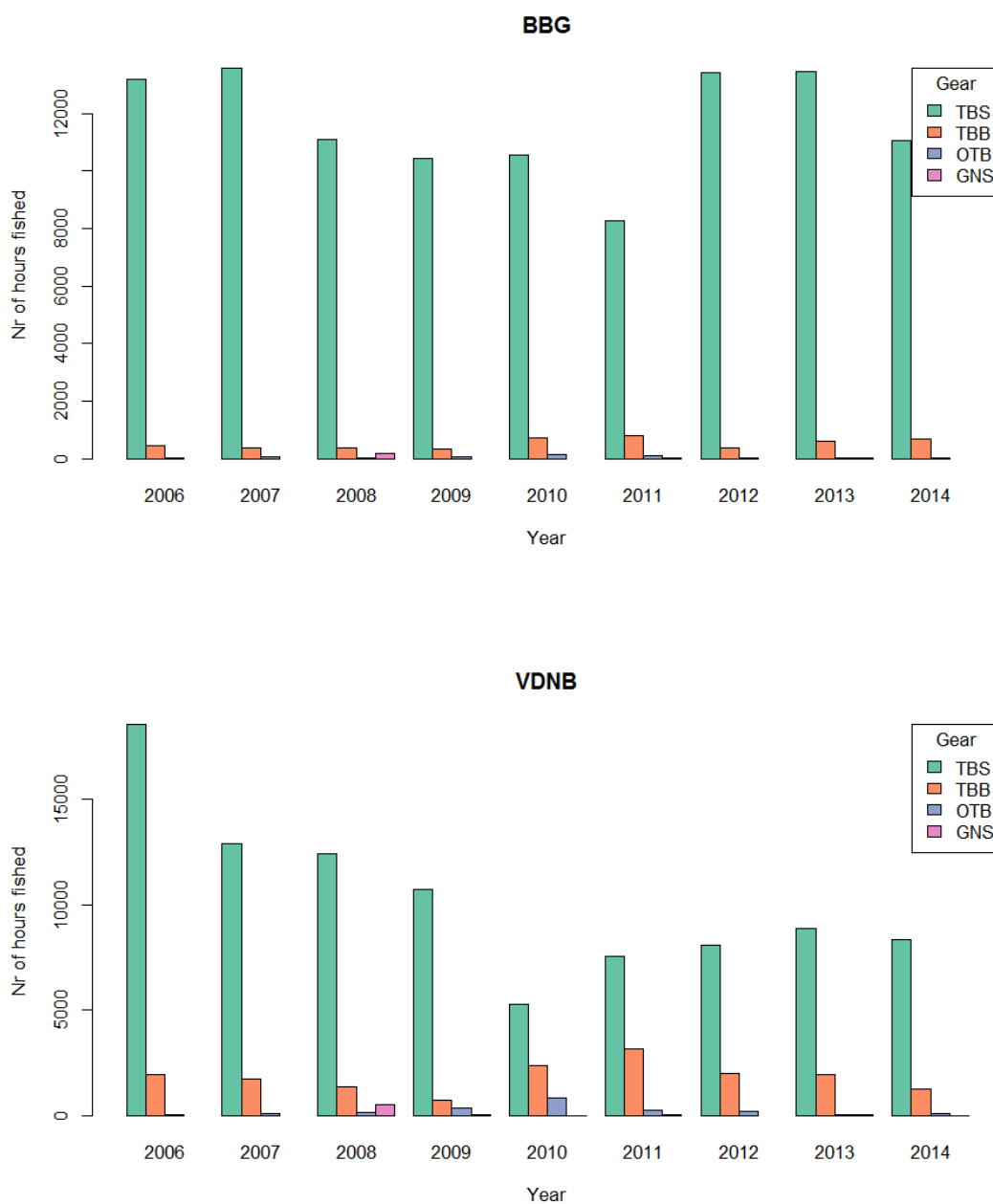
Garnalenkotters zijn minder actief in en rond de Voordelta van december tot en met juli. In die periode is de activiteit altijd minder dan 10% van het jaartotaal. Een piek in de garnalenvisserij-activiteit is te zien in september, oktober en november (Figuur 4.7).



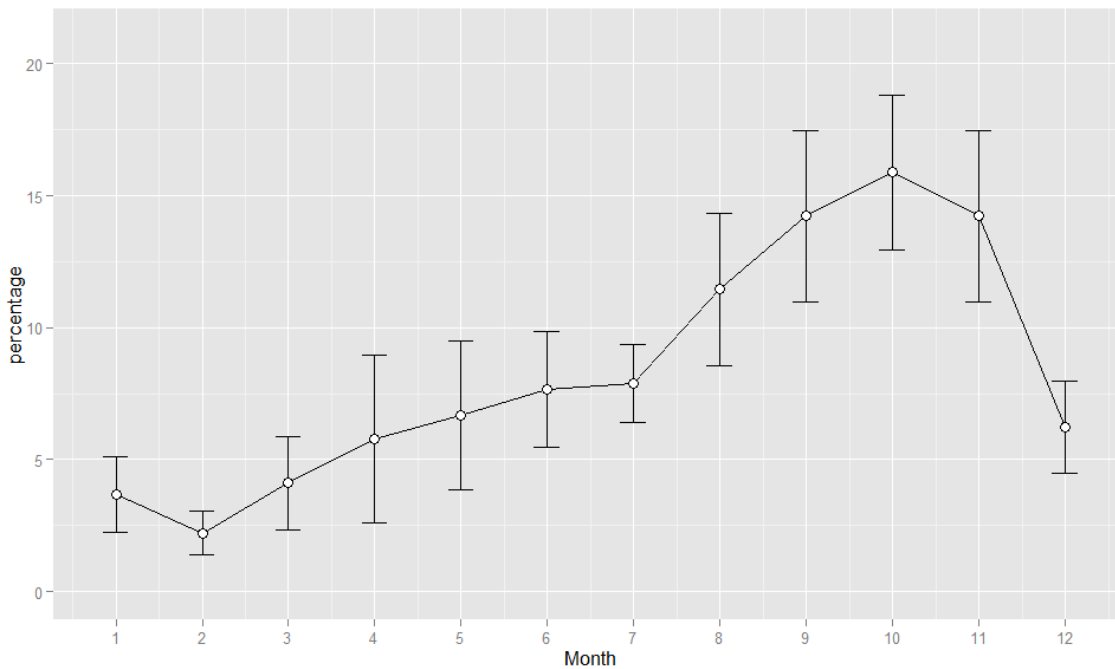
Figuur 4.4 Jaarlijkse ruimtelijke verspreiding van de visserij-intensiteit (uitgedrukt als aantal vis-uren per jaar) van de Eurokotter boomkorvisserij op **platvis** in de jaren 2006-2014. Data voor de Voordelta en een 7,5 km zone rond de Voordelta (Hintzen 2016).



Figuur 4.5 Jaarlijkse ruimtelijke verspreiding van de visserijdruk (uitgedrukt als aantal visuren per jaar) van de Eurokotter visserij op **garnalen** in de jaren 2006-2014. Data voor de Voordelta en een 7,5 km zone rond de Voordelta (Hintzen 2016).



Figuur 4.6 Aantal visuren in de Voordelta, in het bodembeschermingsgebied (BBG) en de rest van de Voordelta (VDNB), per jaar voor boomkorschepen (TBB), garnalenkorschepen (TBS), bordenschepen (OTB) en kieuwnetschepen (GNS (Hintzen 2016)).



Figuur 4.7 Relatieve verdeling van de visserij-activiteit van garnalenvissers over het jaar, gemiddeld over het gehele geanalyseerde gebied. De figuur geeft het maandgemiddelde aantal visuren als percentage van het jaartotaal (\pm betrouwbaarheidsinterval) (Hintzen 2016).

4.3 Conclusies

Door het nog ontbreken van de gegevens van de bodemdierbemonstering met de boxcore en de visbemonstering in 2015, kunnen nu nog slechts beperkte conclusies getrokken worden over de kwaliteit van habitat H1110 in 2015. De bodemschaafgegevens maken in ieder geval duidelijk dat van de bodemdiersoort die het meest dominant is in biomassa in de Voordelta, de Amerikaanse zwaardschede, vooral grote schelpen (>9 cm) voorkwamen.

De visserijgegevens bevestigen het beeld uit eerdere jaren, nl. de nagenoeg volledige afwezigheid van boomkorvisserij op platvis in de gehele Voordelta en de concentratie van garnalenvisserij in het Bodembeschermingsgebied. De meest intensieve garnalenvisserij vindt plaats in september-november.

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 Fijn *et al.* 2016. De resultaten van monitoring van scheepvaart zijn beschreven in Van Calsteren-De Bruijn *et al.* 2016.

5.1 Aantallen in de Voordelta

De waargenomen maximale aantallen zwarte zee-eenden in de Voordelta waren in de jaren 2009-2016 lager dan in de T_0 periode en ook laag ten opzichte van het instandhoudingsdoel van 9700 zwarte zee-eenden in de midwintertellingen, met uitzondering van winter en voorjaar van 2012/2013 (Tabel 5.1). De drie laatste jaren (2013-2016) hebben de laagste maximale aantallen in de gehele meetreeks. Ook in het Belgische kustwater waren de aantallen laag.

Het aantal vogeldagen in de winter (okt-mrt) van 2014/2015 was het laagste van alle meetjaren (Figuur 5.1). Voor 2015/2016 zijn deze gegevens nog niet compleet uitgewerkt, maar de voorlopige resultaten wijzen op zeer lage aantallen in de Voordelta. Ook in de voorjaarsmaanden april-mei was het aantal vogeldagen in de T_1 jaren sinds 2009, met uitzondering van 2013, erg laag vergeleken met de T_0 jaren. De voorlopige resultaten voor het voorjaar 2016 laten ook erg lage aantallen in de Voordelta zien, terwijl bij de Noord-Hollandse kust juist erg hoge aantallen (>30.000) zijn waargenomen.

Zwarte zee-eenden waren in de winter van 2014/2015 geconcentreerd in het gebied ten zuiden van de Bollen van de Ooster en ten zuiden van de Bollen van het Nieuwe Zand aanwezig. In de winter van 2015/2016 zijn de vogels vrijwel alleen ten zuiden van de Bollen van de Ooster aangetroffen. In grote lijnen komt dit overeen met het patroon van eerdere jaren (Poot *et al.* 2014c, Prins *et al.* 2014, Poot *et al.* 2015). Gemiddeld valt in de winter ongeveer 25% (range 8-42%) van de vogeldagen in de rustgebieden, met over 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).

5.2 Aantallen langs de Noordzeekust

In het voorjaar (maart en april) van 2015 zijn tellingen uitgevoerd langs de Hollandse kust en de Noordzeekust van de (Nederlandse) Waddeneilanden. Evenals in de voorgaande jaren sinds 2010 werden langs de Waddeneilanden relatief hoge aantallen zwarte zee-eenden waargenomen, in vergelijking met de totale aantallen die in de Nederlandse kustwateren zijn waargenomen. Alleen in 2009 werden de hoogste aantallen in de Voordelta waargenomen, in dat jaar was het aantal zwarte zee-eenden bij de Waddenkust in het voorjaar erg laag (Tabel 5.2).

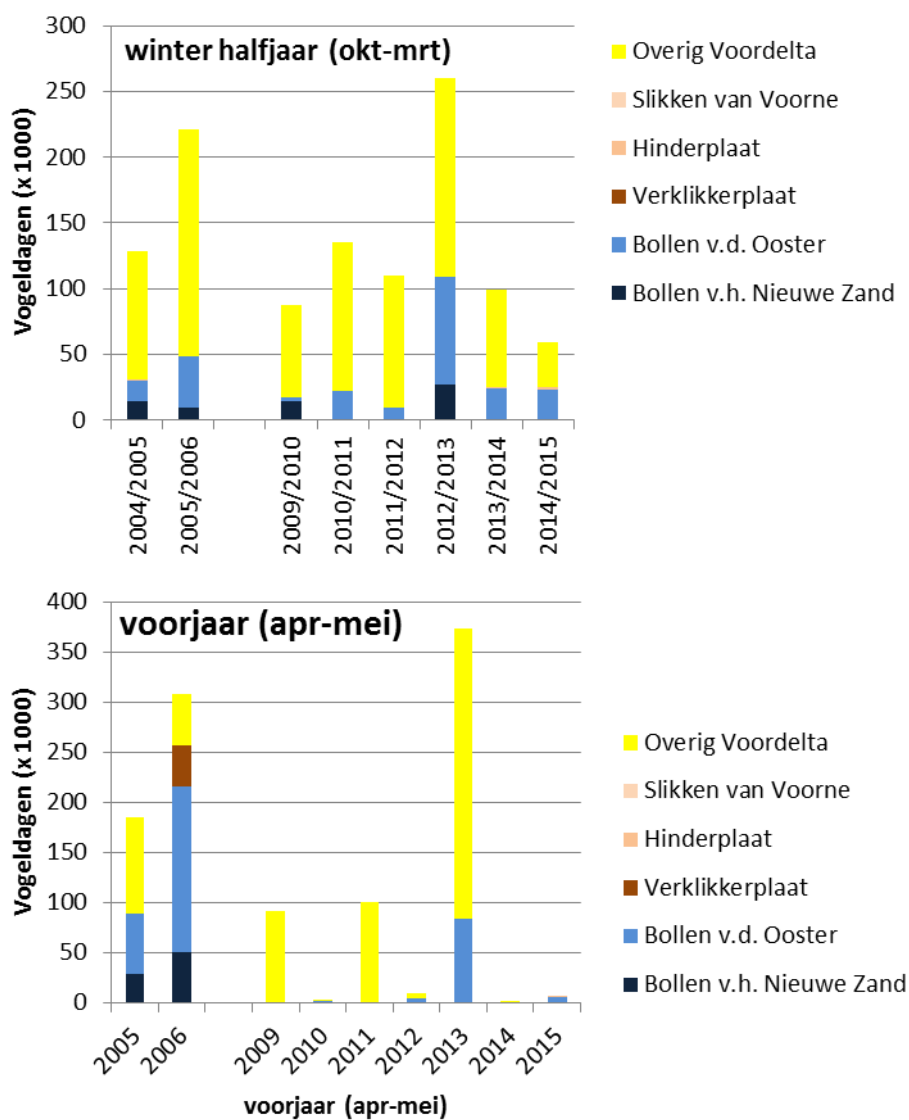
Tabel 5.1 De getelde maximale aantallen van de zwarte zee-eend in de Voordelta in de periode oktober-mei van de T₀ en de T₁ op basis van vliegtuigtellingen. Tellingen vinden gemiddeld 2-3 maal per maand plaats (Fijn et al. 2016).

| Periode | | Geteld maximum | Maand met maximum |
|----------------|------------|----------------|-------------------|
| T ₀ | 2004-2005 | 9.078 | April |
| | 2005-2006 | 10.244 | Mei |
| T ₁ | 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 | 1.760 | November |
| | 2015-2016* | 520 | November |

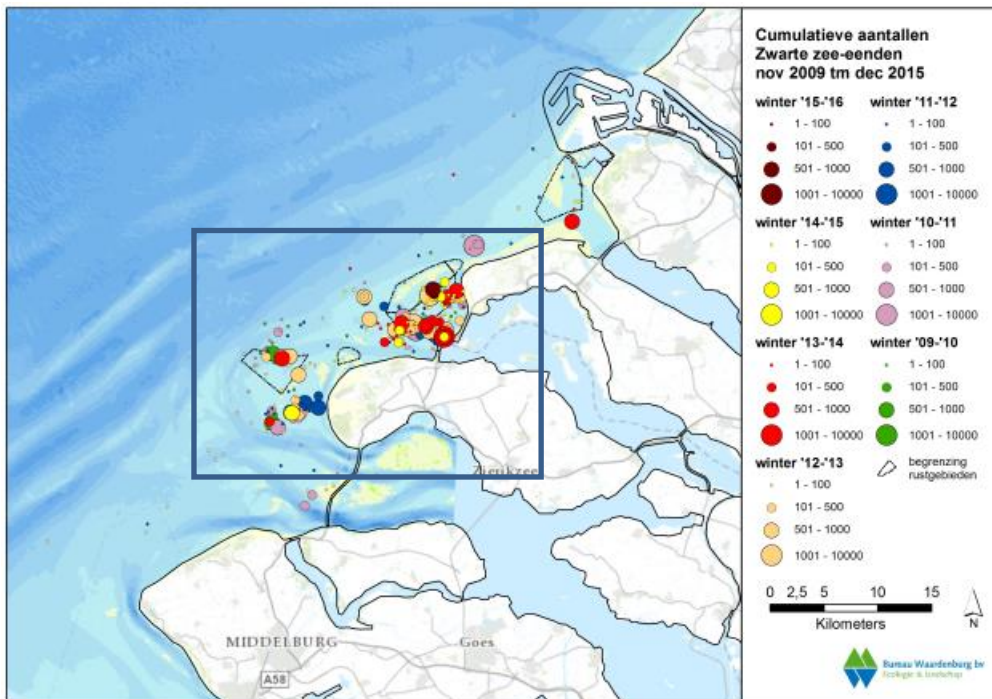
*voorlopige gegevens t/m mei 2016

Tabel 5.2 Gemiddelde aantallen zwarte zee-eenden in maart-april in de Nederlandse kustwateren (Fijn et al. 2016).

| 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% |
| 2015 | 305 | 50 | 11.268 | 11.623 | 3% |



Figuur 5.1 Totaal aantal vogeldagen van de zwarte zee-eend over verschillende gebieden in de Voordelta tijdens het winterhalfjaar (boven) en in de voorjaarsperiode april-mei (onder) (Fijn et al. 2016).



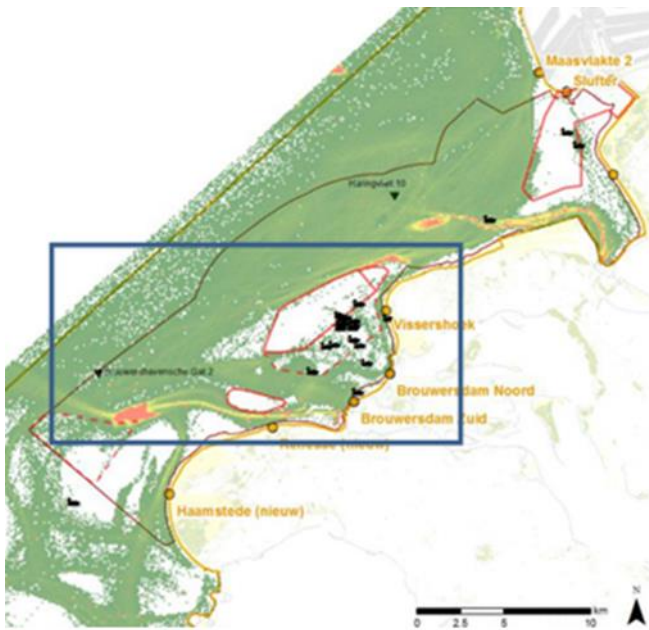
Figuur 5.2 Winterverspreiding (oktober-maart) van zwarte zee-eenden in de Voordelta in de T1 periode op basis van alle beschikbare vliegtuigtellingen (Fijn et al. 2016).

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. Omdat de gegevens van de boxcore-monsters van 2015 nog niet beschikbaar zijn, is er nog geen definitieve bepaling van het voedselaanbod in 2015 beschikbaar. Uit de gegevens van de bodemschaaf blijkt wel dat het bestand van de Amerikaanse zwaardschede voor meer dan de helft van het aantal (Figuur 4.2) bestond uit schelpen langer dan 9 cm, die voor zwarte zee-eenden te groot zijn om te consumeren (Poot *et al.* 2014c). In het rustgebied Bollen van het Nieuwe Zand bestond het schelpdierbestand voor 85% uit Amerikaanse zwaardschede, in de Bollen van de Ooster was dat meer dan 95%. De meest voorkomende andere soort in de rustgebieden was de Witte dunschaal *Abra alba*.

5.4 Functioneren rustgebieden

Tellingen van zwarte zee-eenden en waarnemingen van menselijk gebruik zijn twee maal gelijktijdig uitgevoerd in 2015 (19 november, 4 december) bij het rustgebied Bollen van de Ooster. Er zijn geen menselijke activiteiten waargenomen binnen de rustgebieden of bij locaties waar zwarte zee-eenden voorkwamen; tijdens de waarnemingen in november waren geen zwarte zee-eenden aanwezig waren en in december slechts 520 eenden. Daarnaast is, door gebruik te maken van AIS gegevens, de intensiteit van de scheepvaart (vnl. beroepsvaart incl. visserij) in de verschillende delen van de Voordelta in kaart gebracht. De vaargeul ten zuiden van de Middelploot werd van begin oktober tot half december 2015 druk bevaren, door de zandsuppletieschepen richting strand Brouwersdam. Visserij (garnalen) vond vooral plaats in het gebied direct ten noorden van de Bollen van de Ooster. Het aantal zwarte zee-eenden in de periode oktober-december 2015 was laag. De eenden verbleven op locaties waar gedurende die gehele periode geen of relatief weinig scheepvaartbewegingen waren (Figuur 5.3).



Figuur 5.3 Vliegtuigwaarnemingen van zwarte zee-eenden in de Voordelta in oktober-december 2015 (zwarte symbolen) met daarover heen de AIS-waarnemingen van scheepvaart in die gehele periode (wit= geen scheepvaart; groen = lage intensiteit; rood = hoge intensiteit).

5.5 Conclusies

De aantallen zwarte zee-eenden in de Voordelta en het aantal vogeldagen waren in 2014/2015 laag. 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 T₁ periode steeds lage aantallen in de Voordelta zijn waargenomen, die slechts enkele procenten van de aantallen in de Wadden-regio zijn.

De zwarte zee-eend wordt deels binnen de begrenzing van de rustgebieden waargenomen, maar grote concentraties zijn in de jaren 2009-2015 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. Vrijwel alle waarnemingen van zwarte zee-eenden vallen binnen de grenzen van het bodembeschermingsgebied, in gebieden met weinig of geen scheepvaart.

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 Fijn *et al.* (2016). De resultaten van monitoring van menselijk gebruik zijn beschreven in Van Calsteren-De Bruijn *et al.* 2016.

6.1 Aantallen broedparen

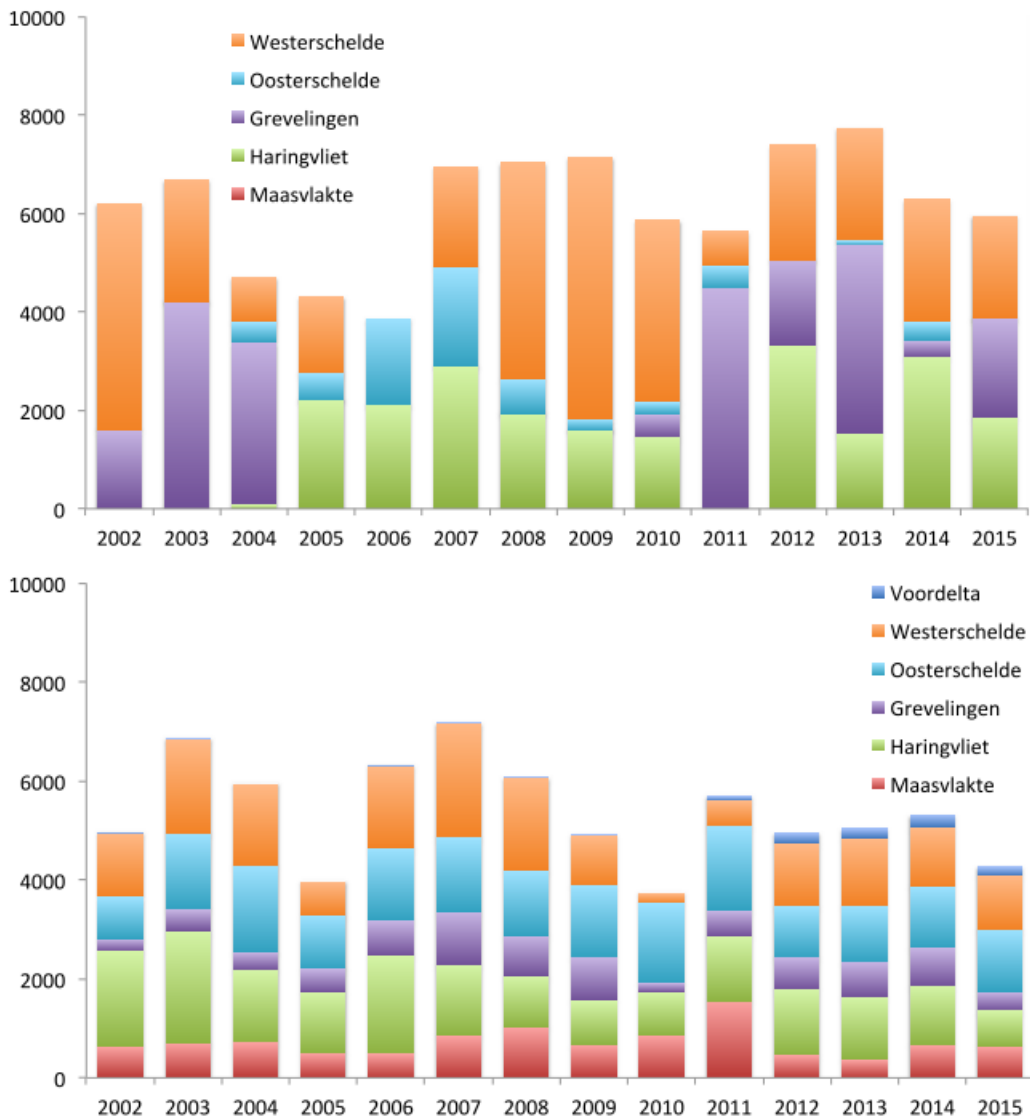
In 2014 werd een nieuwe broedkolonie van grote stern (>3000 broedparen) gevestigd op de Slijkplaat in het Haringvliet; dit was het belangrijkste broedgebied in 2014. In 2015 vestigden de grote sterns zich weer in de broedkolonie in de Scheelhoek in het Haringvliet (ca. 1800 paar). De kolonie op Markenje (Grevelingen) bestond uit ca. 2000 paar. De derde kolonie van grote sterns in het Deltagebied bevindt zich op de Hoge Platen in de Westerschelde. Het totale aantal broedparen in de ZW Delta was ca. 6000 paren (Figuur 6.1), dit valt binnen de range van ca. 3900-7700 paren zonder positieve of negatieve trend van de jaren sinds 1999 (bijlage 2 in Strucker *et al.* 2015).

Het aantal broedparen van visdief was iets minder dan 5000 (Figuur 6.1). Dit valt binnen de range van 4100-7700 paren in het Deltagebied zonder positieve of negatieve trend van de jaren sinds 1999 (bijlage 2 in Strucker *et al.* 2015). Het aantal broedparen inclusief de kolonie in Zeebrugge varieerde tussen ca. 5700-10500. De verdeling over de kolonies was in grote lijnen gelijk aan eerdere jaren.

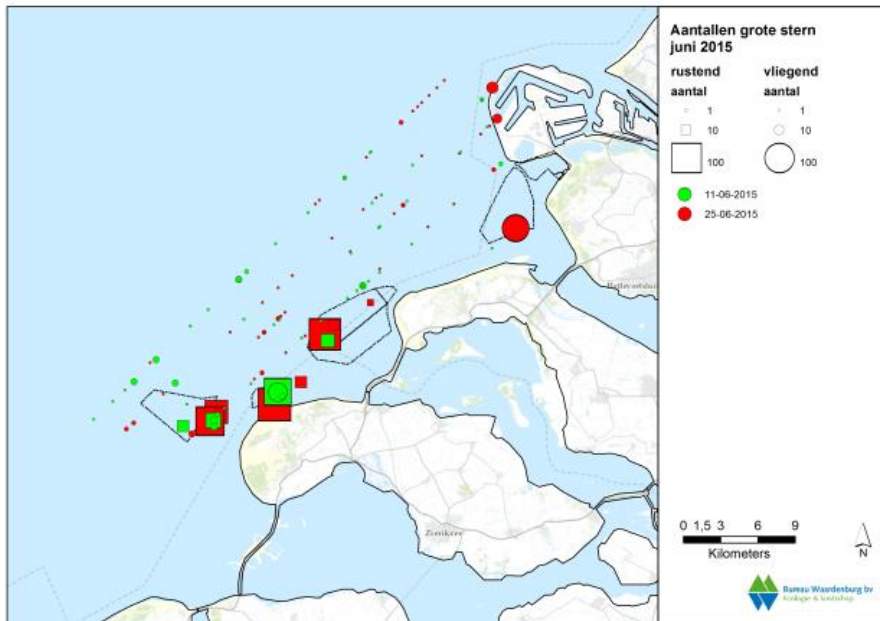
6.2 Aantallen en verspreiding (vliegtuigtellingen Voordelta)

In 2015 zijn in juni twee vliegtuigtellingen uitgevoerd, op het moment dat sterns jongen hebben in de kolonies. Figuur 6.2 geeft de verspreiding en aantallen van grote sterns weer tijdens deze twee tellingen op 11 en 25 juni 2015. Tijdens deze tellingen werden grote sterns in het gehele telgebied gezien. De grootste concentraties bestonden uit rustende vogels op platen en stranden op de westpunt van de Bollen van de Ooster, Bollen van het Nieuwe Zand en op het Verklikkerstrand/plaat. Daarnaast zijn concentraties vliegende of foeragerende grote sterns waargenomen in de Haringvlietmonding en langs de Tweede Maasvlakte.

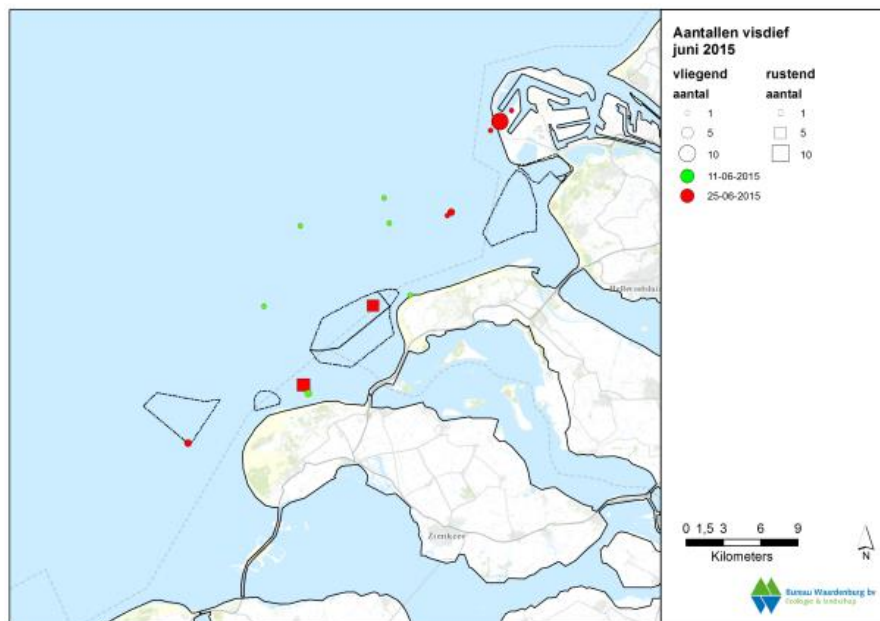
Voor de visdief zijn, net als in eerdere jaren, de grootste vlieg- en foerageerconcentraties waargenomen in de regio Haringvlietmonding/kust van Maasvlakte 2. In 2015 zijn de visdieven bij de uitstroomopening van de Haringvlietsluizen niet geteld. Bij laag water maken enkele honderden visdieven gebruik van het verhoogde visaanbod bij de uitstroom van zoet water uit het Haringvliet. Visdieven zijn rustend op de oostpunt van de Bollen van de Ooster gezien en op de Middelplaat. Met name tijdens de telling op 11 juni zaten visdieven ook relatief verder offshore (Figuur 6.3).



Figuur 6.1 Aantal broedparen van de grote stern (boven) en visdief (onder) in de ZW Delta (Fijn et al. 2016).



Figuur 6.2 Verspreiding van grote stern op 11 en 25 juni 2015.. De aantallen rustende vogels op de platen zijn het resultaat van integrale tellingen. De vliegende vogels zijn geteld tijdens transect-tellingen (Fijn et al. 2016).

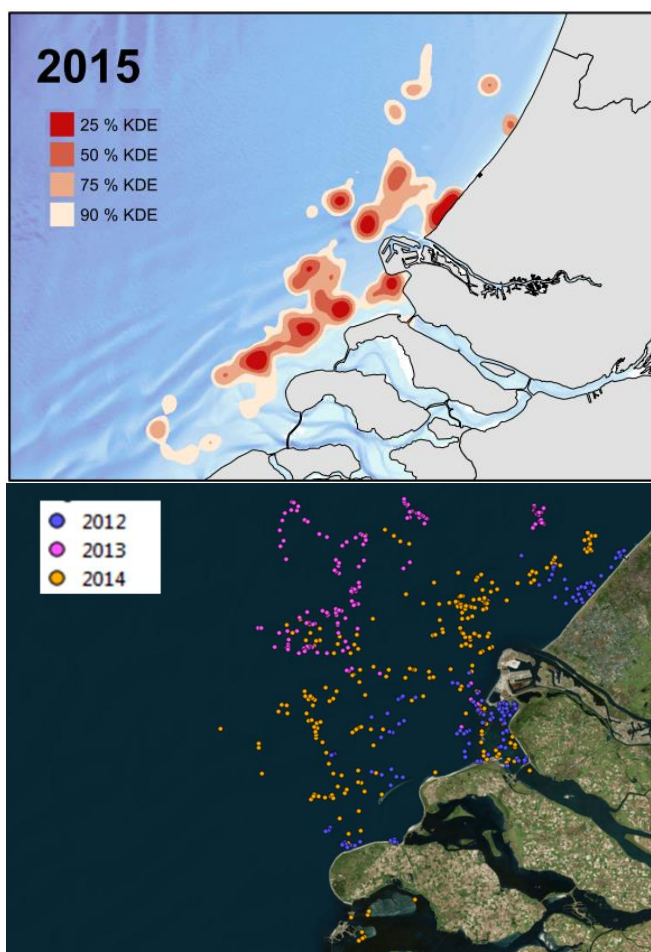


Figuur 6.3 Verspreiding van visdief op 11 en 25 juni 2015. De aantallen rustende vogels op de platen zijn het resultaat van integrale tellingen. De vliegende vogels zijn geteld tijdens transect-tellingen (Fijn et al. 2016). Bij de Haringvlietsluizen foerageren visdieven bij lager water, deze zijn niet geteld en niet in de figuur weergegeven.

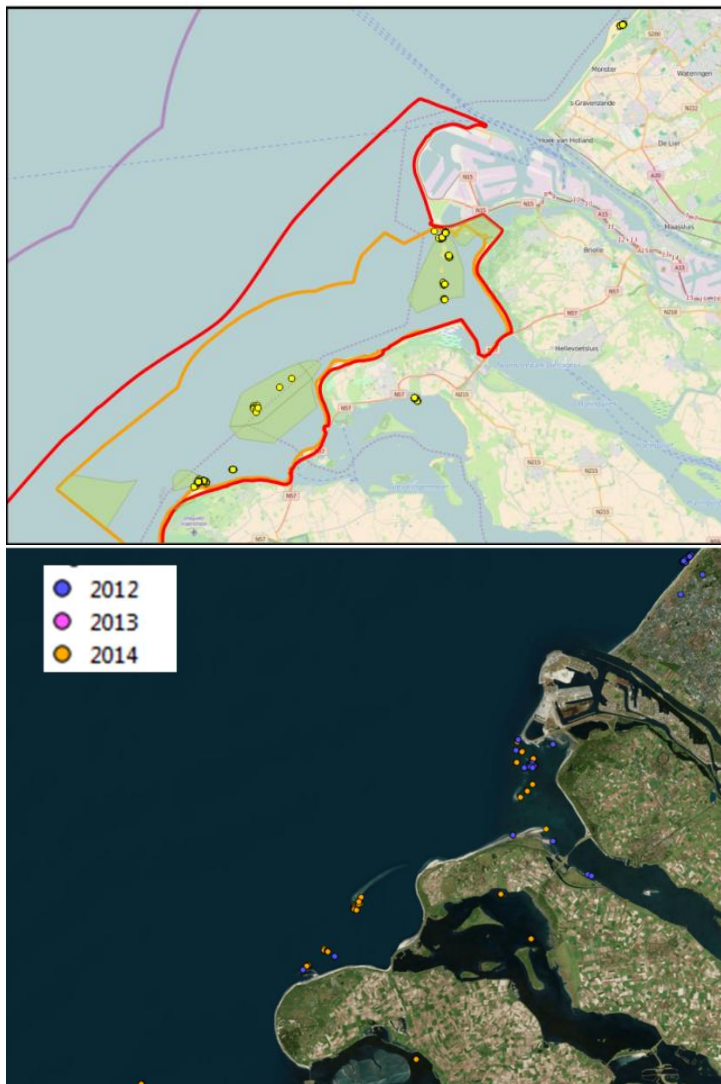
6.3 Gebiedsgebruik en foerageergedrag (GPS waarnemingen)

Sinds 2012 wordt met behulp van GPS loggers onderzoek gedaan aan de foerageertochten van grote sterns uit de broedkolonie in het Haringvliet (Scheelhoek, Slijkplaat). Het gaat 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; Fijn *et al.* 2016).

In 2015 zijn van 5 gezenderde grote sterns van de broedkolonie Scheelhoek de GPS posities opgeslagen. In totaal zijn in juni 2015 26 vluchten volledig (van vertrek tot terugkeer) en 13 vluchten bijna volledig vastgelegd. Die vluchten gingen tot ver buiten het Natura 2000-gebied Voordelta. Het foerageergebied van de grote sterns met GPS-loggers (broedend in Scheelhoek), lag tussen de noordkust van Schouwen in het zuiden en de Zandmotor in het noorden. De locaties waar gefoerageerd werd, komen globaal overeen met die van eerdere jaren (Figuur 6.4): het noordelijk deel van de Voordelta, ten westen van de Voordelta en ten noorden van Hoek van Holland. De afgelegde afstand, tijdens de foerageertochten die zijn vastgelegd in 2012-2015, was gemiddeld zo'n 50-70 km. Gemiddeld werd tot op een afstand van 20-30 km van de kolonie gefoerageerd, de maximale afstand tot de kolonie was ruim 50 km.



Figuur 6.4 Kernel Density kaart van foerageerposities in 2015 op basis van 39 trips en 5 vogels (boven) en kaart van alle foerageerlocaties in de jaren 2012-2014 (onder). NB Op de onderste kaart met satellietbeeld is Maasvlakte2 nog niet zichtbaar, wel zichtbaar zijn de foerageerlocaties in een boog langs de kust van MV2 (Fijn et al. 2016).



Figuur 6.5 Kaart met de rustlocaties van alle grote sterns met GPS-loggers in 2015 (boven) en in eerdere jaren (onder). NB Op de onderste kaart met satellietbeeld is Maasvlakte2 nog niet zichtbaar (Fijn et al. 2016).

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. In 2015 bleken alle 5 gezenderde vogels te rusten op de stranden van de Zandmotor, de stranden van Maasvlakte 2, in het Hinderplaatgebied, de Verklikkerplaat, de Middelpaat, de Bollen van de Ooster en de kolonie op Markenje (Figuur 6.5). Concentratiepunten waren de noordkant van de Hinderplaat, de westpunt van Bollen van de Ooster en de Verklikkerplaat.

6.4 Broedbiologie

6.4.1 Broedsucces

Het broedsucces van grote sterns is in de jaren 2009-2015 gemonitord in verschillende broedkolonies, nl. Markenje (Grevelingen), Scheelhoek en Slijkplaat (Haringvliet), waarbij niet alle jaren alle kolonies bezet waren. Het gemiddelde broedsucces per kolonie varieerde in die jaren tussen 0,30-0,85 (gemiddeld 0,54) uitvliegende jongen per broedpaar. Dit is bijna twee keer zo hoog als in onderzoek in Zeebrugge in 1997-2008 is waargenomen (0,01-0,8; gemiddeld 0,28) (Tabel 6.1).

In 2015 is het broedsucces onderzocht in de broedkolonies Markenje in de Grevelingen en Scheelhoek in het Haringvliet. Het broedsucces was relatief laag ten opzichte van andere jaren, respectievelijk 0,31 en 0,41. Dit werd veroorzaakt door een relatief laag uitkomst-succes in Markenje en een relatief laag uitvliegsucces op de Scheelhoek (Tabel 6.1). Predatie van eieren door zwartkopmeeuwen was in Markenje de oorzaak van het lage broedsucces in 2015. Op de Scheelhoek was het aantal kuikens dat dood gevonden werd in 2015 hoog (70%). Ter vergelijking, in Markenje was dat 15%. De sterfte komt door een slechte conditie als gevolg van o.a. weersomstandigheden, voedselomstandigheden, en verlatting door ouders.

Het broedsucces van visdieven is in de jaren 2011-2015 gemonitord in verschillende broedkolonies: Markenje (Grevelingen), Scheelhoek en Slijkplaat (Haringvliet), in de Vogelvallei (Maasvlakte) en op het Visdiefeiland in de Slufter. Het gemiddelde broedsucces per kolonie varieerde in die jaren tussen 0,0-1,7 uitvliegende jongen per paar (gemiddeld 0,46). Dit is vrij laag in vergelijking met onderzoek in Zeebrugge in 1997-2008 (0,0-2,2, gemiddeld 0,98). Er zijn grote verschillen in broedsucces binnen jaren tussen de verschillende kolonies (Tabel 6.2).

In 2015 is het broedsucces onderzocht in de broedkolonie Scheelhoek in het Haringvliet. Het broedsucces was 0,71 uitvliegende jongen per broedpaar.

Predatie van kuikens (door bruine kiekendief, havik, kleine mantelmeeuw, zwartkopmeeuw, etc.) en andere oorzaken van sterfte waren de belangrijkste oorzaken van verlies tijdens het broedproces.

Tabel 6.1 Broedbiologische parameters van de grote stern gemeten in enclosures in Zeebrugge (België) in de periode 1997-2012 en in de kolonies gevolgd in 2009-2015 in de Voordelta (Fijn et al. 2016).

| Jaar | Kolonie | N legsel gevolgd | Legselgrootte (eieren/nest) | Uitkomstsucces (%) | Uitvliagsucces (%) | Broedsucces (n jongen/paar) |
|------|------------|------------------|-----------------------------|--------------------|--------------------|-----------------------------|
| 1997 | Zeebrugge | 110 | 1,5 | 58 | 13 | 0,1 |
| 2000 | Zeebrugge | 59 | 1,7 | 80 | niet gemeten | niet gemeten |
| 2001 | Zeebrugge | 52 | 1,1 | 74 | 70 | 0,6 |
| 2002 | Zeebrugge | 30 | 1,1 | <1 | <43 | 0,1 |
| 2003 | Zeebrugge | 30 | 1,3 | 90 | 66 | 0,8 |
| 2004 | Zeebrugge | 35 | 1,5 | 90 | 52 | 0,7 |
| 2005 | Zeebrugge | 58 | 1,2 | 57 | 28 | 0,2 |
| 2006 | Zeebrugge | 60 | 1,5 | 47 | 48 | 0,3 |
| 2007 | Zeebrugge | 57 | 1,4 | 52 | 63 | 0,4 |
| 2008 | Zeebrugge | 34 | 1,4 | 40 | 5 | 0 |
| 2009 | Zeebrugge | 4 | 1,3 | 0 | 0 | 0 |
| 2010 | Zeebrugge | 0 | | | | |
| 2011 | Zeebrugge | 0 | | | | |
| 2012 | Zeebrugge | 0 | | | | |
| 2012 | Zeebrugge | 50 | 1,1 | 0 | 0 | 0 |
| 2009 | Scheelhoek | 49 | 1,4 | 78 | 44 | 0,49 |
| 2010 | Scheelhoek | 55 | 1,8 | 78 | 32 | 0,45 |
| 2012 | Scheelhoek | 47 | 1,6 | 95 | 38 | 0,57 |
| 2013 | Scheelhoek | 32 | 1,7 | 87 | 43 | 0,63 |
| 2015 | Scheelhoek | 51 | 1,7 | 93 | 20 | 0,31 |
| 2014 | Slijkplaat | 52 | 1,8 | 88 | 46 | 0,73 |
| 2011 | Markenje | 41 | 1,6 | 86 | 63 | 0,85 |
| 2012 | Markenje | 50 | 1,5 | 88 | 42 | 0,54 |
| 2013 | Markenje | 56 | 1,8 | 30 | 55 | 0,3 |
| 2014 | Markenje | 47 | 1,7 | 86 | 43 | 0,64 |
| 2015 | Markenje | 49 | 1,6 | 33 | 77 | 0,41 |

Tabel 6.2 Broedbiologische parameters van de visdief gemeten in enclosures in Zeebrugge (België) in de periode 1997-2012 en in de kolonies gevolgd in 2009-2015 in de Voordelta (Fijn et al. 2016).

| Jaar | Kolonie | N legsel gevolgd | Legselgrootte (eieren/nest) | Uitkomstsucces (%) | Uitvliegsucces (%) | Broedsucces (n jongen/paar) |
|------|--------------|------------------|-----------------------------|--------------------|--------------------|-----------------------------|
| 1997 | Zeebrugge | | 2,4 | 78 | 65 | 1,2 |
| 1998 | Zeebrugge | | 2,5 | 77 | 61 | 1,2 |
| 1999 | Zeebrugge | | 2,5 | 78 | 67 | 1,3 |
| 2000 | Zeebrugge | 52 | 2,3 | 91 | 37 | 0,8 |
| 2001 | Zeebrugge | 35 | 2,3 | 80 | 74 | 1,4 |
| 2002 | Zeebrugge | 34 | 2,2 | 79 | 8 | 0,1 |
| 2003 | Zeebrugge | 46 | 2,6 | 87 | 74 | 1,7 |
| 2004 | Zeebrugge | 37 | 2,1 | 81 | 38 | 0,7 |
| 2005 | Zeebrugge | 25 | 2 | 80 | 36 | 0,6 |
| 2006 | Zeebrugge | 32 | 2 | 50 | 81 | 0,8 |
| 2007 | Zeebrugge | 33 | 2,7 | 92 | 90 | 2,2 |
| 2008 | Zeebrugge | 47 | 2,4 | 88 | 86 | 1,8 |
| 2009 | Zeebrugge | 69 | 1,5 | 0 | 0 | 0 |
| 2010 | Zeebrugge | 35 | 2,3 | 14 | 82 | 0,3 |
| 2011 | Zeebrugge | 28 | 2,8 | 96 | 61 | 1,6 |
| 2012 | Zeebrugge | 21 | 2,2 | 30 | 0 | 0 |
| 2009 | Slijkplaat | 42 | 2,4 | 83 | 10 | 0,19 |
| 2009 | Scheelhoek | 58 | 2,3 | 54 | 30 | 0,37 |
| 2010 | Scheelhoek | 31 | 2,5 | 81 | 23 | 0,45 |
| 2011 | Scheelhoek | 24 | 2,6 | 74 | 39 | 0,75 |
| 2012 | Scheelhoek | 55 | 2,3 | 80 | 64 | 1,18 |
| 2013 | Scheelhoek | 28 | 2,3 | 87 | 38 | 0,75 |
| 2014 | Scheelhoek | 24 | 2,8 | 90 | 67 | 1,67 |
| 2015 | Scheelhoek | 31 | 2,4 | 91 | 32 | 0,71 |
| 2010 | Markenje | 22 | 2,5 | 91 | 18 | 0,41 |
| 2011 | Markenje | 26 | 2,3 | 85 | 0 | 0 |
| 2012 | Markenje | 33 | 2,5 | 84 | 22 | 0,45 |
| 2013 | Markenje | 41 | 2 | 83 | 29 | 0,49 |
| 2010 | Vogelvallei | 45 | 2,6 | 80 | 1 | 0,02 |
| 2011 | Vogelvallei | 29 | 2,5 | 89 | 0 | 0 |
| 2012 | Vogelvallei | 32 | 2,4 | 32 | 0 | 0 |
| 2011 | Visdiefeland | 46 | 2,7 | 86 | 0 | 0 |
| 2012 | Visdiefeland | 18 | 2,5 | 87 | 18 | 0,39 |

6.4.1.1 *Conditie en voedsel生态学*

In PMR-NCV wordt 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 (Poot *et al.* 2014b, Poot *et al.* 2015), bestond het dieet van volwassen grote sterns in 2015 in beide kolonies (Markenje, Scheelhoek) voor het grootste deel uit haringachtigen en zandspiering, waarbij zandspiering voorziet in ongeveer 70-85% van de energie-aanvoer via het voedsel, voor de volwassen grote sterns. Voor kuikens van grote stern leveren, over alle jaren bezien, haringachtigen de grootste bijdrage (ca. 70%) aan de energie-aanvoer, en draagt zandspiering 30% bij.

Dit was in 2015 eveneens het geval. Zandspiering is met name van belang in de eerste twee levensweken, daarna neemt het aandeel van haringachtigen toe. Het beeld in 2015 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). Er was in 2015 wel verschil tussen de kolonies Markenje en Scheelhoek in de grootte van de prooien. Zowel de haringachtigen als zandspieringachtigen die als prooi werden aangevoerd, waren groter op Markenje (op gelijke momenten in het seizoen; prooien worden groter naarmate de kuikens groter worden).

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, Vogeileiland 2010), maar in andere jaren vormt zoetwatervis een belangrijk aandeel (Scheelhoek 2009, 2010 en Slijkplaat 2009). In 2015 is de Scheelhoek-kolonie gevolgd, waar haringachtigen ruim 50% van het dieet vormden en zoetwatervis zo'n 40%. De Haringvlietdam met de spuisluizen is een nabije en gunstige foerageerlocatie met een groot aanbod aan zoetwatervis.

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

6.5 **Kitesurfers bij de Hinderplaat**

Bij kitesurfers moet onderscheid gemaakt worden tussen de groep die opstapt bij Oostvoorne en de groep die opstapt bij Maasvlakte2 en de Sluffer.

Bij Oostvoorne komen kitesurfers in tegenstelling tot voorgaande jaren zelden in een rustgebied. Dit komt waarschijnlijk door de aanpassing van de begrenzing waardoor de grenzen logischer en zichtbaarder zijn, en doordat rustgebied Slikken van Voorne dichtslibt.

Vanaf Maasvlakte2 en Sluffer komen kitesurfers net als voorgaande jaren soms in het noorden van rustgebied Hinderplaat. Daarnaast landen kitesurfers aan op de nieuwe plaat ten westen van rustgebied Hinderplaat. Tot slot voeren ze in 2015 bij westenwind op grote schaal rustgebied Slikken van Voorne in, waarna ze terugliepen over het strand. Ook wandelaars op het strand bij de Sluffer betreden soms het rustgebied Slikken van Voorne (Van Calsteren-De Bruijn *et al.* 2016).

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 20-30 km, en maximaal tot ruim 50 km. In de Voordelta wordt o.a. gevoergerd 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. De vliegtuigtellingen van sterns zijn alleen binnen de begrenzing van de Voordelta uitgevoerd.

- Uit het onderzoek in eerdere jaren blijkt dat de rustgebieden en andere platen in de Voordelta gebruikt worden door rustende sterns. Na het verlaten van het nest worden de platen nog enige weken gebruikt door grote sterns en hun jongen.
- Uit het onderzoek in eerdere jaren is bekend dat visdieven op kortere afstand van de broedkolonie foerageren dan grote sterns, 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 2015 was het dieet niet afwijkend van eerdere jaren.

Voor visdief-kuikens zijn haringachtigen en zoetwatervis het belangrijkste voedsel. Het dieet verschilt tussen jaren. In 2015 is alleen in de Scheelhoek-kolonie onderzoek gedaan, waar haringachtigen en zoetwatervis het grootste aandeel in het dieet had. Dit is in een aantal eerdere jaren ook voorgekomen.

Het broedsucces van grote stern was relatief laag, van visdief dicht bij het gemiddelde over 2009-2015. Belangrijke verliesfactoren waren kuikensterfte en predatie door roofvogels en meeuwen.

7 Discussie en aanbevelingen

Met deze rapportage wordt de Eindrapportage 1e fase 2009-2013 (Prins *et al.* 2014) en de rapportage over monitoring en onderzoek uitgevoerd in 2014 (Prins *et al.* 2015) aangevuld met de nu beschikbare resultaten van monitoring in 2015. Nog niet alle resultaten van de monitoring in 2015 zijn uitgewerkt en beschikbaar. De nog te rapporteren resultaten zullen later, in het kader Fase 2 van de monitoring van PMR-NCV (Van der Sluis *et al.* 2016), worden gerapporteerd.

7.1 Kwaliteit H1110

7.1.1 Resultaten

In voorgaande rapportages is al geconcludeerd dat het verwachte effect van het instellen van het bodembeschermingsgebied niet aangetoond kan worden 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 (Prins *et al.* 2014, Prins *et al.* 2015).

De resultaten uit 2015 bevestigen nogmaals het beeld dat de boomkorvisserij op platvis zo goed als afwezig is in de gehele Voordelta en er dus voor deze visserij geen onderscheid meer is tussen het bodembeschermingsgebied en de rest van de Voordelta. In 2015 is nagegaan of een ander type van statistische technieken (multivariate analyses) tot aanvullende inzichten zou kunnen leiden. Uit deze analyses komen in hoofdzaak conclusies naar voren, die aansluiten op het beeld uit eerdere jaren: abiotische factoren zijn van invloed op de soortensamenstelling van de bodemdierengemeenschap; daarnaast worden statistische verbanden gevonden met het voorkomen van visserij (op platvis of op garnalen) maar deze statistische verbanden wijzen vooralsnog niet op eenduidig interpreteerbare uitkomsten over de effecten van visserij.

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. Een hypothetische verklaring is dat de termijn van waarnemen te kort was in relatie tot de hersteltijd van de bodemgemeenschap (Bergman *et al.* 2015).

7.1.2 Vervolgmonitoring 2016-2019

In de vervolgmonitoring die in Fase 2 van PMR-NCV uitgevoerd gaat worden in 2016-2019, wordt aandacht geschonken aan een aantal openstaande vragen (Tulp *et al.* 2015). Allereerst wordt de monitoring van bodemdieren en vis voortgezet volgens de aanpak die ook in 2015 is gehanteerd. Het is niet uitgesloten dat de afwezigheid van boomkorvisserij op platvis in de Voordelta pas over langere tijd leidt tot positieve trends in de kwaliteit van habitat H1110, en voortzetting van de monitoring is nodig om die trends te kunnen waarnemen. In de analyses zal vooral aandacht geschonken worden aan het onderzoeken van de relaties met visserij-intensiteit. Daarbij wordt ook gekeken naar andere statistische technieken, andere parameters om de abiotische omstandigheden uit te drukken en andere parameters om de kwaliteit van habitat H1110 uit te drukken (Tulp *et al.* 2015, Prins *et al.* 2016).

Tevens is onderzoek gepland om te achterhalen wat de beweegredenen zijn geweest voor het verdwijnen van de boomkorvisserij op platvis in de Voordelta. De al uitgevoerde analyses van de visserij-intensiteit van boomkorvisserij op platvis en van garnalenvisserij zullen worden uitgebreid met de jaren 2004 en 2005.

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 veel grotere aantallen eenden in de (Noordzee) kustwateren van de Waddeneilanden, en soms voor de kust van Noord-Holland. 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.

De zwarte zee-eenden verblijven in de Voordelta in gebieden met weinig scheepvaart, deels binnen de aangewezen rustgebieden maar ook in andere delen van de Voordelta waar scheepvaart weinig voorkomt.

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, omdat andere factoren dan voedsel en rust mede bepalend lijken voor de verdeling van de zwarte zee-eenden over Nederlandse kustwateren en andere gebieden in NW Europa.

7.2.2 Vervolgmonitoring 2016-2019

In de vervolgmonitoring die in Fase 2 van PMR-NCV uitgevoerd gaat worden in 2016-2019, wordt de monitoring van zwarte zee-eenden in de Voordelta voortgezet om op die manier een actueel beeld te houden van het gebruik van de Voordelta door de eenden. Het monitoringprogramma wordt uitgevoerd volgens dezelfde methode als in eerdere jaren, en zal inspelen op veranderingen in de begrenzing van de rustgebieden (Tulp *et al.* 2015). Er is ook voorzien in het uitvoeren van waarnemingen van verstoring door verschillende vormen van menselijk gebruik, op voorwaarde dat de aantallen zwarte zee-eenden in de Voordelta hoog genoeg zijn om betrouwbare metingen te doen.

Om naast het actuele gebruik van de Voordelta, een beter beeld te krijgen van de potentiële geschiktheid van de Voordelta voor zwarte zee-eenden, wordt een model ontwikkeld waarmee vastgesteld kan worden welke aantallen zwarte zee-eenden in de Voordelta zouden kunnen verblijven, op basis van voedselbeschikbaarheid en (afwezigheid van) verstoring (Brinkman 2015). Dit biedt ook de mogelijkheid om met terugwerkende kracht het belang voor de zwarte zee-eend van het zeegebied, waar nu Maasvlakte 2 ligt, te evalueren.

7.3 Grote stern en visdief

7.3.1 Resultaten

Het broedsucces is gemonitord van 2009-2015 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.

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 Vervolgmonitoring 2016-2019

In de vervolgmonitoring die in Fase 2 van PMR-NCV uitgevoerd gaat worden in 2016-2019 wordt de monitoring van grote stern en visdief in grote lijnen voortgezet volgens dezelfde methode als in eerdere jaren (Tulp *et al.* 2015). Het gaat daarbij om monitoring van het gebruik van de Voordelta door grote stern en visdief door middel van vliegtuigwaarnemingen en GPS-onderzoek (alleen voor grote stern) en om monitoring van het functioneren van broedkolonies in het noordelijk Deltagebied.

Voor het begrip van het functioneren van de Voordelta als foerageergebied voor grote stern en visdief, is aandacht voor de effecten van verstoring door menselijke activiteiten van belang. Er wordt daarom eveneens onderzoek verricht aan verstoring van sterns op de platen, door kitesurfers of andere vormen van recreatie.

Vanwege het grote belang van zandspiering als voedselbron voor grote sterns, wordt ook in meer detail aandacht besteed aan de monitoring van de zandspiering en mogelijke relaties tussen het voorkomen van zandspiering en visserij.

8 Referenties

- Adema, J. (2016). Datarapport PMR-NCV Perceel Abiotiek. Simulaties 2014 en analyse lange termijn trends. Arcadis, Zwolle, 1 april 2016, 64 pp +bijlagen.
- 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.
- 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.
- Bolle, L. (2016). PMR vismonitoring 2015: Rapport veld- en labwerkzaamheden. Werkdocument, 6 pp.
- 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. (1999). The use of macrobenthic communities in the evaluation of environmental change. Gent, *Marine biology section, Department of biology, Gent University*, PhD Thesis, 254 pp.
- Craeymeersch, J.A. & V. Escaravage (2014). Perceel Benthos. In: *PMR Monitoring natuurcompensatie Voordelta. Eindrapportage 1^e 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. & M.A. Van der Land (1998). De schelpdierbestanden in de Voordelta 1993 - 1997 RIVO, Yerseke, Rapport C056/98 37 pp.
- Craeymeersch, J.A.M., G.J. Piet, A.D. Rijnsdorp & J. Buijs (2000). Distribution of macrofauna in relation to the micro-distribution of trawling effort. In: *Effects of fishing on non-target species and habitats; Kaiser, M. en De Groot, S.J. (eds.)*. Blackwell, Oxford. p: 187-197.
- 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, 171 pp.
- Craeymeersch, J.A.M., J. Perdon, J. Jol, E.B.M. Brummelhuis & M. Van Asch (2016). PMR Monitoring Natuurcompensatie Voordelta - bodemdieren. Datarapport campagne bodemschaaf 2015 – multivariate analyses 2004-2013 IMARES, Yerseke, 35 pp.
- Dannheim, J. & H. Rumohr (2011). The fate of an immigrant: *Ensis directus* in the eastern German Bight. *Helgoland Marine Research* 66: 307-317.
- Fijn, R.C., J. De Jong, R.J. Jonkvorst, B. Engels, A. Gyimesi, C. Heunks, T.J. Boudewijn, M.J.M. Poot, W. Courtens, H. Verstraete, N. Vanermen, E.W.M. Stienen, P.A. Wolf, M.S.J. Hoekstein & S.J. Lilipaly (2016). PMR-NCV Jaarrapport Vogels 2015. Voortgang onderzoek sterns & zee-eenden in de Voordelta en Delta. Bureau Waardenburg, Culemborg, Rapport nr 16-080, 83 pp.
- Hintzen, N. (2016). Visserij actiiteit in en rond Natura 2000 natuurbeschermingsgebied Voordelta. IMARES, IJmuiden, 14 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.
- Holzauer, H. & T.C. Prins (2009). Plan van Aanpak PMR monitoring natuurcompensatie Voordelta. Deltares, Delft, rapport 1200672-008-ZKS-0002, 39 pp.
- Legendre, P. & L. Legendre (1998). *Numerical ecology*. Elsevier. Amsterdam, 853 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. Eindrapport 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., 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 (2014b). Perceel Vogels - Grote stern en visdief.In: *PMR Monitoring natuurcompensatie Voordelta. Eindrapportage 1^e fase 2009-2013 deel B; Prins, T.C. en Van der Kolff, G.H.* (eds.). Deltares, Delft. Rapport nr. 1200672-000-ZKS-0043, 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. Pruisscher, K. Buijtelaar, P.A. Wolf, S.J. Lilipaly & A.F. Zuur (2014c). Perceel Vogels - Zwarte zee-eend.In: *PMR Monitoring natuurcompensatie Voordelta. Eindrapportage 1^e 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., 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^e 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^e fase 2009-2013. Deltares, Delft, Rapport nr 1200672-000-ZKS-0042, 207 pp.
- Prins, T.C., G.H. Van der Kolff, I.Y.M. Tulp & J.A.M. Craeymeersch (2015). PMR monitoring natuurcompensatie Voordelta. Samenvattende rapportage 2015. Deltares, Delft, 1209129-000-ZKS-0034, 45 pp.
- Prins, T.C., A.R. Boon & V. Escaravage (2016). Indicatoren voor de kwaliteit van habitat type H1110 in PMR Natuurcompensatie Voordelta. Deltares, Delft, 1209129-000-ZKS-0031, 49 pp.
- Seegers, H.C.M., J. Schuur, I. Tulp & N.T. Hintzen (2014). Visserij.In: *PMR Monitoring natuurcompensatie Voordelta. Eindrapportage 1^e fase 2009-2013 deel B; Prins, T.C. en Van der Kolff, G.H.* (eds.). Deltares, Delft. Rapport nr. 1200672-000-ZKS-0043, p: 1-18
- Strucker, R.C.W., F. Arts & M.S.J. Hoekstein (2015). Kustbroedvogels in het Deltagebied in 2014. Delta Project Management, Vlissingen, RWS Centrale Informatievoorziening BM 15.07, 85 pp.
- Tulp, I.Y.M., T.C. Prins, N.S.H. Tien, J.A.M. Craeymeersch & M.T. Van der Sluis (2015). Monitorings- en onderzoeksplan vervolg monitoring PMR-NCV. IMARES, IJmuiden, Rapport nr C135a/15, 90 pp.
- van Aken, H.M. (2010). Meteorological forcing of long-term temperature variations of the Dutch coastal waters. *Journal of Sea Research* 63: 143-151.
- Van Calsteren-De Bruijn, L., J. Schuur & H.C.M. Seegers (2016). PMR-NCV perceel Gebruik. Jaarrapportage 2015. LievenseCSO, Bunnik, Rapport nr 15M1030, 52 pp.
- Van der Sluis, M.T., I.Y.M. Tulp & T.C. Prins (2016). Uitvoeringsplan PMR-NCV. Tweede fase monitoring. IMARES, IJmuiden, Rapport nr 15.014, 37 pp.
- VenW (2008). Beheerplan Voordelta. Spelregels voor natuurbescherming. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Den Haag, 146 pp.
- Wijnhoven, S. & H. Hummel (2008). Historische ontwikkeling macrofauna levensgemeenschappen Rijn-Maas-monding KNAW-NIOO, Centrum voor Estuariene en Mariene Ecologie, Yerseke, Monitor Taskforce Publication Series 2008 - 12, 121 pp.
- Wijnhoven, S. & H. Hummel (2011). Patterns in macrozoobenthic assemblages indicate the state of the environment: insights from the Rhine-Meuse estuary. *Marine Ecology Progress Series* 436: 29-50.

- 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.
- Ysebaert, T., P.M.J. Herman, P. Meire, J. Craeymeersch, H. Verbeek & C.H.R. Heip (2003). Large-scale spatial patterns in estuaries: Estuarine macrobenthic communities in the Schelde estuary, NW Europe. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 57: 335-355.

A Overzicht PMR-NCV rapportages

In het kader van het project PMR-NCV zijn in 2015/2016 de volgende rapporten opgesteld:

- Adema, J. (2016). Datarapport PMR-NCV Perceel Abiotiek. Simulaties 2014 en analyse lange termijn trends. Arcadis, Zwolle, 1 april 2016, 64+bijlagen pp.
- Bolle, L. (2016). PMR vismonitoring 2015: Rapport veld- en labwerkzaamheden. Werkdocument.
- Craeymeersch, J.A.M., J. Perdon, J. Jol, E.B.M. Brummelhuis & M. Van Asch (2016). PMR Monitoring Natuurcompensatie Voordelta - bodemdieren. Datarapport campagne bodemschaaf 2015 – multivariate analyses 2004-2013 IMARES, Yerseke, in prep., 35 pp.
- Fijn, R.C., J. De Jong, R.J. Jonkvorst, B. Engels, A. Gyimesi, C. Heunks, T.J. Boudewijn, M.J.M. Poot, W. Courtens, H. Verstraete, N. Vanermen, E.W.M. Stienen, P.A. Wolf, M.S.J. Hoekstein & S.J. Lilipaly (2016). PMR-NCV Jaarrapport Vogels 2015. Voortgang onderzoek sterns & zee-eenden in de Voordelta en Delta. Bureau Waardenburg, Culemborg, Rapport nr 16-080, 83 pp.
- Hintzen, N. (2016). Visserij activiteit in en rond Natura 2000 natuurbeschermingsgebied Voordelta. IMARES, IJmuiden, 14 pp.
- Van Calsteren-De Bruijn, L., J. Schuur & H.C.M. Seegers (2016). PMR-NCV perceel Gebruik. Jaarrapportage 2015. LievenseCSO, Bunnik, Rapport nr 15M1030, 52 pp.

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

Plan van Aanpak:

- Holzauer, 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. Holzauer & 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^e 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., Craeymeersch, 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>

2015

Prins, T.C., G.H. Van der Kolff, I.Y.M. Tulp & J.A.M. Craeymeersch (2015). PMR monitoring natuurcompensatie Voordelta. Samenvattende rapportage 2015. Deltares, Delft, 1209129-000-ZKS-0034, 45 pp.

<http://kennisonline.deltares.nl/product/30812>

Achtergrond rapporten 2014/2015

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, V. Escaravage (2016). Indicatoren voor de kwaliteit van habitatype H1110 in PMR monitoring natuurcompensatie Voordelta. Deltares, Delft, Rapport 1209129-000-ZKS-0031.
- Schuur, J. (2015). Korte memo AIS 2014. LievenseCSO, Bunnik, Notitie 24 april 2015, 3 pp.
- Tulp, I. (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.