

# PMR-NCV

## Jaarrapport Vogels 2015

Voortgang onderzoek sterns & zee-eenden in de Voordelta en Delta



R.C. Fijn  
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





## PMR-NCV Jaarrapport Vogels 2015

### Voortgang onderzoek sterns & zee-eenden in de Voordelta en Delta

R.C. Fijn, 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

Status uitgave: definitief

Rapportnummer:	16-080
Projectnummer:	15-126
Datum uitgave:	10 mei 2016
Projectleider:	T.J. Boudewijn/R.C. Fijn
Naam en adres opdrachtgever:	IMARES Postbus 68- 1970 AB IJmuiden
Referentie opdrachtgever:	Inkooporder WUR878455, d.d. 10-8-2015
Akkoord voor uitgave:	drs. C. Heunks



Paraaf:

Graag citeren als: Fijn, R.C. J. de Jong, R.J. Jonkvorst, B. Engels, A. Gyimesi, C. Heunks, J. de Jong, 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 Rapportnr. 16-029. Bureau Waardenburg, Culemborg.

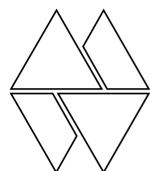
Trefwoorden: Natuurcompensatie, Tweede Maasvlakte, zwarte zee-eend, grote stern, visdief, vliegtuigtellingen, voedsel生态学, enclosure, kolonie, GPS-loggers

Bureau Waardenburg bv is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Bureau Waardenburg bv. Opdrachtgever hierboven aangegeven vrijwaart Bureau Waardenburg bv voor aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

© Bureau Waardenburg bv / INBO / DPM / IMARES

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van opdrachtgever en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden d.m.v. druk, fotokopie, digitale kopie of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de opdrachtgever hierboven aangegeven en Bureau Waardenburg bv, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Bureau Waardenburg bv is door CERTIKED gecertificeerd overeenkomstig ISO 9001:2008.



**Bureau Waardenburg bv**

Onderzoek en advies voor ecologie en landschap

Postbus 365 4100 AJ Culemborg  
Telefoon 0345 51 27 10  
info@buwa.nl www.buwa.nl



# Dankwoord

Het onderzoek in de sternkolonies in het Haringvliet, Grevelingen en de Maasvlakte was alleen mogelijk door de fantastische ondersteuning vanuit de terreinbeherende organisaties Natuurmonumenten, Staatsbosbeheer en het Havenbedrijf Rotterdam. Zij worden van harte bedankt voor alle medewerking om het onderzoek in 'hun' kolonies mogelijk te maken. Specifiek willen wij de volgende personen danken;

Scheelhoek: Natuurmonumenten; Matthijs Broere, Gert de Groot, Jan de Roon, Han Meerman en Wouter van Steenis.

Slijkplaat: Staatsbosbeheer; Nico de Bruin, Ronald in 't Veld en Aad Wesdorp.

Markenje: Staatsbosbeheer; Ad van Hees, William van der Hulle.

Bovengenoemde personen hebben veel bijgedragen om de logistieke uitdagingen te overwinnen bij het koloniewerk. Daarnaast werd tijdens het koloniewerk op Markenje assistentie verkregen van Kees de Kraker.

Daarnaast willen wij alle aanwezigen tijdens de stern workshop in Bommenede in het voorjaar van 2015 bedanken voor hun aanwezigheid en inbreng.

Peter Reijnhout van Zeeland Air verzorgde de survey-vluchten en we bedanken hem voor de altijd soepele houding bij het organiseren van de tellingen en de veilige uitvoering.

Verder danken wij alle collega's, en in het bijzonder Ingrid Tulp, van het onderzoekconsortium die onder de vlag van IMARES met ons meedachten, gegevens en inzichten uitwisselden en ons inspireerden.

Veel dank ook aan de projectbegeleiders Theo Prins en Gerard van der Kolf vanuit Deltares en Mennobart van Eerden en Kees Borst vanuit de opdrachtgever Rijkswaterstaat voor de immer constructieve begeleiding.



# Inhoud

Dankwoord .....	5
1 Inleiding .....	9
1.1 Achtergrond onderzoek effectiviteit natuurcompensatie bij vogels .....	9
1.2 Overzicht en uitvoering onderzoekmodulen vogels .....	12
1.3 Leeswijzer .....	14
2 Materiaal en methoden .....	15
2.1 Zee-eenden .....	15
2.2 Sterns .....	17
3 Resultaten zee-eenden .....	27
3.1 Vliegtuigtellingen Voordelta .....	27
3.2 Vliegtuigtellingen Noordzeekust Waddeneilanden - referentie .....	34
3.3 Informatie over het voorkomen van zee-eenden buiten Nederland .....	36
4 Resultaten sterns .....	37
4.1 Broedparen en broedsucces van sterns in de gehele Delta .....	37
4.2 Vliegtuigtellingen .....	42
4.3 Koloniewerk – broedecologie .....	44
4.4 Koloniewerk – conditie sterns .....	52
4.5 Koloniewerk – voedsel生态学 sterns .....	57
4.6 Gebiedsgebruik en gedrag grote sterns via GPS-logger onderzoek .....	72
5 Samenvatting van de bevindingen in 2015 .....	77
5.1 Inleiding .....	77
5.2 Zee-eenden .....	77
5.3 Sterns .....	78
6 Literatuur .....	81





# 1 Inleiding

Na een uitgebreid evaluatierapport over de periode 2009-2013 (Poot *et al.* 2014) en een jaarrapport over de tussenmonitoring in 2014 (Poot *et al.* 2015), is het voorliggende rapport wederom een beperkte jaarrapportage van het onderdeel 'Vogels' in het kader van het project PMR-NCV. Dit rapport is een technisch voortgangsdokument, waarin de meest recente en niet eerder gepubliceerde resultaten verkregen in 2015 van het onderzoek aan zee-eenden en sterns (visdieven/grote sterns) in de Voordelta en Zuidhollandse en Zeeuwse Delta worden gerapporteerd. De jongste bevindingen verkregen in 2015 worden veelal gepresenteerd met de reeks onderzoeksresultaten vanaf de start van het project in maart 2009, waarmee een totaaloverzicht wordt verkregen met betrekking tot trends, voor een deel van de data zelfs teruggaand tot tijdens de nulmeting (2004-2006). Een uitgebreide analyse met gegevens uit de andere onderzoekpercelen (benthos, vis, abiotiek en menselijk gebruik) valt buiten de scope van dit rapport.

Allereerst wordt hieronder de achtergrond geschetst van het vogelonderzoek aan zee-eenden en sterns in het kader van de Natuurcompensatie voor de aanleg van de Tweede Maasvlakte (paragraaf 1.1), waarna een algemeen overzicht wordt gegeven van het onderzoeksprogramma 'Vogels' (paragraaf 1.2).

## 1.1 Achtergrond onderzoek effectiviteit natuurcompensatie bij vogels

Door de aanleg van de Tweede Maasvlakte is potentieel leef- en foerageergebied van de zwarte zee-eend verloren gegaan in het Natura 2000-gebied Voordelta. Dit is in de Passende Beoordeling als een significant negatief effect beoordeeld. Om dit negatieve effect te compenseren zijn rustgebieden aangewezen en is een bodembeschermingsgebied ingesteld. De verwachting is dat door deze twee maatregelen de (potentiële) leef- en foerageerfunctie van de Voordelta voor zwarte zee-eenden en sterns wordt hersteld naar de situatie van vóór de aanleg van de Tweede Maasvlakte. Om dit te testen is bij de aanvang van het onderzoeksprogramma een set vragen (MEP-vragen) opgesteld voortvloeiend uit de compensatieopgave, zoals beschreven in de Natuurbeschermingswetvergunning voor de aanleg van de Tweede Maasvlakte.

Het onderzoek beschreven in dit rapport is bedoeld om het effect van de compensatiemaatregelen in de Voordelta (de instelling van de rustgebieden en het bodembeschermingsgebied) op het voorkomen van zwarte zee-eenden en sterns te bestuderen. Hiermee wordt getracht de vraag te beantwoorden of veranderingen in het voorkomen van zwarte zee-eenden en sterns in de Voordelta gerelateerd kunnen worden aan het instellen van de rustgebieden en het bodembeschermingsgebied en de daarmee veronderstelde, samenhangende veranderingen in respectievelijk de verstorings- en de voedselsituatie.

### 1.1.1 Achtergrond zwarte zee-eenden

Zwarte zee-eenden foerageren op kleine tweekleppigen ingegraven in de zeebodem. De prooien worden in principe onder water in hun geheel ingeslikt en in de maag gekraakt, waarbij de schelpresten uitgepoept worden. Tot in de jaren negentig van de vorige eeuw was de halfgeknotte strandschelp *Spisula subtruncata* de belangrijkste prooi-soort (Leopold 1996). Sinds ruim tien jaar is Amerikaanse zwaardschede *Ensis directus* de dominante tweekleppige in de Nederlandse kustzone en zijn ook de zwarte zee-eenden deze prooi gaan eten. *Ensis* als prooi lijkt niet optimaal voor zwarte zee-eenden, aangezien de vogels zich beperken tot de kleinste individuen (kleiner dan 9 cm, Leopold & Wolf 2003, Tulp *et al.* 2010).

Zwarte zee-eenden kunnen efficiënt foerageren tot een maximale diepte van 20 m, maar doorgaans komen zij in ondiepere gebieden voor. De zwarte zee-eend is daarmee een karakteristieke vogelsoort van ondiepe kustzones. Ze kunnen in grote groepen van vele duizenden vogels bij elkaar voorkomen in die gebieden waar hun prooien in zogenaamde banken in voldoende hoge dichtheden voorkomen. Wanneer de prooi te groot blijkt, wordt hij bij uitzondering mee omhoog naar het wateroppervlak gebracht om daar te worden opgepeuzeld. Het risico bestaat dan wel dat de prooi afgepakt wordt door kleptoparasiterende meeuwen.

De zwarte zee-eenden broeden op meren in de Arctis, waarmee de soort vooral een overwinteraar is voor de Nederlandse kust. De grootste aantallen overwinteren binnen Nederland in de ondiepe kustzone voor de Waddeneilanden (Leopold *et al.* 1995). De Voordelta is een tweede concentratiegebied dat mede voor deze soort is aangewezen als Natura 2000-gebied. De kern van het overwinteringsgebied van de Euro-aziatische populatie ligt noordelijk van ons land; in Denemarken en oostelijk Duitsland. Zwarte zee-eenden komen zuidelijk tot aan de kusten van Portugal en Marokko voor. Tijdens de najaars- en voorjaarsstrek passeren deze vogels de Voordelta.

Tegenwoordig zijn de aantallen die in de Voordelta overwinteren lager dan ten tijde van de aanwijzing van het gebied als Natura 2000-gebied en wordt met name tijdens de voorjaarsstrek de hoogste aantalspiek bereikt (Poot *et al.* 2006). Een klein deel van de vogels kan ook in het zomerhalfjaar blijven hangen. Het betreft hier dan veelal onvolwassen vogels die nog niet deelnemen aan het broedproces.

Zwarte zee-eenden staan er om bekend gevoelig te zijn voor verstoring, met name door gemotoriseerd vaarverkeer. Afhankelijk van het weer kunnen vogels op afstanden van meer dan een kilometer opvliegen voor een naderend schip (Krijgsveld *et al.* 2010).

#### *Maatregel instellen rustgebieden*

Het instellen van de rustgebieden heeft tot doel binnen de Voordelta de verstoring van zwarte zee-eenden te verminderen, omdat dit mogelijk een van de beperkende factoren is voor het voorkomen van de soort en uiteindelijk bepalend is voor het jaarlijkse aantal vogeldagen van deze soort in het Natura 2000-gebied Voordelta. De

zwarte zee-eenden in de Voordelta foerageren op kleine tweekleppige schelpdieren en jonge ensis die ingegraven leven in de bodem van de Voordelta. De verwachting is dat de instelling van rustgebieden voornamelijk voor zwarte zee-eenden een positieve uitwerking zal hebben.

#### *Maatregel instellen bodembeschermingsgebied*

Het instellen van het bodembeschermingsgebied heeft als doel de bodemberoering door de grote boomkorvisserij te stoppen en daarmee de negatieve invloeden hiervan op de bodemfauna. Het effect hiervan is dat ter plaatse de voedselsituatie voor de zwarte zee-eenden verbetert, hetgeen tot uiting komt in de aanwezigheid en uiteindelijk in het jaarlijkse aantal vogeldagen van de zwarte zee-eend in de Voordelta.

### **1.1.2 Achtergrond sterns**

Sterns staan erom bekend dat ze vrij kieskeurig zijn als het gaat om de keuze van prooi-soorten en -lengtes. Vooral grote sterns zijn erg specialistisch als het op voedselkeuze aankomt (Brenninkmeijer & Stienen 1992, Stienen & Brenninkmeijer 1992). Onder de zeevogels worden dergelijke voedselspecialisten algemeen beschouwd als goede indicator-soorten voor de beschikbaarheid en de kwaliteit van hun voedsel en de 'gezondheid' van het mariene milieu (o.a. Parsons *et al.* 2008, Stienen *et al.* 2013). Voor veel zeevogelsoorten werd bijvoorbeeld een positieve relatie gevonden tussen het voedselaanbod/-kwaliteit en het aantal broedparen, de groei van de kuikens of het uiteindelijke broedsucces (Parsons *et al.* 2008). Sterns zijn niet alleen voedselspecialisten, maar tijdens het broedseizoen is de foerageerrange vanaf de broedkolonie bovendien relatief beperkt (bij visdief tot maximaal 10 km en bij grote stern tot ongeveer 60 km). Hierdoor bepaalt de voedselbeschikbaarheid in de omgeving van de kolonie sterk de samenstelling van het dieet en daarmee de voedselkwaliteit (prooilengtes, aandeel energierijke prooien) van de kuikens en de adulte vogels. Vaak heeft dit ook een effect op de broedprestaties.

Ook van grote stern (Stienen 2006) en visdief (Meininger *et al.* 2000) is bekend dat de fluctuaties in het aantal broedparen in Nederland worden bepaald door veranderingen in de aanwezigheid van een van hun belangrijkste prooi-soorten, namelijk haring *Clupea harengus*. Bij grote sterns die in de Waddenzee broeden bepaalt het aandeel haringachtigen in het kuikendieet en de lengte van de aangevoerde prooien de kans dat de prooien daadwerkelijk worden opgegeten en de tijd dat de oudervogels spenderen aan foerageren (Stienen 2006). In Zeebrugge werd een positieve relatie gevonden tussen het percentage haringachtigen in het dieet van de adulten en het uitvliessucces van hun kuikens (Vanaverbeke *et al.* 2007). Ook werd in Zeebrugge een positieve relatie gevonden tussen het aandeel haringachtigen van 5 tot 8 cm en het uitvliessucces van kuikens van grote stern en van visdief (Vanaverbeke *et al.* 2011).

Bij aanvang van het onderzoek bestond er weinig specifieke kennis over de voedselsamenstelling en het foerageergedrag van grote stern en visdief in het

noordelijke Deltagebied (Meininger *et al.* 2000). Hierdoor was het onmogelijk om op voorhand de effecten van de aanleg van de Tweede Maasvlakte en het instellen van het Bodembeschermingsgebied juist in te schatten. Bovendien kunnen een aantal andere plaatselijke factoren (zoals predatie, overstroming en vegetatie) en de weersomstandigheden sterk de broedprestaties van de sterns beïnvloeden. Bovenstaande was aanleiding om het onderhavige onderzoek in de broedkolonies te concentreren op broedbiologische en voedsleecologische variabelen en eventuele relaties ertussen.

Het onderzoek richtte zich daarom enerzijds op het vergaren van basiskennis over het dieet van kuikens (procentuele soortsamstelling, prooilengtes, energetische waarde, foerageerduur) in enkele kolonies in de nabijheid van de Tweede Maasvlakte. Ook het dieet van de oudervogels werd onderzocht. Dat laatste werd gedaan, omdat van andere kolonies bekend was dat het dieet van adulten een sterk verschillende samenstelling heeft van dat van kuikens, zowel naar prooi-soorten als naar de lengteverdeling van de prooien (Vanaverbeke *et al.* 2007).

Tevens werd in diezelfde kolonies systematisch onderzoek verricht naar de broedprestaties van de sterns. Daarvoor werden jaarlijks in enkele kolonies gegevens verzameld over de legselgrootte, het uitkomstsucces van de eieren, en de groei en overleving van de kuikens. Tenslotte werd onderzocht in hoeverre plaatselijke factoren (zoals predatie, overstroming en vegetatie) en de weersomstandigheden de broedprestaties van de sterns beïnvloedden.

## **1.2 Overzicht en uitvoering onderzoekmodulen vogels**

Ten opzichte van de nulmeting wordt in de effectmeting uitvoeriger ecologisch onderzoek uitgevoerd om een verklaring te kunnen geven voor eventuele aantalsveranderingen in de kolonies in de loop van de tijd. Bij sterns worden uitvoerig de broedbiologie en de voedsleecologie in enkele kolonies in de Delta gevolgd, omdat deze vogels in de Voordelta foerageren en rusten. Het reilen en zeilen van de kolonies in het Haringvliet, de Grevelingen en op de Maasvlakte is direct gekoppeld aan het voorkomen en gedrag in de Voordelta. Bij zwarte zee-eenden wordt ingezoomd op het vergaren van kennis over het dieet en gedrag van de vogels.

In de onderhavige rapportage worden de tot nu toe verkregen resultaten gepresenteerd aan de hand van de hieronder genoemde onderzoekmodules. Voor de verschillende onderzoekmodules per soortgroep (respectievelijk zee-eenden en sterns) wordt een overzicht gegeven van de stand van zaken tot en met december 2015.

Voor zee-eenden (zwarte zee-eend en eider) betreft het de volgende onderzoekmodules:

- 1 vliegtuigtellingen Voordelta (monitoring van aantallen en verspreiding, in relatie tot het gebruik van de ingestelde rustgebieden in de Voordelta);

- 2 vliegtuigtellingen Noordzeekust Waddeneilanden (monitoring van het gebied waar de grootste aantallen van Nederland voorkomen, bedoeld als referentie maar tevens relevant in verband met uitwisseling).

Voor de sterns bestaan de volgende onderzoekmodules:

- 1 vliegtuigtellingen Voordelta (monitoring van aantallen en verspreiding, zowel van rustende vogels in de rustgebieden op de platen tijdens laagwater als van foeragerende vogels op open zee);
- 2 broedecologie (broedsucces van jaar op jaar, monitoring van de opgroeicondities van jonge sterns en monitoring van predatie en andere factoren die van invloed zijn op het broedsucces);
- 3 dieet en foerageergedrag (waarnemingen van aangebrachte vis aan de jonge sterns en analyse van fecesmonsters van adulte sterns in de kolonie);
- 4 gebiedsgebruik en foerageergedrag bepaling met behulp van gezenderde sterns (vaststellen van actieradius en gebiedsgebruik in de Voordelta (rusten vs. foerageren) van vogels uit de broedkolonies in de Delta).

#### *Verantwoording van de uitvoering en gegevensbronnen vogeldata*

Het onderzoek naar de broedecologie en de voedsel生态学 van sterns die broeden in het Haringvliet (grote stern en visdief), in de Grevelingen (grote stern en visdief) en op de Maasvlakte (visdief) werd uitgevoerd door het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO) gevestigd te Brussel, België. Met behulp van enclosures werden op een gedetailleerde manier broedsucces en groei van de kuikens gevolgd. Door middel van directe observaties vanuit een schuilhut werd de voedselaanvoer naar de kuikens van grote stern en visdief bestudeerd. In aanvulling daarop werd informatie over de voedselkeuze van oudervogels verzameld door analyse van hun feces. We hadden geen toestemming om een schuilhut te plaatsen op Markenje of aldaar adulte vogels te vangen, en er moest worden volstaan met een wekelijkse controle van de enclosures.

Van de overige kolonies in de noordelijke Delta werd door middel van steekproefbezoeken na het uitkomen van de eieren in de jongenfase een grove schatting verkregen van het broedsucces. Ook werden steekproefsgewijs conditiemetingen gedaan aan de kuikens, waarbij dezelfde methode werd toegepast als in de twee gebieden waar intensief enclosurewerk werd uitgevoerd. Dit onderzoek werd uitgevoerd door de waarnemers van Delta Project Management en Bureau Waardenburg. Bij gebrek aan een echte T0-meting, werden de in het verleden verzamelde gegevens van broedsucces en de groei van sterns in diverse gebieden gebruikt als 'referentie' (voor kolonies in de Delta van 1991 tot heden (gegevens Rijkswaterstaat, verzameld door DPM) en in Zeebrugge voor de periode vanaf 1997 tot heden (gegevens INBO)).

In 2015 is ook de onderzoekmodule uitgevoerd waarbij grote sterns op zee worden gevolgd met behulp van GPSloggers. Dit onderdeel is uitgevoerd door Bureau Waardenburg. Daarnaast voerde Bureau Waardenburg ook het telprogramma vanuit

het vliegtuig uit, waarbij de verspreiding, aantallen en gebiedsgebruik van zowel sterns als zee-eenden werden vastgelegd.

### **1.3 Leeswijzer**

Dit rapport is een technisch voortgangsdocument waarin de meest recente en niet eerder gepubliceerde resultaten verkregen in 2015 van het onderzoek aan zee-eenden en sterns in de Voordelta en Zuidhollandse en Zeeuwse Delta worden gerapporteerd. In hoofdstuk 2 wordt een beschrijving gegeven van de methodiek van de verschillende onderzoekmodules bij de zee-eenden en sterns. Vervolgens worden in hoofdstuk 3 de resultaten gepresenteerd van het onderzoek aan zee-eenden en in hoofdstuk 4 die van de sterns. In ieder van deze twee hoofdstukken worden de resultaten met een onderverdeling naar de verschillende modules gepresenteerd. Hoofdstuk 5 geeft een samenvatting van de belangrijkste bevindingen in 2015.

## 2 Materiaal en methoden

### 2.1 Zee-eenden

Het onderzoek naar de effecten van de compensatie op de zwarte zee-eenden bestaat uit vier modules:

1. Voorkomen binnen de Voordelta: Vliegtuigtellingen Voordelta;
2. Voorkomen Nederland: Vliegtuigtellingen Noordzeekust van Waddeneilanden;
3. Gedrag: Dagelijks gebruik Voordelta;
4. Voedsel: Dieet zwarte zee-eend en aanvullend onderzoek voedselaanbod.

#### 2.1.1 Voorkomen binnen de Voordelta: vliegtuigtellingen Voordelta

Om inzicht te krijgen in het aantalsverloop van de zwarte zee-eend in de Voordelta en het gebiedsgebruik in ruimte en tijd is het noodzakelijk om door regelmatige tellingen de aantallen zwarte zee-eenden op de verschillende locaties in de Voordelta vast te leggen.

Zee-eenden zijn in het studiegebied geteld vanuit een vliegtuig, conform de methodiek waarop de tellingen in de periode van 2004 t/m 2006 en 2009 t/m 2014 zijn uitgevoerd (Poot *et al.* 2006, 2014, 2015). Deze methode sluit aan op de methodiek van de langjarige monitoring die sinds de jaren negentig in het kader van de MWTL wordt uitgevoerd, tegenwoordig onder de vlag van RWS WV (Hoekstein *et al.* 2003).

De gegevens werden ingesproken op een cassetterecorder. Tegelijk liep een GPS mee, zodat de waargenomen vogels door middel van de tijdsregistratie later op een locatie geplote konden worden. Samen met de registratie van het tijdstip van de waarneming kan vervolgens de positie van de groep worden afgeleid. Dit is naar schatting op 100 – 250 m nauwkeurig.

De MWTL-tellingen van RWS worden gedurende het hele jaar maandelijks uitgevoerd. In het kader van dat project wordt door een gelijk aantal extra vluchten uit te voeren de frequentie verdubbeld, conform de aanpak tijdens de nulmeting. De resultaten van deze tellingen zijn in voorliggend jaarrapport verwerkt met dien verstande dat de resultaten alleen op het niveau van telgebieden beschikbaar is (en dus niet op exacte locatie). De resultaten zijn derhalve wel getalsmatig verwerkt met de overige telgegevens, maar niet in de kaartbeelden.

De tellingen werden altijd rond laagwater (LW) uitgevoerd. RWS doet dat in verband met het tellen van zeehonden op droogvallende platen. Om geen methodische verschillen te krijgen werden de tellingen voor het huidige project ook in de laagwaterperiode (van 2 uur voor tot 2 uur na LW) gevlogen.

Op basis van de aantallen zee-eenden die geteld werden is het mogelijk om vogeldagen te berekenen. Met vogeldagen kan weergegeven worden gedurende

hoeveel dagen een gebied door vogels gebruikt wordt. Hierbij telt een groep van 50 vogels die gedurende 2 dagen aanwezig is even zwaar als 2 vogels die gedurende 50 dagen aanwezig zijn: in beide gevallen 100 vogeldagen.

### **2.1.2 Voorkomen Nederland: vliegtuigtellingen Noordzeekust van Waddeneilanden**

Naast de Voordelta is ook de kust ten noorden van de Waddeneilanden een kerngebied voor zwarte zee-eenden in Nederland. Regelmatige uitwisseling tussen beide gebieden kan potentieel plaatsvinden, evenals uitwisseling met omliggende landen. Om inzicht te krijgen in het aantalsverloop van de zwarte zee-eend in Nederland en in West-Europa worden twee methoden gevolgd.

Allereerst worden aanvullende tellingen uitgevoerd ten noorden van de Wadden en langs de Hollandse Noordzeekust. Deze referentie tellingen zijn gedaan in maart en april, ten tijde dat de maximale aantallen zee-eenden in de Voordelta voorkomen (Poot *et al.* 2006, Heunks *et al.* 2009).

Daarnaast wordt regelmatig contact gehouden met zee-eend onderzoekers in de landen om ons heen om het grotere kader van het voorkomen van zee-eenden in de Noordzee. De zee-eenden langs de Belgische kust werden tot 2010, net als in de Voordelta, jaarrond gemonitord. Tegenwoordig worden de zee-eenden alleen in maart nog vanuit het vliegtuig geteld. Gegevens hiervan worden jaarlijks opgevraagd bij het Belgische Instituut voor Natuur en Bosonderzoek (INBO). Verder hebben wij nauw contact met onderzoekers uit Duitsland en Denemarken over de aantallen zee-eenden in de Noord- en Oostzee. Op deze manier kunnen eventuele verschuivingen tussen de verschillende regio's sluitend gevolgd worden.

### **2.1.3 Gedrag: dagelijks gebruik Voordelta**

Kennis over dagpatronen en gebiedsgebruik van zee-eenden is noodzakelijk om eventuele veranderingen in verspreidingspatronen in relatie tot de ingestelde rustgebieden voor zwarte zee-eenden en de kwaliteitsverbetering van het bodembeschermingsgebied te kunnen verklaren. In de winter van 2014/2015 is geen aanvullend onderzoek naar het gedrag van zee-eenden uitgevoerd, omdat de aantallen zwarte zee-eenden daarvoor te laag waren.

### **2.1.4 Voedsel: dieet zwarte zee-eend en aanvullend voedselonderzoek**

Om inzicht te krijgen in het gebiedsgebruik van de zwarte zee-eend is het noodzakelijk om de voedselsamenstelling te kennen en de interactie tussen aanbod en voedselkeuze. In eerdere jaren is daarom onderzoek gedaan naar het dieet van zwarte zee-eenden. In 2014/2015 heeft echter geen dieetonderzoek plaatsgevonden.

Daarnaast stond voor 2015 benthosonderzoek op zee-eendlocaties op het programma. In het Perceel Benthos zijn bodemdierenbemonsteringen gedaan in het



najaar van 2014 en 2015 die de gehele Voordelta besloegen en die niet specifiek gericht waren op het bemonsteren van locaties waar zwarte zee-eenden verbleven. In de winters van 2010/2011, 2011/2012 en 2012/2013 is in aanvulling op het benthosprogramma op de locaties waar in het winterhalfjaar langere tijd verhoogde concentraties van zwarte zee-eenden pleisterden, onderzoek uitgevoerd door duikers, die niet alleen het aanwezige benthos hebben bemonsterd, maar ook visuele waarnemingen hebben gedaan en de situatie op de zeebodem hebben vastgelegd op foto en video. De onderzoeklocaties zijn geselecteerd op basis van verspreidingsgegevens van zwarte zee-eenden in de Voordelta. Vanwege de lage aantallen zwarte zee-eenden heeft er in de winter van 2014/2015 geen benthosonderzoek op zee-eendlocaties plaatsgevonden.

## **2.2 Sterns**

### **2.2.1 Broedparen en broedsucces van grote sterns en visdieven in de Delta**

Grote sterns en visdieven, die potentieel worden beïnvloed door compensatiemaatregelen, foerageren in de Voordelta maar broeden daarbuiten in kolonies verspreid over het Deltagebied. Om iets te kunnen zeggen over het reilen en zeilen van de gehele regionale populatie van grote stern en visdief is jaarlijks het aantal broedparen in alle Deltakolonies bepaald, om ook eventuele verplaatsingen tussen broedgebieden inzichtelijk te maken. Dit onderzoek wordt uitgevoerd in het kader van de langjarige MWTL monitoring. Het onderzoek bestaat uit een drietal koloniebezoeken aan alle kolonies in het Deltagebied, waarbij het totale aantal broedparen wordt bepaald. In het kader van het onderhavige project is dit uitgebreid met het eenmalig inschatten van het overall broedsucces van individuele kolonies van zowel grote stern als visdief (zie methode beschrijving in Poot *et al.* 2013). In enkele specifieke kolonies is daarnaast in veel groter detail gekeken naar het broedsucces en de kuikencondities.

Gegevens over het broedsucces van visdieven in het Haringvliet zijn in de jaren 1999 tot en met 2005 verzameld door Delta Project Management (DPM) in opdracht van het Rijksinstituut voor Kust en Zee. In de periode 2009-2011 is hier door het samenwerkingsverband van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO), Bureau Waardenburg en DPM onderzoek gedaan naar het broedsucces van grote sterns en visdieven. Bij deze rapportage is naast het eigen onderzoek van de DPM medewerkers dankbaar gebruik gemaakt van het overzicht dat Kees de Kraker jaarlijks in zijn Grevelingenverslag publiceert (De Kraker 2001, De Kraker & Derks 2003-2005, De Kraker 2006-2015). Van de sternkolonies op de Hooge Platen in de Westerschelde zijn iets minder gegevens voorhanden, maar ook hier zijn door de beheerder gegevens over het broedsucces van sterns verzameld. Dankzij een uitgebreid netwerk van correspondenten binnen en buiten de Delta weet Kees de Kraker een goed overzicht te verschaffen van de verspreiding en aantallen van broedende grote sterns binnen en buiten het Deltagebied.

## 2.2.2 Aantallen en verspreiding van sterns in de Voordelta

Om de aantallen en verspreiding van sterns in de Voordelta vast te leggen zijn in eerdere jaren twee onderzoekslijnen gevolgd; vliegtuigtellingen boven de Voordelta en juvenielentellingen op de platen aan het einde van het broedseizoen. In 2015 werden uitsluitend vliegtuigtellingen uitgevoerd om inzicht te krijgen in de offshore verspreiding van grote sterns tijdens de kuikenfase, wanneer het onderzoek in de broedkolonies plaatsvindt. De tellingen werden op vergelijkbare wijze uitgevoerd als tijdens de nulmeting (zie Poot *et al.* 2006) en in voorgaande T1 jaren (zie Poot *et al.* 2013) alleen met een veel lagere intensiteit. In eerdere jaren werden op basis van deze tellingen ook vogeldagen berekend (Poot *et al.*, 2014, 2015), echter door de lage telintensiteit was dat in 2015 niet zinvol.

## 2.2.3 Onderzoek naar broedbiologie en voedsel生态学 van grote stern en visdief in de kolonies in het Deltagebied

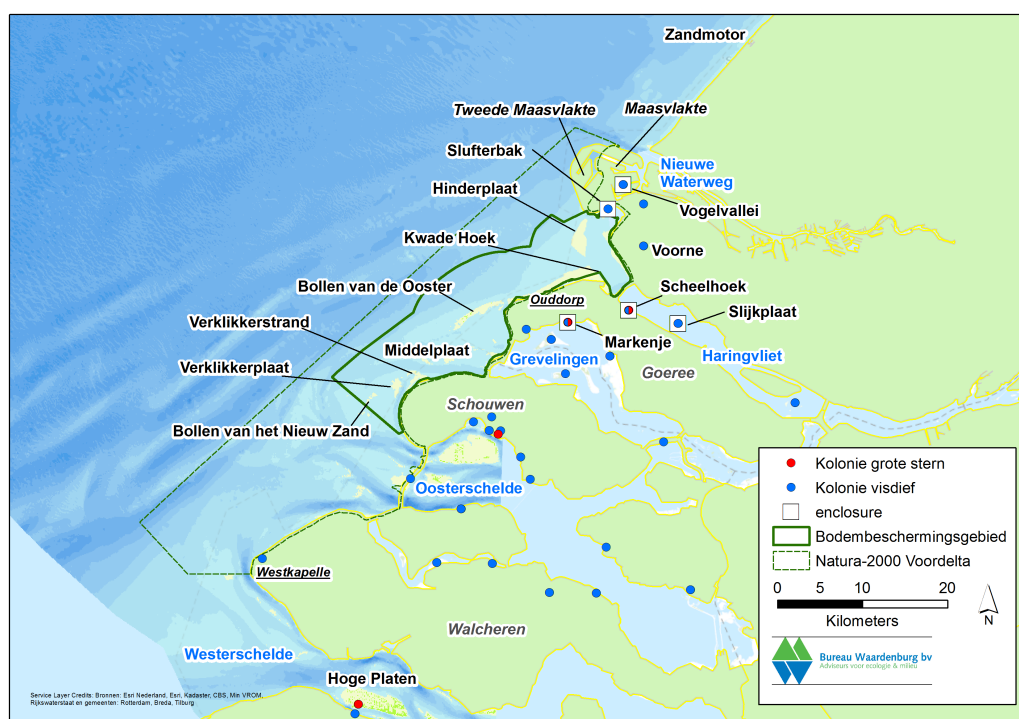
### 2.2.3.1 Broedsucces, conditie en predatie

#### Metingen van broedsucces

In de periode 2009 tot en met 2015 werden in 3 kolonies van de grote stern (Scheelhoekeilanden, Markenje en Slijkplaat) en 5 kolonies van de visdief (Scheelhoekeilanden, Markenje, Slijkplaat, Vogelvallei en het Visdiefeiland in de Sluffer) onderzoek gedaan naar het broedsucces en de kuikenconditie door middel van enclosures (figuur 2.1). Het kolonie-onderzoek aan grote sterns is gecentreerd rond de Scheelhoek, echter in 2011 en 2014 broeden er geen grote sterns op de Scheelhoek en daarom is toen uitgeweken naar Markenje (2011) met een minder intensief programma, en de Slijkplaat (2014). En verder is ook in de periode 2010-2015 een minder intensief onderzoeksprogramma uitgevoerd op Markenje, omdat de beheerder aldaar (Staatsbosbeheer Zeeland) beperkingen stelt aan de toegang tot de kolonie (max. 1 tot 2 keer per week). Ook in het visdief-onderzoek ligt de nadruk op de Scheelhoek (2009 – 2015). In 2009 is ook intensief onderzoek gedaan op de Slijkplaat, evenals in 2010 – 2012 in de Vogelvallei. Door een betredingsbeperking is minder intensief onderzoek uitgevoerd op Markenje tussen 2010 en 2013. Door de moeilijke logistiek en eventuele gezondheidsrisico's is ook uitsluitend minder intensief onderzoek uitgevoerd op het Sluffereiland in 2011 en 2012.

De methodiek van deze broedsuccesmetingen is door de jaren heen gelijk gebleven en in detail gerapporteerd in Poot *et al.* (2013). In het kort werd in de onderzochte kolonies een representatief deel van de kolonie (indien mogelijk een gedeelte van de koloniekern en een gedeelte van de rand) ingesloten met behulp van kippengaas zodat de kuikens niet konden wegllopen van de nestomgeving. Indien mogelijk werden minstens 25 nesten gevolgd. Dit naar analogie van de methodiek gebruikt in de kolonies in de Duitse Banter See, Griend in de Nederlandse Waddenzee en het Belgische Zeebrugge (Becker *et al.* 1997, Stienen & Brenninkmeijer 1999, Vanaverbeke *et al.* 2007).

De enclosures werden zowel tijdens de ei-fase als tijdens de kuikenfase 3 maal per week bezocht. Tijdens deze bezoeken werd telkens het lot van elk ei bepaald waarbij de categorieën 'bebroed', 'rot of verlaten', 'uit het nest gerold', 'kuiken dood in ei' en 'gepredeerd' werden onderscheiden. Wanneer een ei was gepredeerd werd, indien mogelijk, de predator bepaald (bruine rat, zwartkopmeeuw, kleine mantelmeeuw etc.). In de kuikenfase werd tijdens elk bezoek het lot van alle kuikens genoteerd waarbij de categorieën 'aanwezig', 'uitgevlogen' en 'gepredeerd' werden gehanteerd. Alle uitgekomen kuikens in de enclosures werden meteen bij de eerste controle na het uitkomen geringd om ze individueel herkenbaar te maken. Van kuikens die uit de enclosure waren verdwenen werd verondersteld dat ze werden opgegeten door predatoren, tenzij de vleugellengte bij de vorige meting lang genoeg was om te veronderstellen dat het kuiken in de tussenliggende periode zelfstandig kon vliegen. Dode kuikens werden verzameld en de doodsoorzaak werd vastgesteld (verhongering, ziekte etc.).



*Figuur 2.1* Overzicht van topografische namen in deze rapportage, waarin ook de locatie is weergegeven van de 5 kolonies waar onderzoek werd gedaan met enclosures.

Deze gegevens laten toe volgende zaken te bepalen:

- **Legselgrootte:** het gemiddeld aantal eieren per nest (n eieren/n nesten);
- **Uitkomstsucces:** het percentage eieren dat uiteindelijk uitkomt (n kuikens/n eieren);
- **Uitvliegsucces:** het percentage van de uitgekomen kuikens dat het vliegvlugge stadium bereikt (n vliegvlugge kuikens/n kuikens);
- **Broedsucces:** het gemiddeld aantal vliegvlugge kuikens per paar (n vliegvlugge kuikens/n nesten).

### Metingen van de kuikenconditie

Bij sterns vormt de relatie tussen de kopsnavellengte en het gewicht een betrouwbare maat voor de conditie van de kuikens. In tijden van slechte voedselomstandigheden investeren kuikens van sterns de meeste energie in structurele groei (botten) en blijft de groei van spierweefsels (massa) achter (Stienen & Brenninkmeijer 2002). Kuikens in slechte conditie zijn dus herkenbaar aan een relatief grote kop in verhouding tot hun gewicht. Deze verhouding vormt een maat voor de lichaamsconditie van kuikens die onafhankelijk is van hun leeftijd. Alleen bij zeer jonge kuikens (< 3 dagen) is de verhouding kopsnavellengte-gewicht niet bruikbaar als maat voor de conditie, omdat ze dan nog teren op de vetreserves uit de dooierzak. Tabel 1 geeft voor elk jaar en elke kolonie waar enclosures werden opgericht het aantal metingen van kuikencondities voor grote stern en visdief.

Bij de visdief werd het gemiddelde gewicht van de historische metingen (n=12.795) van random monsters uit het gehele Deltagebied (periode 1991 + 1998-2009) als referentie genomen om de conditie uit te rekenen, bij grote stern zijn de referentiegegevens afkomstig van de kolonie te Zeebrugge uit de periode (1997-2008), dit bij gebrek aan voldoende referentiegegevens uit het Deltagebied bij de start van het onderzoek. Metingen van de kopsnavellengte werden afgerond naar hele millimeters. Vervolgens werd per kopsnavel-lengteklasse het gemiddelde gewicht als referentie (BM<sub>expect</sub>) gehanteerd.

Voor alle kuikengewichten werd de conditie-index (CI in %) als volgt berekend, waarbij BM het gemeten lichaamsgewicht is:

$$CI = \frac{BM - BM_{expect}}{BM} * 100$$

Deze gegevens laten toe volgende zaken te bepalen:

- **Gemiddelde kuikenconditie:** Gemiddelde kuikenconditie per kolonie, jaar, leeftijd;
- **Seizoensverandering in kuikenconditie:** veranderingen in de (gemiddelde) kuikenconditie tijdens het opgroeien van de kuikens.

### Metingen van de adulte conditie

Het gewicht van adulte sterns, die op het nest werden gevangen in de derde en vierde week van mei en de eerste week van juni, werd als maat voor de adulte conditie genomen. De vogels werden gevangen met inloop- of valkooien die over het nest werden geplaatst.

In 2013, 2014 en 2015 werd ook een aantal vogels gevangen met behulp van een klapnet. Van de gevangen adulten werden het gewicht (g), snavellengte (0,1 mm), kopsnavellengte (mm), gonyshoogte (0,1 mm), tarsuslengte (0,1 mm) en vleugel­lengte (mm) bepaald. Tabel 2.1 geeft voor elk jaar en elke kolonie het aantal metingen van adulte conditie voor grote stern en visdief.

Deze gegevens laten toe volgende zaken te bepalen:

- **Adulte conditie:** Gemiddelde conditie van adulten per jaar.

Tabel 2.1 Aantal metingen van kuikenconditie en adulte conditie bij grote stern en visdief per jaar in alle aan de hand van enclosures onderzochte kolonies in de Voordelta in de periode 2009-2015.

Kolonie	Jaar	Grote Stern		Visdief	
		Kuikens	Adulten	Kuikens	Adulten
Scheelhoek	2009	261	20	207	19
Scheelhoek	2010	497	15	228	12
Scheelhoek	2011			154	19
Scheelhoek	2012	581	15	488	12
Scheelhoek	2013	484	13	238	11
Scheelhoek	2014			348	9
Scheelhoek	2015	842	39	311	12
Markenje	2010			125	
Markenje	2011	154		57	
Markenje	2012	148		84	
Markenje	2013	77		111	
Markenje	2014	176			
Markenje	2015	101			
Slijkplaat	2009			106	19
Slijkplaat	2014	649	21		
Visdiefeiland	2011			81	
Visdiefeiland	2012			64	
Vogelvallei	2010			342	15
Vogelvallei	2011			72	19
Vogelvallei	2012			8	3

### Vaststellen van predatie bij sternkuikens

Om na te gaan of predatie invloed heeft op het broedsucces en/of er een verband is tussen de predatiekans en de conditie van sternkuikens werd de conditie van de kuikens gerelateerd aan het uiteindelijke lot van de kuikens. Zowel voor grote stern als voor visdief werden voor alle jaren en alle onderzochte kolonies alle kuikens uit de enclosure, waarvan het lot bekend was (dood gevonden, ge-predeerd of vliegvlug geworden), geselecteerd voor de analyse. Deze metingen werden per jaar (en in het geval van visdief per kolonie) gemiddeld voor de drie onderzochte categorieën.

Deze gegevens laten toe volgende zaken te bepalen:

- **Relatie tussen predatie en broedsucces:** Impact van predatie van eieren en kuikens op het uitvlieg- en broedsucces;
- **Relatie tussen conditie en predatie:** Invloed van de kuikenconditie op de kans op predatie.
- **Relatie tussen conditie en broedsucces:** Invloed van de adulte conditie en het broedsucces.

### 2.2.3.2 Voedseleecologie

#### Bepalen van het kuikendieet: samenstelling en foerageerduur

Net voor het uitkomen van de kuikens werd op enkele meters afstand van de enclosures een vaste schuilhut geplaatst. Van hieruit werd vanaf het uitkomen van de eieren tot het uitvliegen van de kuikens 2 tot 5 keer per week de aanvoer van voedsel gemeten. Voor grote stern werden sessies van minstens 8 uur gedaan, dit gezien de

tijdspanne tussen het vertrek van een adult en de terugkeer al snel een paar uur bedraagt. Protocollen van visdief waren meestal korter omwille van de vrij korte foerageerduur (meestal enkele minuten tot een uur). Tabel 2.2 geeft voor grote stern en visdief de waarneeminspanning en het aantal waargenomen prooien weer voor alle onderzochte kolonies en alle jaren.

Bij sterns brengen de oudervogels het voedsel (over het algemeen vis en kreeftachtigen) aan in de snavel waardoor de soort en de grootte van de prooien vanuit de schuilhut met het blote oog of met behulp van een verrekijker kunnen worden bepaald. Om de prooilengte te schatten wordt de snavel van de oudervogel als referentie gebruikt. Bij grote stern komt één snavelengte (SL) overeen met 54,3 mm, bij visdief is dat 36,2 mm. De prooilengte wordt tot op 0,25 SL nauwkeurig geschat.

*Tabel 2.2 Aantal prooien dat tijdens de voedselprotocollen werd aangebracht, aantal uren geprotocolleerd en het totaal aantal uur dat individuele kuikens werden gevolgd per soort, kolonie en jaar. In 2014 en 2015 werden extra prooien (aangebracht naar ongekleurde kuikens binnen en/of buiten de enclosure) gescoord, deze aantallen staan na de '/.*

Kolonie	Jaar	Grote Stern			Visdief		
		n prooi-items	n uur protocol	n kuiken-uur protocol	n prooi-items	n uur protocol	n kuiken-uur protocol
Scheelhoek	2009	1196	113	2548	1131	95	1557
Scheelhoek	2010	997	129	2332	2757	65	823
Scheelhoek	2011				944	55	940
Scheelhoek	2012	649	83	1610	823	23	383
Scheelhoek	2013	409	79	1161	330	16	387
Scheelhoek	2014				265/322	18	
Scheelhoek	2015	396/498	65	1094	336	9	
Slijkplaat	2014	284/1998	71	1166			
Markenje	2011	5526	12				
Markenje	2012	2496	13				
Markenje	2013	1250	6				
Markenje	2015	618	12				
Slijkplaat	2009				165	24	349
Vogelvallei	2010				739	44	687

In de enclosure werd telkens een 20-tal kuikens per protocol gevolgd. Deze werden hiertoe individueel gemerkt met verfstof (Stienen & Brenninkmeijer 2002). Om de foerageerduur te meten dienen individueel herkenbare oudervogels te worden gevolgd. Omdat adulte sterns vrijwel identiek aan elkaar zijn, werd telkens net voor het uitkomen van de kuikens een aantal adulten individueel gemerkt met picrinezuur of zilvernitraat. Andere koppels konden soms worden onderscheiden op basis van aan- en afwezigheid van metaalringen of het koppatroon (vooral bij grote stern). Van deze individueel herkenbare vogels en hun partners kon exact worden bepaald op welk tijdstip ze de kolonie verlieten en wanneer ze terugkeerden met een prooi. De duur van de foerageertrip kon vervolgens worden gerelateerd aan de prooilengte en prooi-soort. De foerageerduurmetingen gebeurden gelijktijdig met de voedsel-protocollen.

Omdat op Markenje geen toestemming werd verkregen van de terreinbeheerder om een schuilhut te plaatsen, werden, om toch een beeld te krijgen van het kuikendieet.

voedselprotocollen gemaakt vanaf twee plaatsen op de dijk. Hierbij werden de beide belangrijke aanvliegeroutes van vogels met voedsel (één over de Brouwersdam, de andere over Ouddorp) gevolgd. Tijdens deze protocollen werden in perioden van telkens een half uur alle aangevoerde prooien gedetermineerd, de lengte geschat en geteld (zandspiering, haringachtigen en andere vis). In 2014 waren te weinig kuikens aanwezig op Markenje om dit soort voedselprotocollen zinvol te maken.

Als gevolg van de ingeperkte methodiek op Markenje kan er weliswaar iets worden gezegd over de aangevoerde soorten en hun lengte naar het geheel van de kolonie, maar kunnen deze niet gerelateerd worden aan individuele kuikens of de kuikens binnen de enclosure. Hierdoor kan in het beste geval slechts een benadering worden gegeven van de foerageerduur en de aanvoerfrequentie op Markenje.

Deze gegevens laten toe volgende zaken te bepalen:

- **Dieetsamenstelling:** de procentuele samenstelling van het kuikendieet;
- **Lengte van de prooien:** de lengtefrequentieverdeling per prooi-soort in stappen van 0,25 SL;
- **Aanvoerfrequentie:** het aantal prooien dat per uur naar de kuikens wordt aangebracht;
- **Veranderingen in het dieet:** verandering van de dieetsamenstelling en de lengtefrequentieverdeling tijdens het opgroeien van de kuikens;
- **Foerageerduur:** de tijd die nodig is om een prooi-soort aan te brengen (foerageerduur) in relatie tot de vislengte in stappen van 0,25 SL.

#### **Bepalen van het adulte dieet: samenstelling**

Tijdens het broeden defeceren grote sterns net naast het nest waardoor na verloop van tijd een laag opgehoopte uitwerpselen ontstaat. In deze uitwerpselen zitten resten van het dieet van de adulte vogels. Net voor het uitkomen van de eieren (meestal in de derde of vierde week van mei) werden de uitwerpselen rond een 20-tal nesten verzameld en ingevroren.

Om een beter zicht te krijgen op de kwaliteit van het voedsel voor adulte grote sterns (dieetsamenstelling en beschikbare prooilengtes en eventuele veranderingen hierin) en een eventuele link met de adulte conditie te vinden, werd in 2013 gestart met een nieuwe proefopzet voor het verzamelen en analyseren van feces van adulte grote sterns. Hiertoe werden 10 aardewerken schalen met een diameter van 22 cm tussen de nesten in de kolonie gezet, bij voorkeur op plekken waar veel feces lag. Dit werd zowel op de Scheelhoek als op Markenje gedaan. In 2014 werd dit opnieuw gedaan op Markenje en de Slijkplaat. In 2015 werd fecesonderzoek gedaan op Markenje en op de Scheelhoek.

De uitwerpselen werden in het laboratorium gespoeld met een NaOH-oplossing om het urinezuur te verwijderen en werden vervolgens onder een microscoop onderzocht. Alle harde voedselresten werden uitgeselecteerd en tot een zo hoog mogelijk taxonomisch niveau gedetermineerd. Tabel 2.3 geeft een overzicht van de aantallen teruggevonden voedselresten. De meest voorkomende bruikbare voedselresten zijn otolieten (gehoorbeentjes) van vissen. Deze zijn soortspecifiek, bovendien kan aan de

hand van de lengte of breedte van de otolieten de lengte van de vis waaruit ze afkomstig zijn worden berekend. Hiertoe werden alle otolieten gefotografeerd en opgemeten onder de microscoop.

Van de gemeten otolieten werd de lengte van de vis, waarvan ze afkomstig zijn, bepaald via soortspecifieke rekenformules. De gebruikte formules werden afgeleid aan de hand van otolieten, die uit vissen waarvan de lengte bekend is, werden gesneden (gegevens INBO). De gebruikte formule voor haring *Clupea harengus* is  $TL = 1,6945 * e^{1,5164 * OB}$ , voor sprot *Sprattus sprattus*  $TL = 1,6346 * e^{1,7352 * OB}$  en voor ongedetermineerde haringachtigen (meestal otolieten die te klein zijn om op soortniveau te herkennen)  $TL = 1,5864 * e^{1,6733 * OB}$ . Hierin is TL de totale vislengte in mm en OB de breedte van de otoliet in mm. Voor zandspiering was de gebruikte formule  $TL = 1,134 + 5,111 * OL$ . Hierin is OL de lengte van de otoliet in mm.

Tabel 2.3 Aantal sagittale otolieten en Nereis-kaken teruggevonden in de algemene samples van faeces van adulte grote sterns per kolonie per jaar in de periode 2009-2015 en het totaal voor de schalen-samples in 2013- 2015 (continue 10 schalen per seizoen).

Kolonie	Jaar	Algemeen sample		Schalen	
		n sagittale otolieten	n Nereis-kaken	n sagittale otolieten	n Nereis-kaken
Scheelhoek	2009	370	53		
Scheelhoek	2010	638	846		
Scheelhoek	2012	505	102		
Scheelhoek	2013	611	104	4099	167
Scheelhoek	2015	269	34	4297	223
Slijkplaat	2014	562	35	2434	66
Markenje	2010	527	146		
Markenje	2011	302	2		
Markenje	2012	299	19		
Markenje	2013	3693	49	4577	49
Markenje	2014	615	18	1357	nog te tellen
Markenje	2015	469	14	942	nog te tellen

Verder werden ook kaken van Nereis sp. veelvuldig teruggevonden. Ook beenresten indicatief voor bepaalde soorten (b.v. zeenaalden), kaken van inktvissen en resten van kreeftachtigen en insecten werden verzameld.

Deze gegevens laten toe volgende zaken te bepalen:

- **Dieetsamenstelling:** de procentuele samenstelling van dieet van adulte grote sterns;
- **Lengte van de prooien:** de lengtefrequentieverdeling per prooi-soort in mm;
- **Evolutie van het adulte dieet in de tijd:** veranderingen in soort-samenstelling en lengtefrequentie van de prooien in het adulte dieet.



### **Bepalen van de energetische samenstelling van het dieet van grote stern**

Op basis van de vanuit de schuilhut waargenomen prooivissen en hun respectievelijke lengtes, en de vislengtes berekend uit de uitgeselecteerde resten in de adulte feces, kan de energetische samenstelling van respectievelijk het kuikendieet en het adulte dieet worden bepaald. Immers, procentuele soortensamenstelling zegt niets over de bijdrage van de verschillende prooisorten aan het energie-budget.

De energie-inhoud van de verschillende vissoorten werd bepaald aan de hand van de formules in Stienen & Brenninkmeijer (2002). De gebruikte formule voor haringachtigen is  $E = 0,03571 * L^{2,996}$  en voor zandspieringen  $E = 0,01499 * L^{2,982}$ . Hierin is E de energie-inhoud in kJ en L de vislengte in cm. Andere vissoorten hebben een lagere energie-inhoud. Aangezien er voor deze soorten geen goede omrekenformules beschikbaar zijn werd hiervoor de formule voor zandspieringachtigen toegepast waarna de waarde door 2 werd gedeeld. Overigens zijn de aantallen andere vissen dermate laag (en meestal grondels) dat deze enigszins arbitraire omrekening wegvalt in het grote geheel.

De omrekening van de lengte van *Nereis*-tanden naar wormlengte is momenteel nog niet gebeurd. Een recente publicatie laat toe de soort en de lengte van de worm te bepalen op basis van de gevonden tanden. Er werd dan ook gestart met het fotograferen, determineren en meten van de gevonden tanden. Het lijkt erop dat *Nereis longissima* en *N. pelagica* de meest voorkomende soorten zijn. Verder werden waarschijnlijk ook *N. diversicolor*, *N. succinea* en *N. virens* gevonden.

Ondertussen werd wel een eerste inschatting gemaakt van het energiebudget dat (adulte) grote sterns uit *Nereis* halen op basis van literatuurgegevens. De omrekening van lengte naar ash-free dry weight (AFDW) en naar kJ/g AFDW werd gedaan op basis van Kristensen (1984) volgens de formule:

$$\text{AFDW (mg)} = 0,668 \times (\text{Lengte (cm)} / 1,35) 2,307$$

Als energie-inhoud van *N. virens* werd de waarde in Kay & Brafield (1973) van 22,5 kJ/g AFDW genomen. Deze komt overeen met de gemiddelde waarde voor *Annelidae* (22,3 kJ/g) in Beukema (1997) en met de gemiddelde waarde voor *Polychaeta* (23,3 kJ/g) in Brey *et al.* (1988).

De eerste resultaten wijzen erop dat in de vorige rapportages de lengte en dus ook de gemiddelde energie-inhoud van *Nereis sp.* waarschijnlijk te hoog werd ingeschat. Voorlopig werd een gemiddelde energie-inhoud van 1 kJ per individu gebruikt.

Deze gegevens laten toe volgende zaken te bepalen:

- **Energetische samenstelling van het dieet:** de procentuele bijdrage van elke prooisort aan het energiebudget van adulte en juveniele grote sterns per kolonie per jaar.

#### 2.2.4 Onderzoek naar gebiedsgebruik Voordelta en gedrag grote sterns met behulp van GPS-loggers

Tijdens het broedseizoen van 2015 zijn grote sterns voor het vierde achtereenvolgende jaar uitgerust met GPS-loggers. Met deze techniek is het mogelijk om gedetailleerde vliegpaden van individuele grote sterns op te slaan die voedsel voor zichzelf of voor hun kuikens aan het zoeken zijn.

In juni 2015 werden 7 kuikens voerende grote sterns in de kolonie op de Scheelhoek gevangen met behulp van slagnetten. De vangsten werden in de tijd gespreid om een zo goed mogelijke spreiding van vogels met verschillende broedstadia te krijgen (van zeer jonge tot bijna vliegvlugge kuikens). Echter, in het midden van het broedseizoen is niet gevangen omdat alle kuikens in de kolonie toen in zeer slechte conditie waren. Naast een aluminium ring en een gecodeerde plastic kleurring werden deze adulte vogels alle uitgerust met een Ecotone EP3.8 GPS-logger van 3,8 gram (50 x 15 mm en 8 mm dik). Het gewicht van deze loggers inclusief ringen en harnasmateriaal, ten opzichte van het lichaamsgewicht van grote sterns, gemiddeld 245 gram (~2.5%), ligt ruim binnen de algemeen geaccepteerde gewichtslimiet van 3% (Phillips *et al.* 2003, Vandenabeele *et al.* 2011).

Alle loggers in 2015 werden op de rug van de vogels aangebracht door middel van een harnas van elastische vislijn (Prestion Innovations Slip Elastic, diameter 2,0 mm). De logger werd door de vogels als een rugzakje gedragen waarbij de armen van het harnas zich kruisten op de borst (zie voor specificaties Poot *et al.* 2013). Hierdoor was het harnas sterk en flexibel, maar het is vanwege de materiaalkeuze onder invloed van zon en zout water niet heel duurzaam, zodat het naar verwachting al na enkele weken zou afvallen als de logger uitgewerkt was. Inmiddels zijn van >90% van de vogels, die uitgerust waren met een logger, waarnemingen bekend die het afvallen van de logger bevestigen (ongepubliceerde gegevens).

De verzamelde GPS posities worden automatisch verstuurd via een antenne en opgeslagen in het basisstation. Zodra de logger in de buurt van het ontvangststation is, worden ook geen GPS posities meer opgeslagen om batterijcapaciteit te sparen.

## 3 Resultaten zee-eenden

### 3.1 Vliegtuigtellingen Voordelta

Tijdens de vliegtuigtellingen is de verspreiding van de zwarte zee-eenden in de Voordelta in ruimte en tijd in beeld gebracht. Deze resultaten kunnen gebruikt worden voor de vergelijking met de aantallen en de verspreiding binnen de Voordelta tijdens de T0 meting (periode 2004-2006). De telseizoenen lopen van juli tot en met juni in het volgende jaar. Het winterhalfjaar loopt van oktober tot maart en het zomerhalfjaar van april tot en met september. Tijdens de vliegtuigtellingen zijn ook gegevens over eiders verzameld. Deze gegevens worden echter niet gepresenteerd, maar zijn voor latere bewerking beschikbaar.

#### *Seizoensmaxima en ruimtelijke spreiding*

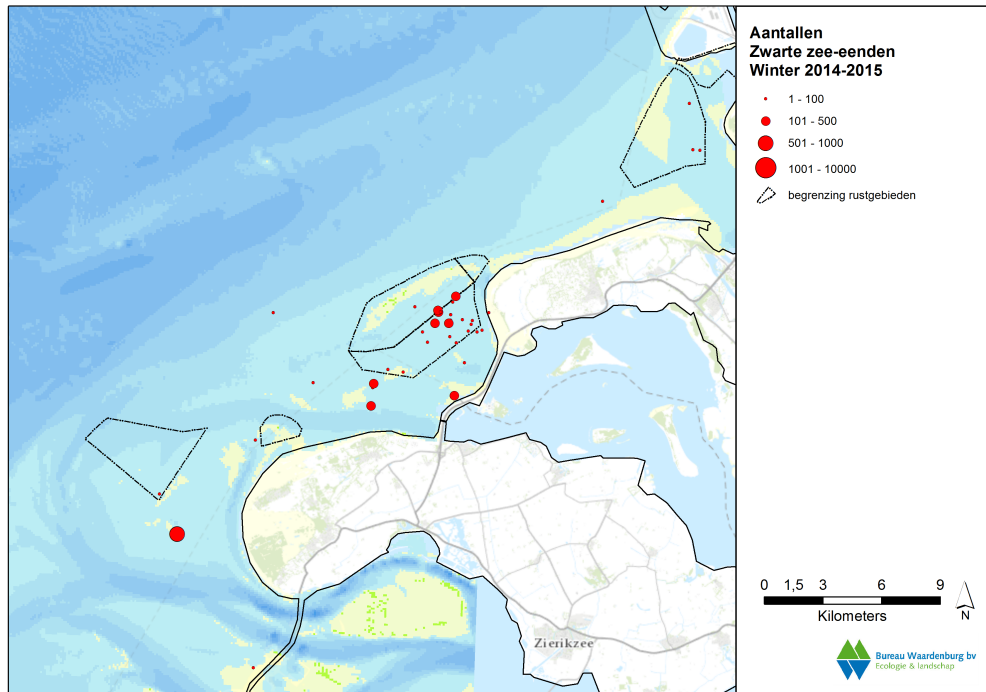
Tabel 3.1.1 geeft een overzicht van de seizoenmaxima van zwarte zee-eenden op basis van de vliegtuigtellingen in de T0 periode en in de T1 periode. Hieruit komt naar voren dat de maxima in de T0 periode hoger lagen dan in de T1 periode. Na de uitzonderlijke piek in seizoen 2012/2013, past het seizoenmaximum van het seizoen 2014/2015 in het beeld van verlaagde aantallen ten opzichte van T0 en een afnemende trend in de Voordelta.

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 (figuur 3.1.1a). In de winter van 2015/2016 zijn de vogels (tot op heden) alleen ten zuiden van de Bollen van de Ooster aangetroffen (figuur 3.1.1b). Over het algemeen was de verspreiding vergelijkbaar met de andere T1 jaren in de periode oktober – december (figuur 3.1.2).

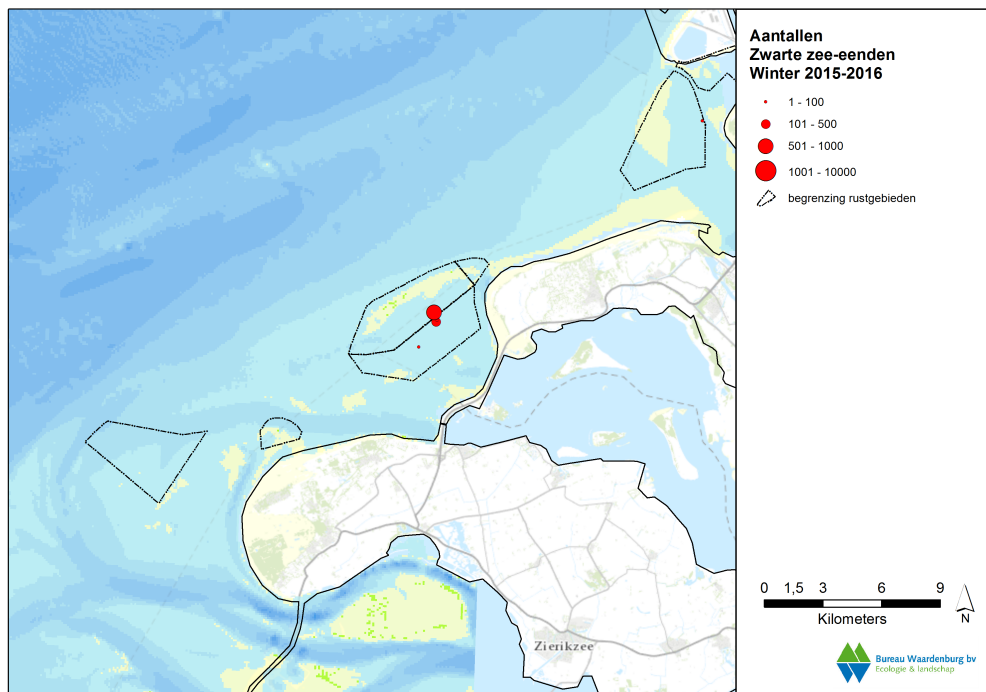
*Tabel 3.1.1 Overzicht van de telseizoenmaxima van de zwarte zee-eend in de Voordelta in de T0 en de T1 periode op basis van vliegtuigtellingen (telseizoen loopt van juli tot en met juni het volgende jaar). \*seizoen 2015-2016 betreft de periode juli 2015 t/m december 2015.*

telseizoen	maximum	maand
<b>T0 periode</b>		
2004-2005	9.078	april
2005-2006	10.244	mei
<b>T1 periode</b>		
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

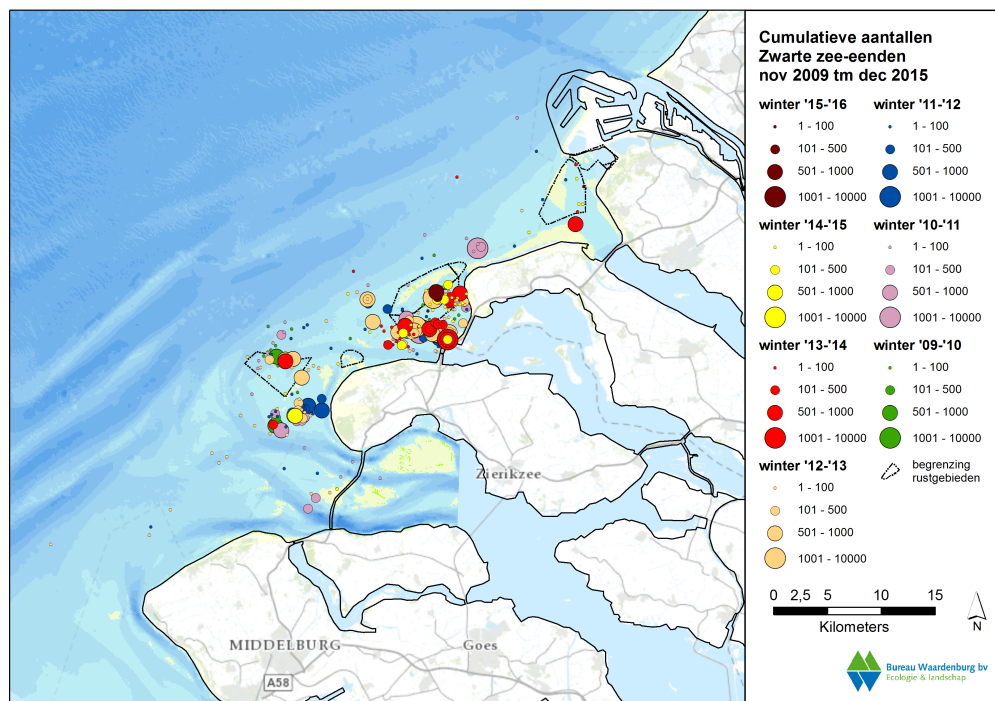
a



b



**Figuur 3.1.1a&b** Winterverspreiding van zwarte zee-eenden in de Voordelta in 2014/2015 en 2015/2016 (oktober-december 2015) op basis van de beschikbare vliegtuigtellingen in die periode.



Figuur 3.1.2 Winterverspreiding van zwarte zee-eenden in de Voordelta in de T1 periode op basis van alle beschikbare vliegtuigtellingen.

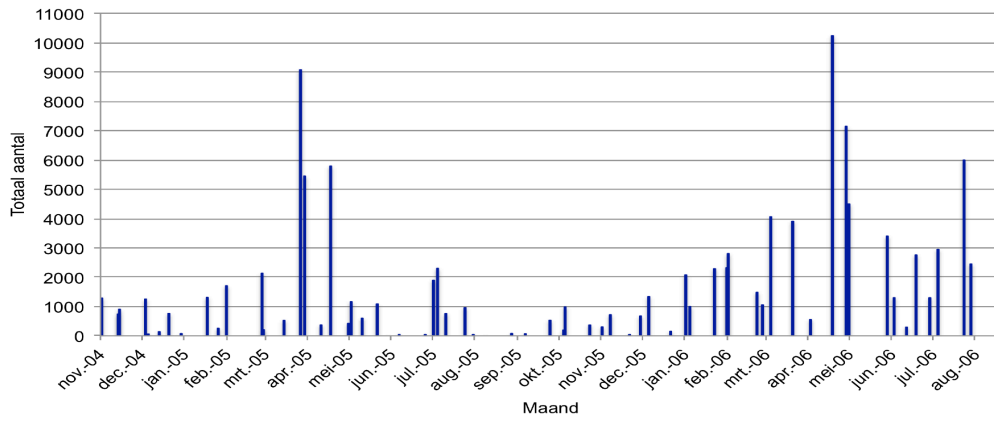
### Seizoensverloop

In het seizoen 2014/2015 zijn de aantallen per telling gedurende het telseizoen, met uitzondering van november 2014, niet boven 1.000 vogels uitgekomen (tabel 3.1.1). Ook ontbrak een duidelijke voorjaarspiek, zoals wel het geval was in het voorjaar van 2013 en in de T0 seizoenen (figuur 3.1.3).

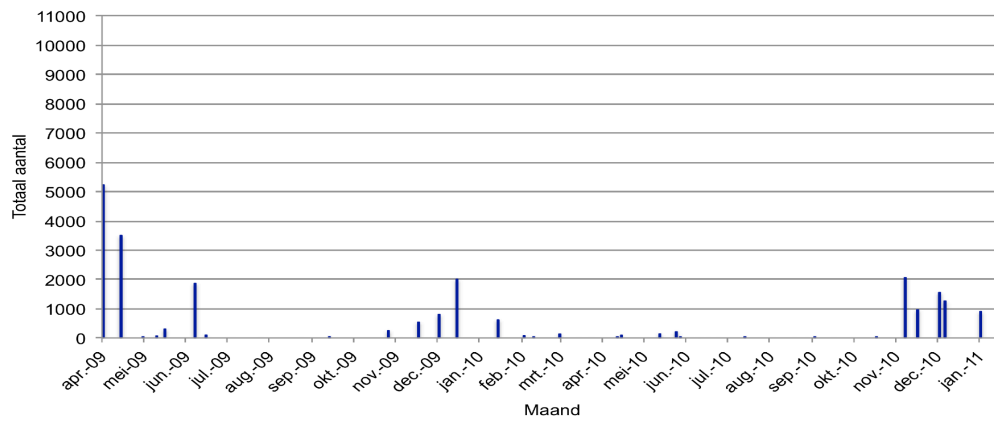
### Trends in rustgebieden

Het aandeel zwarte zee-eenden dat in de rustgebieden verbleef was in het seizoen 2014/2015 relatief laag ten op zichte van de T0 waarnemingen. Echter met name in de laatste maanden van 2015, maar ook al in de winter van 2014/2015, zaten de zee-eenden die in de Voordelta aanwezig waren wel bijna uitsluitend in het rustgebied rond de Bollen van de Ooster (figuur 3.1.1a en b en 3.1.4).

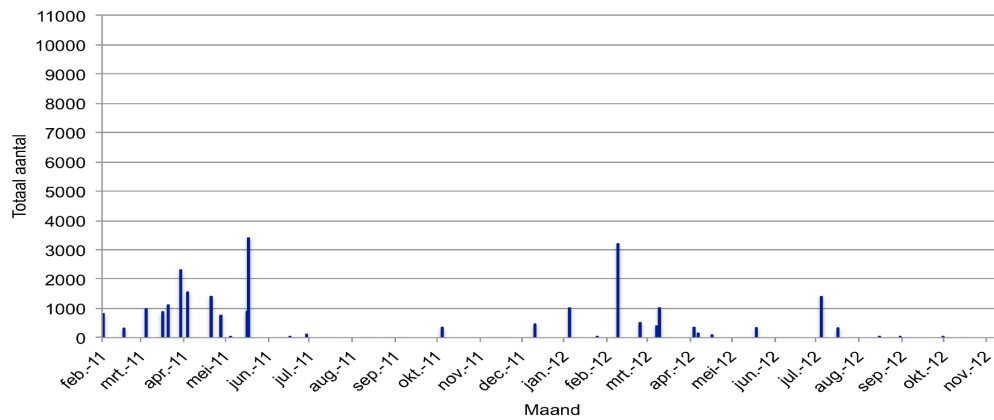
Zwarte zee-eenden in de Voordelta - T0

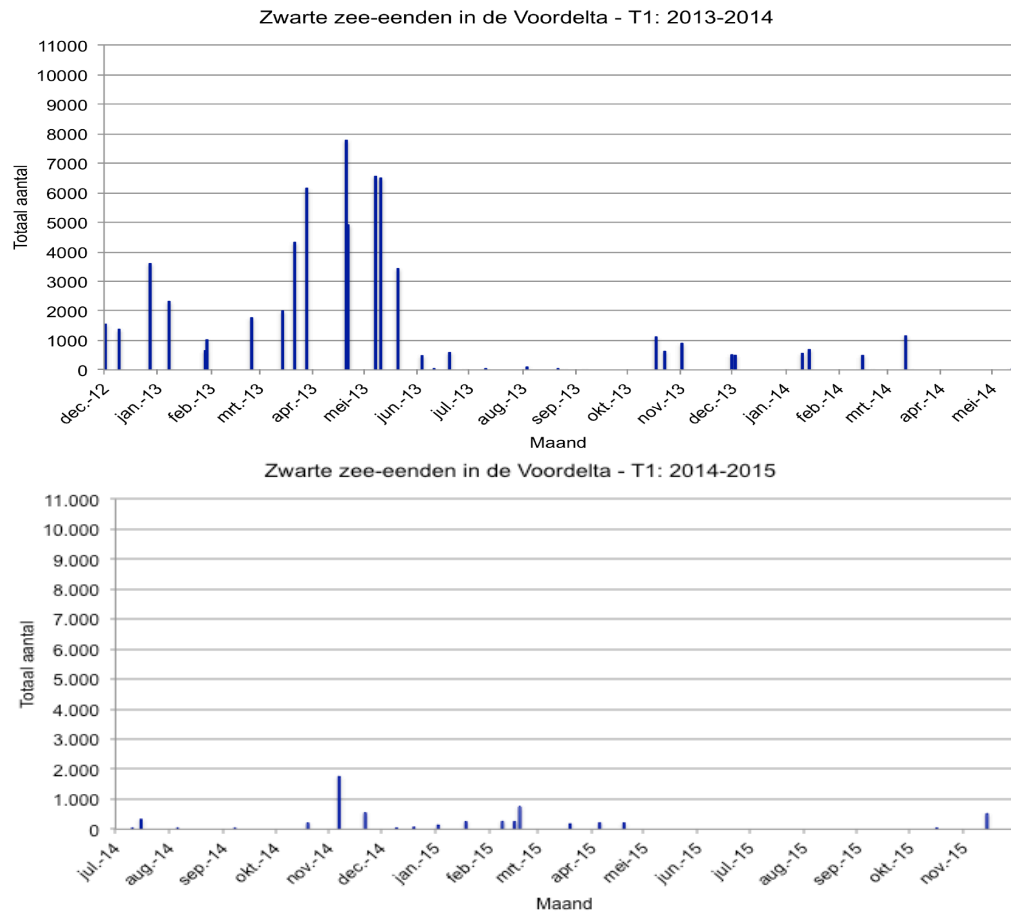


Zwarte zee-eenden in de Voordelta - T1: 2009 - 2010



Zwarte zee-eenden in de Voordelta - T1: 2011-2012





*Figuur 3.1.3 Aantalsverloop van zwarte zee-eenden in de Voordelta in de T0 periode (november 2004 t/m augustus 2006; eerste grafiek boven) en de T1 periode (november 2008 t/m december 2015; chronologisch alle maanden verdeeld over vier grafieken) op basis van alle beschikbare vliegtuigtellingen.*

**Vogeldagen**

Tabel 3.1.2 geeft het aantal vogeldagen van de zwarte zee-eend in de T0 en in de T1 periode in het winterhalfjaar (okt-mrt) in de verschillende deelgebieden binnen de Voordelta.

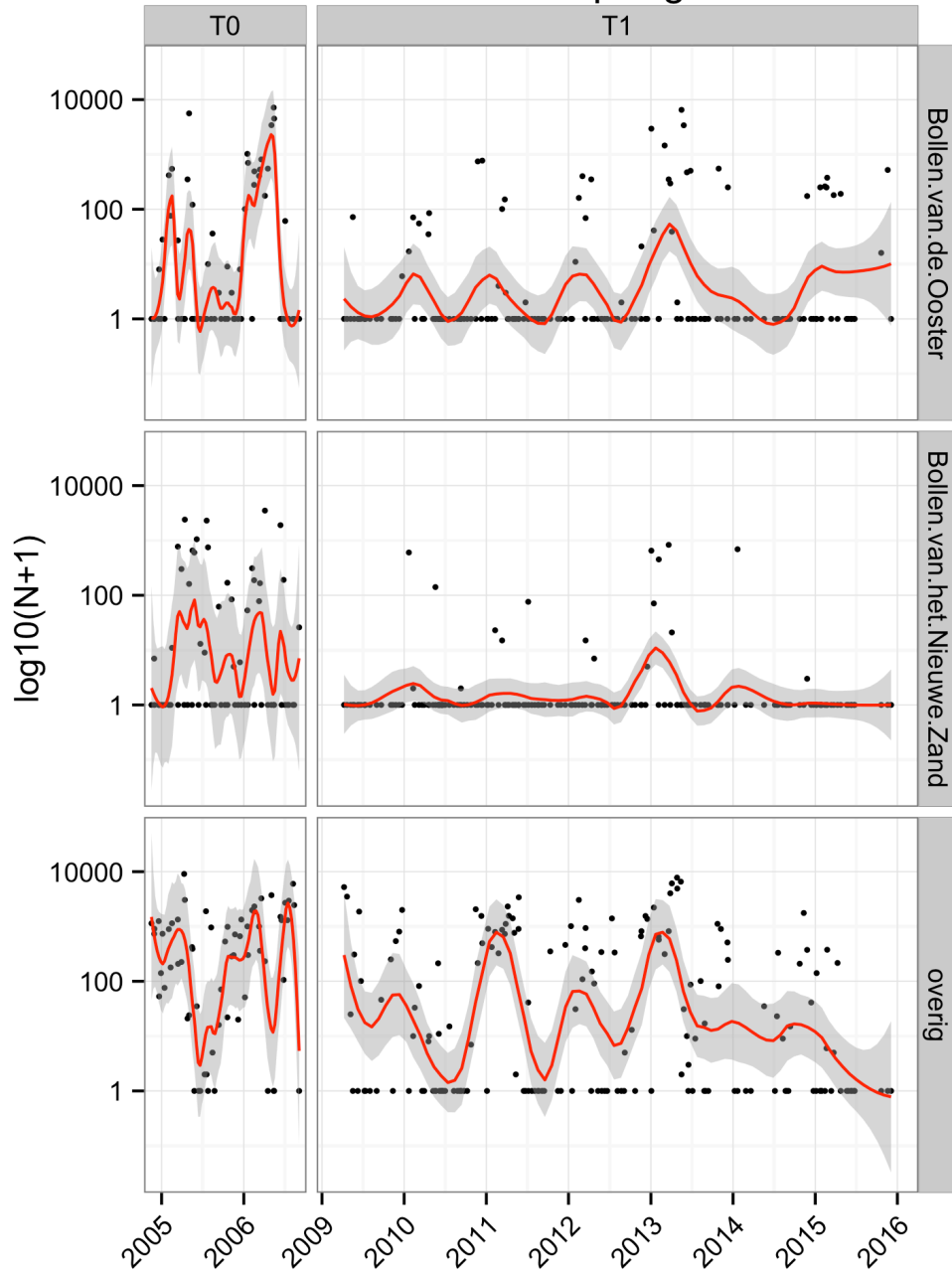
In het winterhalfjaar lagen de aantallen vogeldagen tijdens de T0 en de T1 periode in dezelfde orde van grootte, waarbij in de T1 periode het aantal vogeldagen soms hoger en soms lager lag dan in de T0 periode. De winter van 2013/2014 was een jaar met de laagste aantallen vogeldagen van zwarte zee-eenden tijdens de gehele onderzoeksperiode (T0 en T1). Het aantal vogeldagen was in de winter van 2014/2015 weer toegenomen. Opvallend waren de hoge aantallen bij de Hinderplaat en de lage aantallen bij de Bollen van het Nieuwe Zand.

Tabel 3.1.2 Totaal aantal vogeldagen in het winterhalfjaar (okt-mar), voorjaar (apr-mei) en zomer (jun-sep) van de zwarte zee-eend in de Voordelta tijdens de T0 seizoenen (periode 2004-2006) en de T1 seizoenen (periode 2009-2015). Er wordt onderscheid gemaakt tussen de verschillende rustgebieden "Bollen van de Ooster" (BVO), Bollen van het Nieuwe Zand' (BVNZ), de 'Hinderplaat' (HIN), de 'Slikken van Voorne' (SV) en de 'Verklikkerplaat' (VK), die voor de zee-eenden in het beheerplan van de Voordelta zijn begrensd, en de rest van de Voordelta. \*Winter 2015/2016 beslaat uitsluitend okt-dec.

Seizoen	BVO	BVNZ	HP	SvV	VP	Rest	Totaal
<i>winter</i>							
2004/2005	15.463	14.644	1.135	0	0	96.850	128.092
2005/2006	39.366	9.381	10	0	0	171.956	220.713
2009/2010	2.301	14.738	0	0	0	70.186	87.224
2010/2011	21.597	526	0	0	0	113.522	135.645
2011/2012	9.148	189	28	0	0	100.802	110.167
2012/2013	82.043	27.047	0	0	0	151.244	260.334
2013/2014	24.400	0	440	0	0	74.137	98.977
2014/2015	22.731	43	2.044	0	0	34.583	59.401
2015/2016*	12.543	0	0	0	0	0	12.543
<i>voorjaar</i>							
2005	59.995	28.575	0	0	0	96.480	185.050
2006	165.373	50.794	0	0	40.300	51.762	308.228
2009	568	0	0	0	0	91.014	91.582
2010	1.256	770	0	0	0	172	2.198
2011	0	0	0	0	0	100.538	100.538
2012	4.900	81	0	0	0	5.080	10.061
2013	83.629	300	0	0	0	289.284	373.212
2014	0	0	0	0	0	2.057	2.057
2015	6.175	0	650	0	0	0	6.825
<i>zomer</i>							
2005	382	28.961	0	0	0	19.685	49.028
2006	510	33.158	0	0	0	209.990	243.658
2009	0	0	0	0	0	15.673	15.673
2010	0	4	0	0	0	1.787	1.791
2011	10	488	0	0	0	260	758
2012	15	0	0	0	0	27.360	27.374
2013	9.218	0	0	0	0	3.066	12.284
2014	0	0	0	0	0	13.035	13.035
2015	0	0	0	0	0	0	0



## Zwarte zee-eend per gebied



*Figuur 3.1.3 Aantalsverloop van zwarte zee-eenden in de twee aangewezen rustgebieden (boven en midden) en in de overige gebieden in de Voordelta in de T0 periode (november 2004 t/m augustus 2006; boven) en de T1 periode (november 2008 t/m dec 2015; beneden) op basis van alle beschikbare vliegtuigtellingen. Weergegeven is een loess/lowes smoothing trendlijn met een 95% betrouwbaarheidsinterval (Wickham 2009, Hastie & Tibshirani 1990). De y-as is als log-schaal weergegeven.*

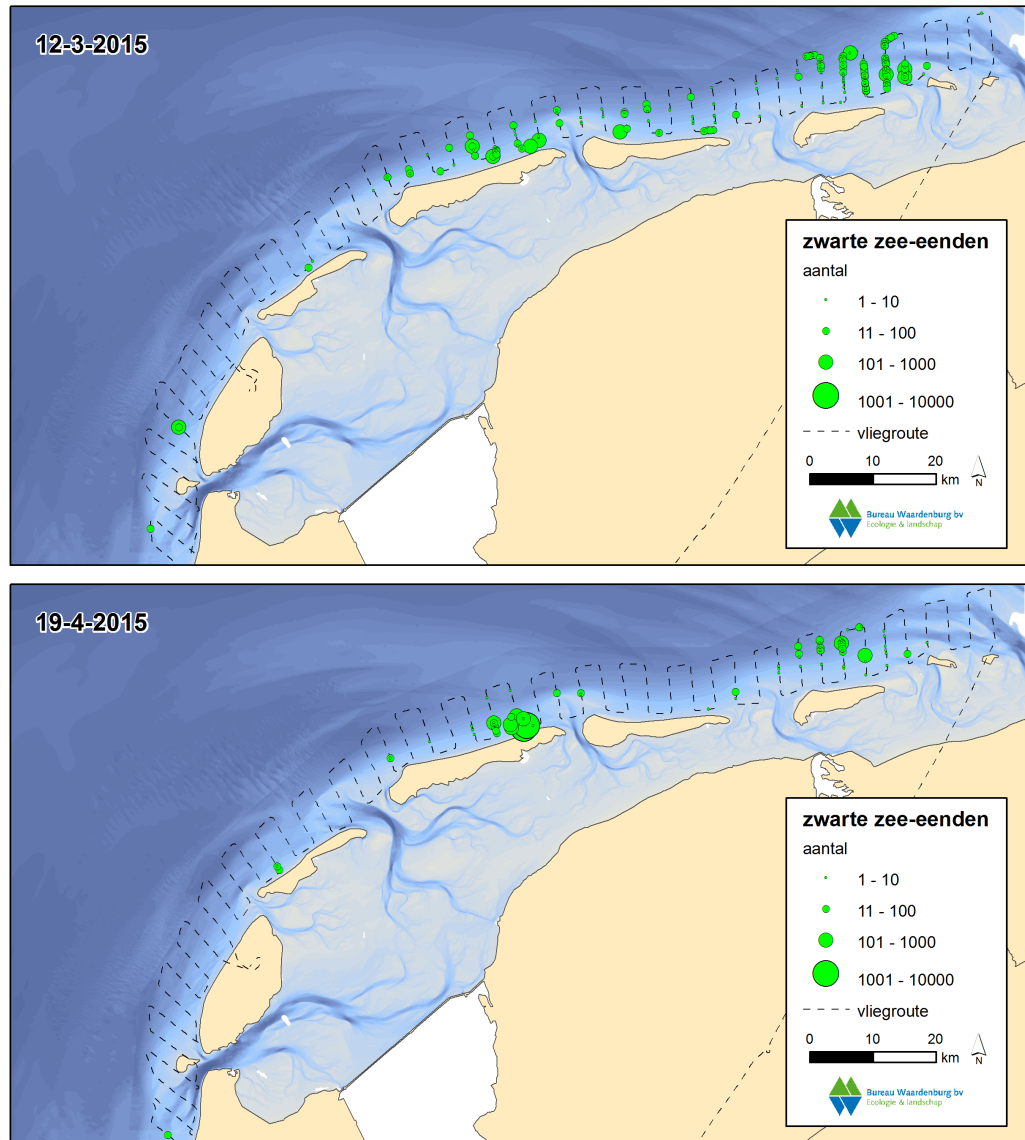
### 3.2 Vliegtuigtellingen Noordzeekust Waddeneilanden - referentie

De tellingen langs de Noordzeekustzone en de Noordzeekust van de Waddeneilanden zijn bedoeld als referentie voor de ontwikkelingen in de Voordelta. In het voorjaar van 2015 zijn in maart en april de gehele Hollandse kust en de Noordzeekust van de Waddeneilanden geteld op zee-eenden. In het voorjaar van 2015 bedroeg het maximum aantal zwarte zee-eenden in de gehele Nederlandse kustzone maximaal ruim 11.500 vogels. Dit was aanmerkelijk lager dan in de jaren daarvoor. Met name de kust van Terschelling en het zeegebied ten noorden van Schiermonnikoog waren in 2015 belangrijke gebieden (figuur 3.2.2). Het aantal zwarte zee-eenden, dat in het voorjaar van 2015 in de Voordelta verbleef, was laag en lag na de piek in het voorjaar van 2013 weer op hetzelfde niveau als in de periode 2009 - 2012 (tabel 3.2.1).

Opmerkelijk is verder dat in december 2015 en januari 2016 zeer grote aantallen (tot 115.000) zwarte zee-eenden op de trektelpost van Camperduin werden geteld. In dezelfde tijd werd echter op andere trektelposten in de buurt (Castricum, Egmond aan Zee, Huisduinen) dergelijke aantallen niet gezien. Dit suggereert de aanwezigheid van een grote groep zee-eenden voor de Noord-Hollandse kust, in een voormalig kernverspreidingsgebied. Echter tijdens de RWS-tellingen in het kader van de MWTL monitoring in november, januari, en februari werd een dergelijke groep niet teruggevonden. De verblijfplaats van deze eenden blijft dus tot op heden onbekend.

*Tabel 3.2.1 Totaal aantal zwarte zee-eenden in maart en april van alle T1 seizoenen in de belangrijkste concentratiegebieden in de Nederlandse kustzone (exclusief de Waddenzee, waar marginale aantallen voorkomen). In maart en april 2012, 2013, 2014 en 2015 zijn de zwarte zee-eenden geteld volgens een survey design met kustdwarse transecten. De hier in de tabel gepresenteerde gegevens betreffen minimum aantallen getelde vogels.*

		Voordelta	Hollandse kust	Waddenkust	Totaal
Voorjaar 2009	april	5.225	26	1.884	7.176
Voorjaar 2010	maart	135	25	5.635	5.835
	april	93	4.006	8.641	12.743
Voorjaar 2011	maart	1.115	2.200	33.785	37.100
	april	2.314	34	6.890	9.238
Voorjaar 2012	maart	1.017	0	32.705	33.722
	april	350	26	4.536	4.912
Voorjaar 2013	maart	4.320	153	18.177	22.650
	april	7.780	6.755	20.606	35.141
Voorjaar 2014	maart	1.132	81	26.106	27.319
	april	12	64	38.146	38.222
Voorjaar 2015	maart	184	20	11.026	11.230
	april	425	80	11.509	12.014



*Figuur 3.2.2* Verspreiding van zwarte zee-eenden langs de Noordzeekust van de Waddeneilanden in maart en april 2015.

### **3.3 Informatie over het voorkomen van zee-eenden buiten Nederland**

#### *Denemarken*

Voor de Deense en Duitse kustzone (Oostzee en Noordzee) zijn geen actuele uitgewerkte gegevens beschikbaar. In Denemarken, waar in 2013 een wintersurvey is gedaan, lijken de aantallen iets lager of vergelijkbaar met de situatie in 2008 (pers. med. Ib Krag Petersen, NERI). Opvallend is de verschuiving in het verspreidingspatroon in Denemarken. Voorheen was de verspreiding beperkt tot enkele grote concentratiegebieden. Tegenwoordig is sprake van veel meer kleinere concentratiegebieden met 1.000 vogels of meer. Met name aan de westkust van Denemarken is de soort fors in aantal toegenomen. Dit wordt mogelijk veroorzaakt door de opmars van de Amerikaanse zwaardschede in deze kustzone. De verandering van de zwarte zee-eendenverspreiding in sommige Oost-Deense kustwateren is daarmee niet verklaard. Mogelijk dat hier ook toenemende verstoring een rol speelt (pers. med. Ib Krag Petersen, NERI). Recente schattingen van zwarte zee-eenden in Denemarken zijn tot op heden niet gedaan.

#### *Duitsland*

Langs de Duitse kusten wordt hetzelfde fenomeen gezien (pers. med. S. Garthe, Universiteit van Kiel). Echter, ook hier ontbreken recente schattingen. Er zijn wel initiatieven om op een meer integrale manier zee-eenden te gaan tellen in het West-Europees kustgebied (pers. med. N. Markones).

#### *België*

Ook in de Belgische kustwateren waren de aantallen laag in 2014/2015. In het winterhalfjaar kwamen de aantallen niet boven de 500 zee-eenden uit. In het voorjaar werden er maximaal 2.000 geteld (gegevens Beheerseenheid van het Mathematisch Model van de Noordzee). In de zomermaanden verbleef een groep van ca. 200 vogels lokaal voor de kust (gegevens INBO).

#### *Frankrijk*

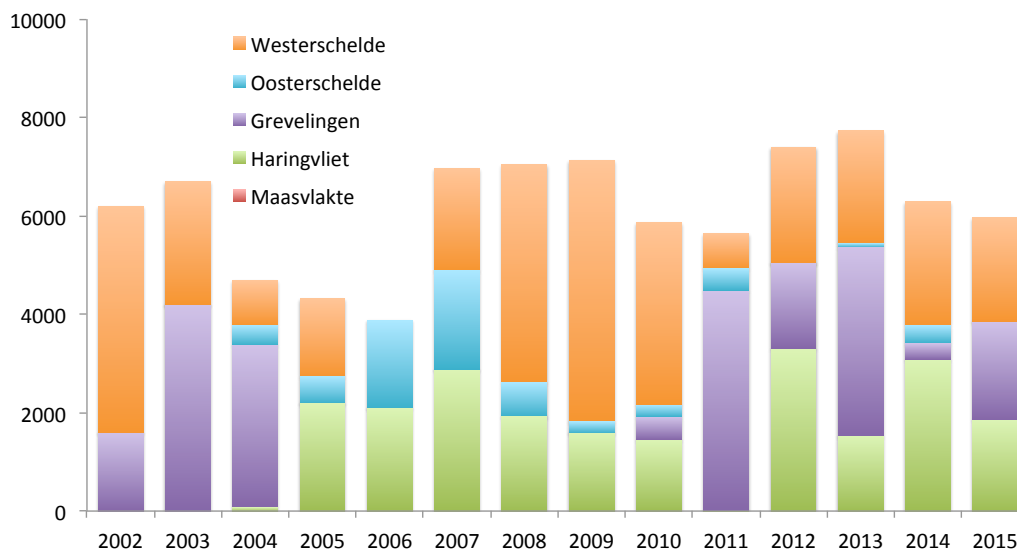
Na een afname gedurende de laatste tien jaar, schommelen in Frankrijk de aantallen overwinterende zwarte zee-eenden de afgelopen winters rond 30.000 (2013/2014: 31.900 ex.). In de belangrijkste concentratiegebieden variëren de aantallen van 1.000 tot 10.000 vogels. De mate van verstoring is op deze locaties in de afgelopen 10 jaar toegenomen (pers. med. B. Deceuninck, LPO). Meer recente schattingen van zwarte zee-eenden in Frankrijk zijn tot op heden niet bekend.

## 4 Resultaten sterns

### 4.1 Broedparen en broedsucces van sterns in de gehele Delta

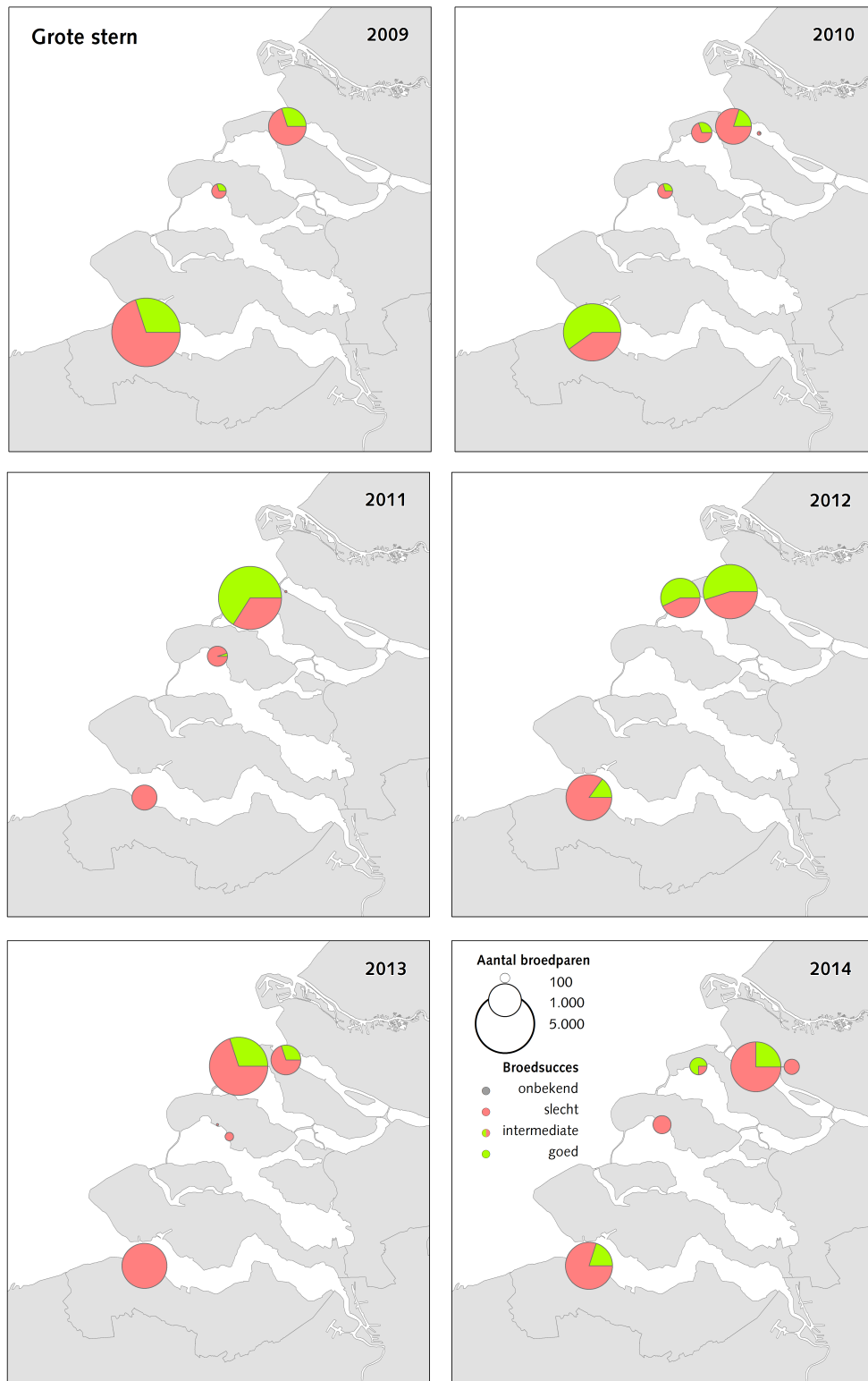
#### 4.1.1 Grote stern

In alle grote stern kolonies in het Deltagebied wordt jaarlijks het aantal broedparen bepaald (RWS, terreinbeheerders). In 2015 waren de grote sterns verdeeld over drie kolonies van ongeveer gelijke grootte. In totaal kwamen zo'n 6.000 paar grote sterns in het Deltagebied tot broeden. In het Haringvliet waren ze na een jaar afwezigheid weer terug op de Scheelhoek met meer dan 1.800 paar. Daarnaast was er een kolonie van 2.000 paar op Markenje in de Grevelingen. Verder kwam ook op de Hooge Platen in de Westerschelde een kolonie van meer dan 2.000 paar tot broeden (figuur 4.1.1.1).

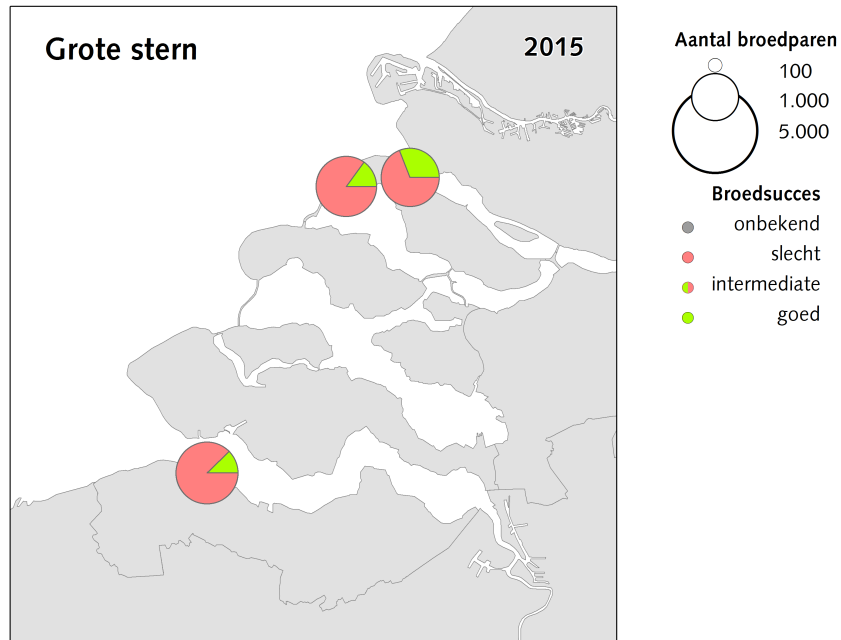


Figuur 4.1.1.1. Het totaal aantal broedparen van de grote stern per waterbekken in het Deltagebied in de periode 2002-2015.

In alle kolonies is een (semi-) kwantitatieve inschatting van het broedsucces gedaan, en 2015 bleek een jaar met over het algemeen een lager broedsucces dan in andere jaren (figuur 4.1.1.2 en 4.1.1.3). Overigens is voor een deel van de kolonies het broedsucces ook in meer detail bekeken in enclosures. Over het algemeen ligt het broedsucces van de kolonie lager dan zoals vastgesteld wordt in de enclosure (zie voor broedsucces in enclosure paragraaf 4.3.1a).



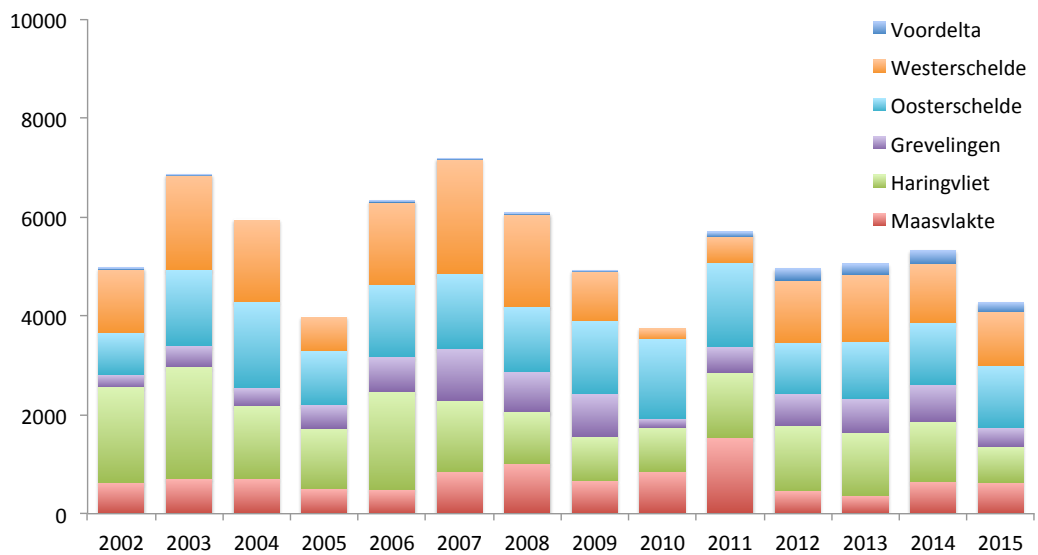
Figuur 4.1.1.2 Het aantal broedparen van grote sterns per kolonie in het Deltagebied met een semi-kwantitatieve indicatie van het broedsucces in de periode 2008-2013. Hoe groener de bol, hoe beter het broedsucces was (zie paragraaf 2.2.3 voor nadere uitleg).



Figuur 4.1.1.3 Aantallen broedparen van grote sterns per kolonie in het Deltagebied met een (semi-)kwantitatieve indicatie van het broedsucces in 2015. Hoe groener de bol, hoe beter het broedsucces (zie §2.2.3 voor nadere uitleg).

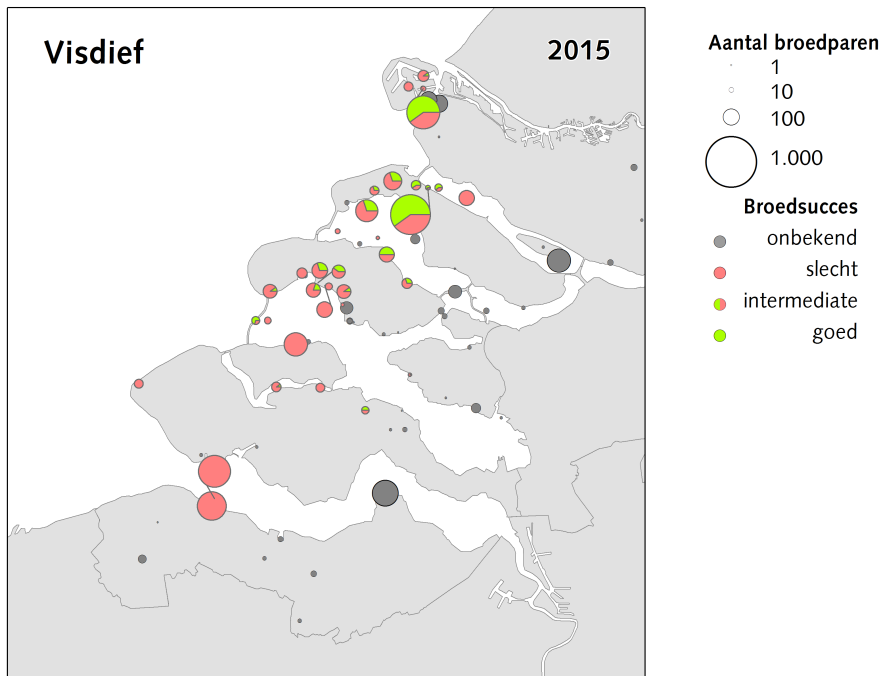
#### 4.1.2 Visdief

In het merendeel van de visdief kolonies in het Deltagebied wordt jaarlijks het aantal broedparen bepaald (RWS, terreinbeheerders) en visdieven komen in zeer veel (soms kleine) kolonies tot broeden. In totaal kwamen minder dan 5.000 paar visdieven in het Deltagebied tot broeden (figuur 4.1.2.1).



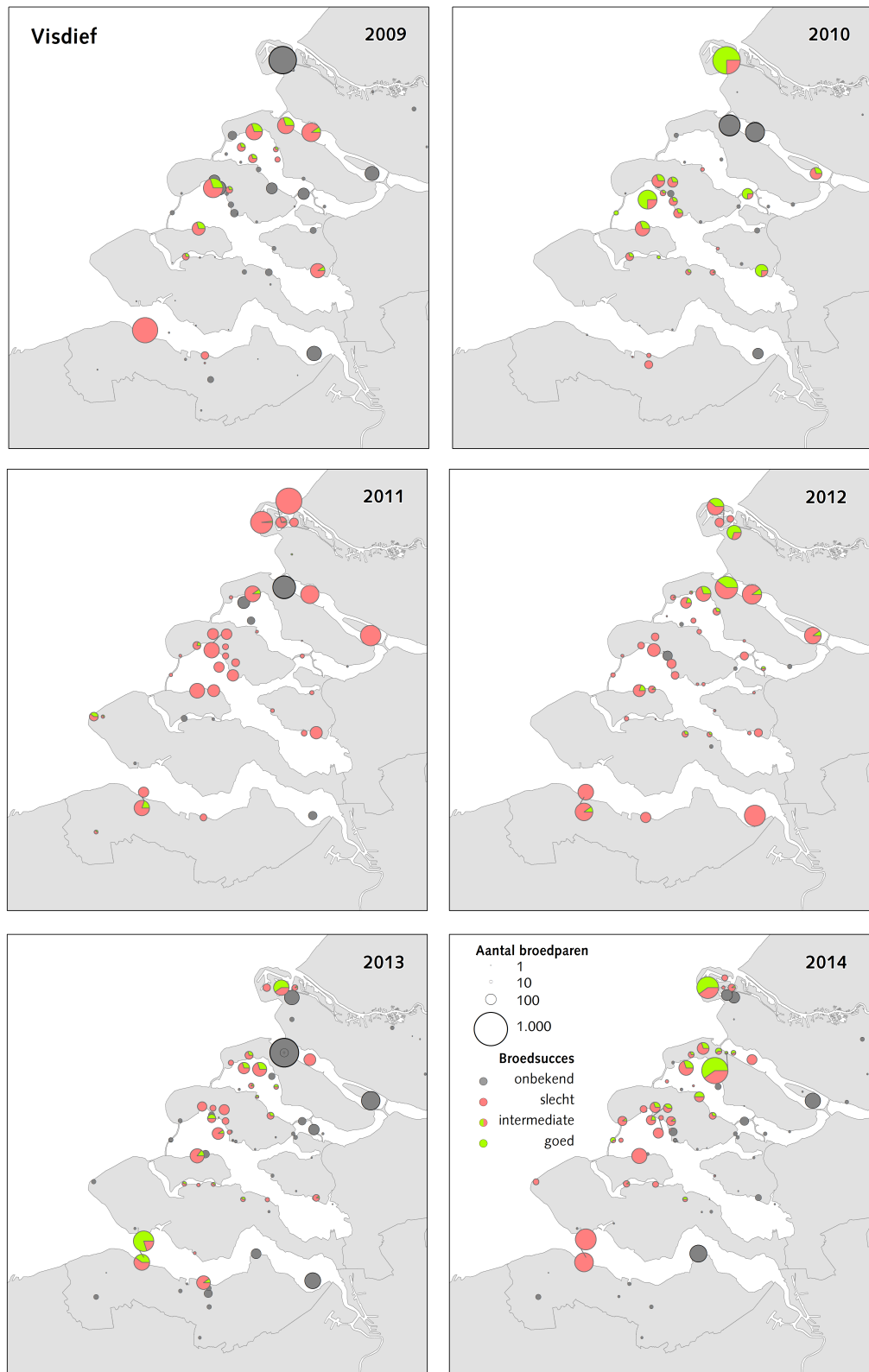
Figuur 4.1.2.1 Het totaal aantal broedparen van de visdief per waterbekken in het Deltagebied en in Zeebrugge in de periode 2002-2015.

Het broedsucces van de soort wisselt sterk van jaar op jaar en tussen verschillende gebieden (figuur 4.1.2.2 en 4.1.2.3). 2015 was een gemiddeld jaar met de beste resultaten in het noordelijke deel van de Delta.



Figuur 4.1.2.2 Aantallen broedparen van visdieven per kolonie in het Deltagebied met een (semi-)kwantitatieve indicatie van het broedsucces in 2015. Hoe groener de bol, hoe beter het broedsucces (zie §2.2.3 voor nadere uitleg).





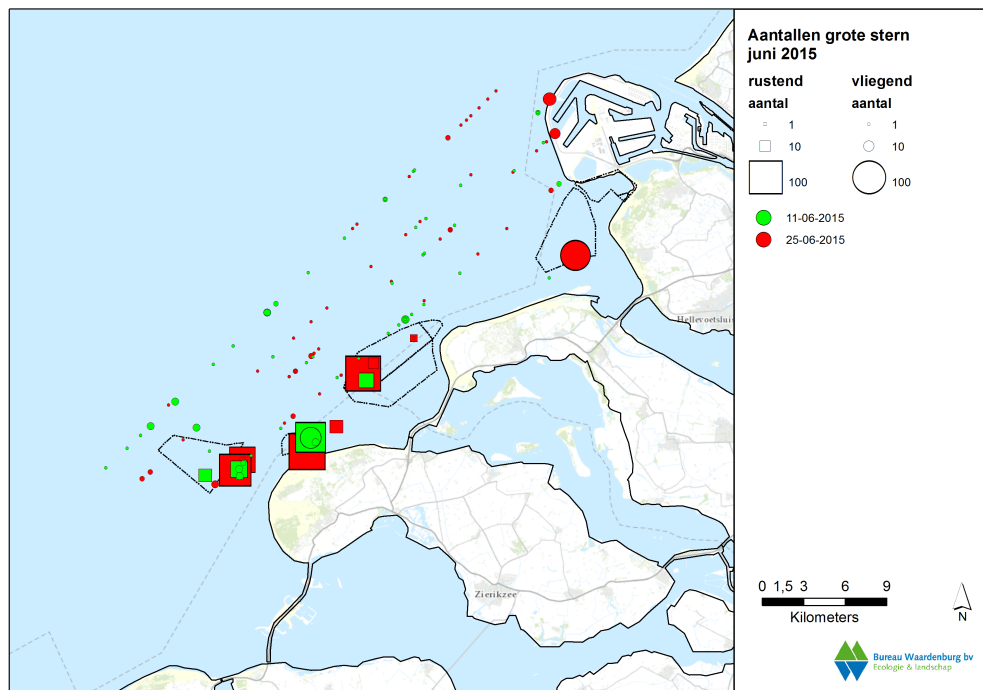
*Figuur 4.1.2.3 Het aantal broedparen van visdieven per kolonie in het Deltagebied met een semi-kwantitatieve indicatie van het broedsucces in de periode 2008-2013. Hoe groener de bol, hoe beter het broedsucces was (zie paragraaf 2.2.3 voor nadere uitleg).*

## 4.2 Vliegtuigtellingen

### 4.2.1 Grote stern

In 2015 zijn in juni twee vliegtuigtellingen uitgevoerd in juni, op het moment dat sterns jongen hebben in de kolonies. Figuur 4.2.1.1 geeft de verspreiding en aantallen van grote sterns weer tijdens deze twee tellingen op 11-06 en 25-06-2015. Tijdens deze tellingen werden grote sterns in het gehele telgebied gezien.

De grootste concentraties bestonden uit rustende vogels op platen en stranden op de bijvoorbeeld de westpunt van de Bollen van de Ooster, Bollen van het Nieuwe Zand en op het Verklikkerstrand/plaat. Daarnaast werden concentraties vliegende/foeragerende vogels waargenomen in de Haringvlietmonding en langs de Tweede Maasvlakte.

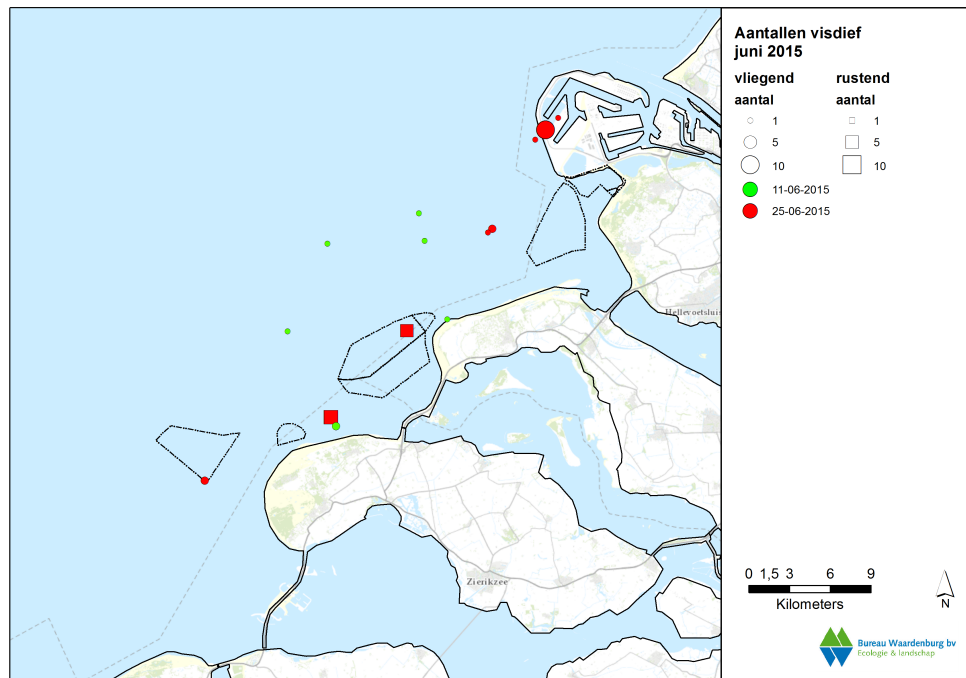


Figuur 4.2.1.1 Verspreiding en aantallen van grote sterns op 11 en 25 juni 2015.

#### 4.2.2 Visdief

In 2015 zijn in juni twee vliegtuigtellingen uitgevoerd in juni, het moment dat sterns jongen hebben in de kolonies. Figuur 4.2.2.1 geeft de verspreiding en aantallen van visdieven weer tijdens deze twee tellingen op 11-06-2015 en 25-06-2015.

Relatief de grootste vlieg- en foerageerconcentraties kwamen in de regio Haringvlietmonding/Tweede Maasvlakte voor. Dit jaar werden de visdieven bij de uitstroomopening van de Haringvlietsluizen niet meegeteld. Uit eerdere jaren is bekend dat hier bij laag water enkele honderden visdieven gebruik maken van een verhoogd visaanbod bij de uitstroom van zoet water uit het Haringvliet. Ook werden visdieven 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 4.2.1.1 Verspreiding en aantallen van visdieven op 11 en 25 juni 2015.

### 4.3 Koloniewerk – broedecologie

#### **Grote Sterns - Broedsucces en kuikenconditie**

In 2015 werd in twee kolonies van de grote stern onderzoek verricht: op de Scheelhoekeilanden en op Markenje. In totaal werden op de **Scheelhoek** 39 adulten gevangen: 23 met een valkooi voor de meting van de adulte conditie en voor de voedselprotocollen en 16 met een klapnet voor het GPS-onderzoek (7 van deze vogels werden met een logger uitgerust). Het broedsucces van 51 nesten werd gemeten, in de enclosure werden 596 metingen van de kuikenconditie gedaan. Ook werden ter controle 102 conditiemetingen buiten de enclosure verricht en werden 144 metingen gedaan van kuikens in de enclosure waarin de gezenderde vogels werden gevangen. Op **Markenje** werd van 49 nesten het broedsucces gevolgd en werden 101 metingen van de kuikenconditie gedaan. Het relatief lage aantal kuikenmetingen is het gevolg van een erg laag uitkomstsucces. In totaal werden ongeveer 200 kuikens van een kleuring voorzien.

#### **Grote Sterns - Voedseleecologie**

Op 8 dagen werden in totaal 65 uur voedselprotocollen gemaakt vanuit de schuilhut bij de enclosure op de **Scheelhoek**. Van 396 aangebrachte prooien werd de soort bepaald en de lengte geschat. Van 177 aangebrachte prooien kon de foerageerduur worden berekend. Verder werden 498 prooien die tijdens de protocollen werden aangebracht naar de niet-gekleurde kuikens in de enclosure gedetermineerd en op lengte geschat. Vanop de dijk aan **Markenje** werden op 10 dagen voedselprotocollen van langsvliegende grote sterns gemaakt. In totaal werden 618 prooien gedetermineerd en op lengte geschat.

In de het faecesmonster dat werd genomen net voor de kuikens uitkwamen op de **Scheelhoek** werden 597 dieetresten teruggevonden, het uitzoeken van de schalen-samples van de Scheelhoek leverde 4.520 prooiresten op. Voor Markenje waren dat respectievelijk 484 en ongeveer 1.000 prooiresten. Ook werden de schalen-samples van de Slijkplaat en Markenje van 2014 verder uitgezocht. Al deze prooiresten werden gefotografeerd, gedetermineerd en gemeten. Op basis van nieuwe inzichten in de determinatie van Haring en Sprot werden alle haringachtigen (ruim 17.700) uit eerdere jaren opnieuw gedetermineerd. Ook werd begonnen met het determineren en meten van de *Nereis*-kaken (ruim 1.900), daar nu een determinatie-sleutel beschikbaar is om deze op soortniveau te herkennen.

#### **Visdief - Broedsucces en kuikenconditie**

In 2015 werd enkel op de Scheelhoek onderzoek gedaan naar visdieven. Er werden 12 adulte visdieven op nest gevangen met een valkooi. Van 31 nesten werd het broedsucces gemeten. Er werden 307 conditiemetingen van de kuikens in de enclosure gedaan.

#### **Visdief - Voedseleecologie**

Op 5 dagen werden in totaal 9 uur voedselprotocollen gemaakt. Daarbij werden 336 prooien gedetermineerd en op lengte geschat.

### 4.3.1 Grote stern

#### 4.3.1.a Broedbiologische parameters grote stern

Net zoals in 2010, 2012, 2013 en 2014, waren de grote sterns in **2015** in het onderzoeksgebied verspreid over twee kolonies: een kolonie op Markenje (2.000 bp.) en eentje op de Scheelhoekeilanden (1.858. bp.). In beide kolonies werd een laag broedsucces (respectievelijk 0,41 en 0,31 jongen/paar) opgetekend. Deze lage cijfers waren op de Scheelhoek een gevolg van een erg laag uitvliedsucces en op Markenje van een laag uitkomstsucces.

Grote sterns zijn vanaf 2009 tot en met 2015 gevolgd in kolonies gevestigd in twee bekkens, de Grevelingen (op Markenje in 2011-2015) en het Haringvliet (Scheelhoekeilanden in 2009, 2010, 2012, 2013 en 2015; Slijkplaat in 2014). Het broedsucces varieerde tussen de verschillende jaren en lag tussen de 0,30 en 0,85 jongen per paar (tabel 4.3.1.1). In vergelijking met onderzoek in Zeebrugge in de jaren daarvoor (1997-2008) is dit vrij hoog.

Tabel 4.3.1.1 *Broedbiologische parameters van de grote stern gemeten in enclosures te Zeebrugge (België) in de periode 1997-2012 en in de kolonies gevolgd in 2009-2015 in de Voordelta.*

Jaar	Kolonie	N legfels gevolgd	Legselgrootte (n eieren/nest)	Uitkomstsucces (%)	Uitvliedsucces (%)	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	0,30
2014	Markenje	47	1,7	86	43	0,64
2015	Markenje	49	1,6	33	77	0,41

#### 4.3.1.b Oorzaken en verklaringen

Een laag broedsucces kan het gevolg zijn van verliezen in de ei-fase of in de kuikenfase. Deze verliezen worden vaak gedecteerd door een reeks van factoren zoals predatie van eieren of kuikens, vegetatie-structuur, een slechte voedselsituatie of weersomstandigheden. Tabel 4.3.1.2 geeft voor alle kolonies en alle jaren de procentuele verliezen van eieren en het lot van de uitgekomen kuikens weer voor alle onderzochte nesten. Hierbij dient te worden opgemerkt dat grote sterns nagenoeg nooit twee kuikens grootbrengen, ook niet als er twee eieren worden gelegd. Het tweede ei (het zogenaamde B-ei) is een soort 'back-up ei' voor als er iets mis loopt met het eerste. Als er een kuiken uit het tweede ei komt wordt dit meestal aan zijn lot overgelaten waardoor het na maximaal enkele dagen sterft (Stienen & Brenninkmeijer 2006).

Tabel 4.3.1.2 Procentuele verliesoorzaken van eieren en lot van alle kuikens van de grote stern per onderzochte kolonie per jaar in de Delta (2009-2015).

Kolonie	Jaar	Eifase		Kuikenfase		
		Verlaten etc.	Predatie	Dood gevonden	Predatie	Uitgevlogen
Scheelhoek	2009	12	10	15	41	44
Scheelhoek	2010	19	3	64	4	32
Scheelhoek	2012	5	0	58	4	38
Scheelhoek	2013	13	0	48	9	43
Slijkplaat	2014	8	4	46	7	46
Scheelhoek	2015	2	5	70	10	20
Markenje	2011	12	2	11	27	63
Markenje	2012	12	0	38	20	42
Markenje	2013	36	34	10	35	55
Markenje	2014	2	11	14	43	43
Markenje	2015	4	63	15	8	77

**Verliezen in de ei-fase** zijn te wijten aan het verlaten van het nest (bijvoorbeeld wanneer een van de ouders iets overkomt of in slechte conditie verkeert), eieren die als gevolg van een calamiteit uit het nest rollen en kuikens die niet uit het ei geraken enerzijds en aan predatie (bij grote stern meestal door meeuwen) anderzijds.

- Predatie van eieren heeft in **2015** voor het eerst een grote impact gehad op het broedsucces op Markenje. 63% van alle eieren werd gepredeerd, hoofdzakelijk door zwartkopmeeuwen. Op de Scheelhoek werd er in 2015 nauwelijks eierpredatie vastgesteld.
- Weersomstandigheden hebben in de meeste gevallen geen grote invloed gehad tijdens de ei-fase van grote stern tijdens de onderzoeksjaren. Een uitzondering hierop was Markenje in 2013. Daar hadden de eieren na een periode van hevige neerslag half mei een coating van vuil gekregen. Een groot aantal nesten werd hierna verlaten. In veel andere gevallen slaagden de kuikens er niet in uit te pikken, omdat de eischaal niet openbrak. Veel van de

verlaten nesten werden gepredeerd. Ook in **2015** hadden weersomstandigheden nauwelijks of geen effect in de ei-fase.

- Hoge waterpeilen hebben in geen enkel jaar invloed gehad op het uitkomstsucces van grote stern op de Scheelhoekeilanden noch op Markenje. In tegenstelling tot veel visdieven kozen de grote sterns steevast voor de iets hoger gelegen delen van de eilanden, waardoor het water bij een extreem hoog peil in het slechtste geval tot net aan de rand van de kolonie kwam (2009). Ook in **2015** hadden hoge waterpeilen geen effect in de ei-fase.

**Verliezen in de kuikenfase** kunnen een gevolg zijn van kuikenpredatie (vooral door bruine kiekendief, havik, kleine mantelmeeuw, zwartkopmeeuw), weersomstandigheden of een ongunstige voedselsituatie. Ook kan het zijn dat een kuiken door zijn ouders in de steek wordt gelaten of dat één van de ouders sterft (dit is moeilijk na te gaan wanneer vogels niet allemaal worden gemerkt).

- Predatie van kuikens: Gemiddeld werd 15 % (min 4 % – max 43 %) van de kuikens gepredeerd (tabel 4.3.1.2). Een kuiken werd als gepredeerd beschouwd indien het na eerdere controle niet meer werd teruggevonden of als het ei was uitgekomen en het kuiken niet werd aangetroffen bij volgende controle, behalve wanneer het kuiken groot genoeg was om over de enclosure te vliegen (vleugellengte > 220 mm). Wanneer de legvolgorde van de eieren in acht wordt genomen blijkt dat van de kuikens uit A-eieren slechts 4 % werd gepredeerd en van de kuikens uit één-legsels 13 %. Van kuikens uit B-eieren werd 32 % gepredeerd, maar zoals gezegd fungeren de B-kuikens als een soort reserve voor het geval er iets mis gaat met het eerste kuiken. Bij de één-legsels was iets meer predatie: 12% van de legsels werd gemiddeld over alle jaren gepredeerd. De gepredeerde kuikens verkeerden bij de laatste controle over het algemeen reeds in een slechte conditie. Predatie van kuikens heeft dus in de onderzoeksjaren slechts een geringe invloed gehad op het broedsucces van de grote stern. In **2015** werd weinig kuikenpredatie vastgesteld op de Scheelhoek. Van de 34 kuikens uit A-eieren en 13 uit één-legsels werd er telkens slechts één gepredeerd. Ook op Markenje was er nauwelijks kuikenpredatie, hier werd geen enkel van de 6 A-kuikens en 1 van de 7 kuikens uit één-legsels gepredeerd.
- Het percentage kuikens dat dood werd gevonden lag voor de verschillende onderzochte kolonies tussen de 10 en de 70% (gemiddeld 44 %). Van de kuikens uit A-eieren werd 36% dood gevonden en van de kuikens uit één-legsels 28 %. Dit zijn kuikens die gestorven zijn doordat ze in slechte conditie verkeren als gevolg van weersomstandigheden, voedselomstandigheden, verlaten door oudervogels etc. In **2015** werd op de Scheelhoek 70 % van alle kuikens dood gevonden. Respectievelijk 23 van 34 A-kuikens (68%) en 8 van de 13 kuikens (62 %) uit één-legsels werden dood gevonden. Op Markenje werd 15 % van de kuikens dood gevonden, geen enkel kuiken uit de A-eieren en één-legsels werd dood gevonden.

## 4.3.2 Visdief

### 4.3.2.a Broedbiologische parameters visdief 2009-2015

Visdieven zijn vanaf 2009 tot en met 2015 gevolgd in meerdere kolonies in verschillende bekkens, te weten de Grevelingen (op Markenje in 2010-2013), het Haringvliet (op de Scheelhoek in 2009-2015; Slijkplaat in 2009), en de Maasvlakte (Vogelvallei in 2010- 2012; Visdiefeiland Slufter in 2011- 2012). Het broedsucces varieerde sterk tussen de verschillende jaren en verschillende kolonies en lag tussen de 0,0 en 1,7 jongen per paar (gemiddeld 0,46 jongen/paar; tabel 4.3.2.1). In vergelijking met onderzoek in Zeebrugge in de jaren daarvoor (1997-2012) is dit vrij laag. Opmerkelijk is de grote variatie in broedsucces tussen de verschillende Delta-kolonies binnen de jaren (bv. Vogelvallei (0,0) en Scheelhoek (1,18) in 2012). Hierbij is opmerkelijk dat de legselgrootte en uitkomstsucces vaak vergelijkbaar waren binnen jaren maar dat het uitvliegsucces sterk verschillend was.

In **2015** werd enkel de kolonie op de Scheelhoek opgevolgd. Het broedsucces was vrij normaal voor deze kolonie (0,71 jongen/paar). Het hoge uitkomstsucces (geen eierpredatie) werd te niet gedaan door een laag uitvliegsucces.

### 4.3.2.b Oorzaken en verklaringen

Tabel 4.3.2.2 geeft voor alle kolonies en alle jaren de procentuele verliezen van eieren en het lot van de uitgekomen kuikens weer voor alle onderzochte nesten. In tegenstelling tot grote stern kunnen visdieven onder goede omstandigheden wel twee of drie kuikens grootbrengen.

**Verliezen in de ei-fase** zijn enerzijds te wijten aan het verlaten van het nest (bijvoorbeeld wanneer een van de ouders iets overkomt of in slechte conditie verkeert), eieren die uit het nest rollen en kuikens die niet uit het ei geraken en anderzijds aan predatie (bij visdief in de onderzochte kolonies vaak door scholekster en in mindere mate door meeuwen).

- Predatie van eieren leidde samen met het verlaten van nesten in de meeste jaren tot een verlies van 10 tot 20% van de eieren. Uitzonderingen hierop zijn de Scheelhoek in 2009 en de Vogelvallei in 2012 toen veel nesten werden verlaten/gepredeerd als gevolg van een te sterke vegetatie-ontwikkeling. In 2011 werden op de Scheelhoek vrij veel legsels gepredeerd door een scholekster. In **2015** was er net als in 2014 nagenoeg geen predatie van eieren (1%) bij de onderzochte visdieflegsels.
- Weersomstandigheden hebben in geen enkel onderzoeksjaar een grote invloed gehad tijdens de ei-fase van visdief.
- Hoge waterpeilen op de Scheelhoekeilanden hebben er in 2009 en 2012 voor gezorgd dat een deel van de nesten van de visdief is weggespoeld. Vaak kozen de vogels voor de iets minder sterk begroeide randzones van de eilanden, waardoor de nesten een grotere kans liepen om weg te spoelen. De impact



hiervan kon niet worden bepaald aan de hand van het enclosure-onderzoek, aangezien de enclosure nooit in de impactzone lag. In **2015** speelde verlies door hoge waterstanden geen rol.

- Vegetatiestructuur heeft op de Scheelhoek in 2009 en op de Vogelvallei in 2012 een sterk effect gehad. In beide gevallen schoot de vegetatie rond de nesten zo snel hoog op dat de nesten werden verlaten, waardoor ook de predatiekans sterk steeg. In **2015** speelde dit geen rol van betekenis.

Tabel 4.3.2.1 *Broedbiologische parameters van de visdief gemeten in enclosures in de referentiekolonie te Zeebrugge (België) in de periode 1997-2012 in vergelijking met de kolonies gevolgd in 2009-2015 in de Voordelta.*

Jaar	Kolonie	N legfels gevolgd	Legselgrootte (n eieren/nest)	Uitkomstsucces (%)	Uitvliagsucces (%)	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	2,0	80	36	0,6
2006	Zeebrugge	32	2,0	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	0,0
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	0,0
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	0,0
2012	Markenje	33	2,5	84	22	0,45
2013	Markenje	41	2,0	83	29	0,49
2010	Vogelvallei	45	2,6	80	1	0,02
2011	Vogelvallei	29	2,5	89	0	0,0
2012	Vogelvallei	32	2,4	32	0	0,0
2011	Visdiefeiland	46	2,7	86	0	0,0
2012	Visdiefeiland	18	2,5	87	18	0,39

**Verliezen in de kuikenfase** kunnen een gevolg zijn van kuikenpredatie (door bruine kiekendief, havik, kleine mantelmeeuw, zwartkopmeeuw etc.), weersomstandigheden of een ongunstige voedselsituatie. Ook kan het zijn dat een kuiken door zijn ouders in de steek wordt gelaten of dat één van de ouders sterft.

- Predatie van kuikens: Predatie was in bijna elk jaar de belangrijkste doodsoorzaak van visdiefkuikens (tabel 4.3.2.2). In veel gevallen ging het hierbij om kuikens in slechte conditie die het vliegvlugge stadium waarschijnlijk niet zouden bereiken. In een aantal gevallen had predatie evenwel een heel sterk effect op het broedsucces. Zowel in de Vogelvallei als op de Scheelhoek werden in 2010 respectievelijk op één na alle en ongeveer de helft van alle net niet vliegvlugge kuikens gepredeerd door een havik. Op het Visdiefeiland werden in 2012 systematisch kuikens door een havik geroofd. In **2015** werd 38 % van de visdiefkuikens in de enclosure op de Scheelhoek gepredeerd.

Tabel 4.3.2.2 *Procentuele verliesoorzaken van eieren en lot van alle kuikens van de visdief per onderzochte kolonie per jaar in de Delta (2009-2015).*

Kolonie	Jaar	Eifase		Kuikenfase		
		Verlaten etc.	Predatie	Dood gevonden	Predatie	Uitgevlogen
Scheelhoek	2009	46		9	62	29
Scheelhoek	2010	10	9	39	40	21
Scheelhoek	2011	8	18	17	44	39
Scheelhoek	2012	12	9	13	23	64
Scheelhoek	2013	8	5	36	26	38
Scheelhoek	2014	9	1	25	8	67
Scheelhoek	2015	8	1	30	38	32
Markenje	2010	2	7	20	62	18
Markenje	2011	5	10	15	85	0
Markenje	2012	16	0	22	56	22
Markenje	2013	17	0	29	38	33
Slijkplaat	2009	13		19	72	9
Visdiefeiland	2011	13	0	57	43	0
Visdiefeiland	2012	13	0	21	61	18
Vogelvallei	2010	8	12	29	70	1
Vogelvallei	2011	11	0	3	97	0
Vogelvallei	2012	9	59	0	100	0

- Het is niet eenvoudig om de kans op predatie los te koppelen van de weersomstandigheden tijdens het broedseizoen. Tijdens perioden van storm wordt vaak verhoogde predatie door meeuwen vastgesteld (Veen 1977; waarnemingen INBO). Enerzijds kan dit komen omdat de predatoren in de sternenuikens een makkelijke voedselbron zien tijdens slecht weer, anderzijds kunnen slechte weersomstandigheden ervoor zorgen dat de adulte sterns minder succesvol kunnen foerageren, waardoor de kuikens verzwakken en vatbaarder zijn voor predatie. In een aantal gevallen waren de kuikens mogelijk al dood voordat ze gepredeerd worden, waardoor er eerder sprake is van opruiming. Een storm van enkele dagen in juni 2011 had als gevolg dat er zowel op Markenje, in de Vogelvallei als op het Visdiefeiland veel predatie plaatsvond. Daarnaast werden op het Visdiefeiland veel dode kuikens aangetroffen (als

gevolg van een combinatie van onderkoeling en een gebrek aan voedselaanvoer). In **2015** deden zich geen weerssituaties voor die een uitgesproken negatieve invloed hadden op de overleving van de visdiefkuikens in de Scheelhoekkolonie.

- Het percentage kuikens dat dood werd gevonden lag voor de verschillende onderzochte kolonies tussen de 0 en de 57 % (gemiddeld 16 %). Dit zijn kuikens die gestorven zijn doordat ze in slechte conditie verkeren als gevolg van weersomstandigheden, voedselomstandigheden, verlaten door ouder-vogels etc. In **2015** werd op de Scheelhoek 30 % van alle kuikens dood gevonden.

## 4.4 Koloniewerk – conditie sterns

### 4.4.1 Conditie grote sterns

#### 4.4.1.a Kuikens

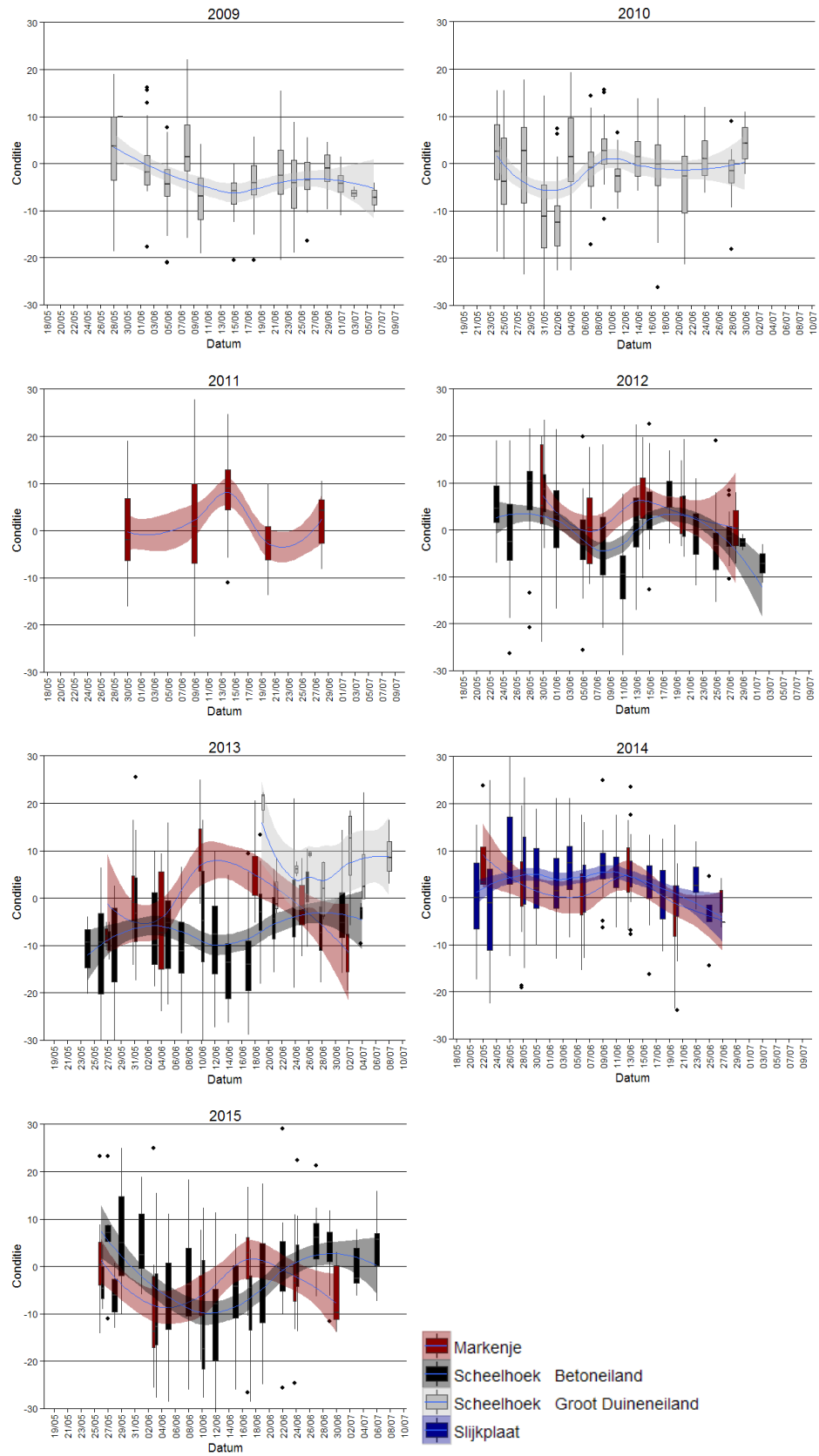
Figuur 4.4.1.1 laat voor elk jaar (2009-2015) en alle onderzochte kolonies de fluctuatie in de kuikenconditie van alle vliegvlug geworden kuikens zien. In elk jaar zijn vrij sterke fluctuaties te zien die mogelijk gerelateerd zijn aan voedselkwaliteit en/of -kwantiteit, maar ook aan weersomstandigheden.

Kuikens die dood werden gevonden of gepredeerd hadden een slechtere gemiddelde conditie dan kuikens die vliegvlug werden. In de eerste week was dat verschil meestal klein of zelfs helemaal niet aanwezig, maar in de dagen erna waren de dood gevonden kuikens veel lichter dan de kuikens die uiteindelijk uitvlogen. Tijdens de laatste dagen voor het uitvliegen van de kuikens werden nauwelijks nog dode kuikens gevonden.

In vier jaren (2012, 2013, 2014 en 2015) werden twee kolonies gevolgd. In 2012, 2013 en 2015 was dat zowel op de Scheelhoek als op Markenje, in 2014 op de Slijkplaat en Markenje. In 2012 liepen de condities van de kuikens in beide kolonies vrij gelijk, in 2013 echter hadden de vogels op Markenje halfweg juni een betere conditie dan de kuikens op de Scheelhoek. De kuikens van een late vestiging op de Scheelhoek (Groot Duineneiland) hadden eveneens een veel betere conditie dan kuikens van de eerste vestiging (Betoneiland). In 2014 waren de kuikens zowel op de Slijkplaat als op Markenje gedurende het gehele seizoen gemiddeld in goede conditie.

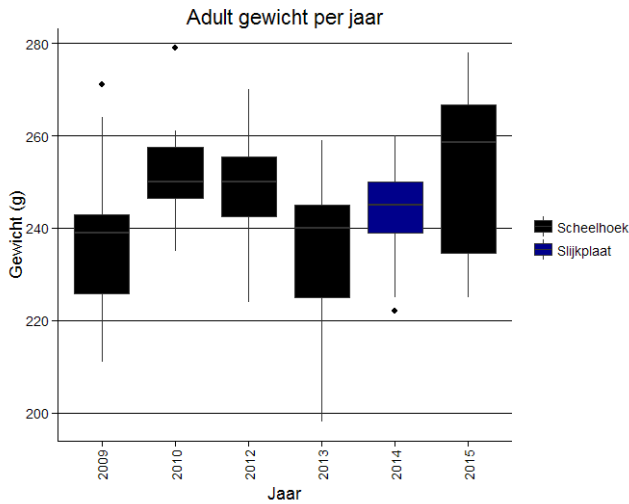
In **2015** waren de kuikens op de Scheelhoek tijdens de eerste levensweek in goede conditie, in de tweede tot vierde week was de conditie erg slecht om in de laatste week voor het uitvliegen opnieuw bovengemiddeld te worden. Op Markenje vertoonde de kuikenconditie een vergelijkbaar patroon, met het verschil dat de kuikens in deze kolonie ongeveer 10 dagen eerder een betere conditie kregen.

*Figuur 4.4.1.1 (volgende blz). Conditie per datum van vliegvlug geworden kuikens van de grote stern in de onderzochte kolonies in het Deltagebied in de periode 2009-2015. De conditie is hier uitgedrukt als de procentuele afwijking van de lichaamsconditie (relatie tussen de kopsnavellengte (mm) en het gewicht (g)) van de kuikens ten opzichte van het gemiddelde voor Zeebrugge.*



#### 4.4.1.b Adulten

Als maat voor de gemiddelde conditie van adulte grote sterns werd het gemiddelde gewicht van broedende adulten gevangen in de tweede helft van mei en de eerste week van juni genomen. Figuur 4.4.1.2 geeft de gewichten van de adulte vogels gevangen op de Scheelhoekeilanden in de periode 2009-2015 en de Slijkplaat in 2014 weer.



Figuur 4.4.1.2 Gewicht (g) van adulte grote sterns gevangen op de Scheelhoekeilanden (2009-2015) en de Slijkplaat (2014).

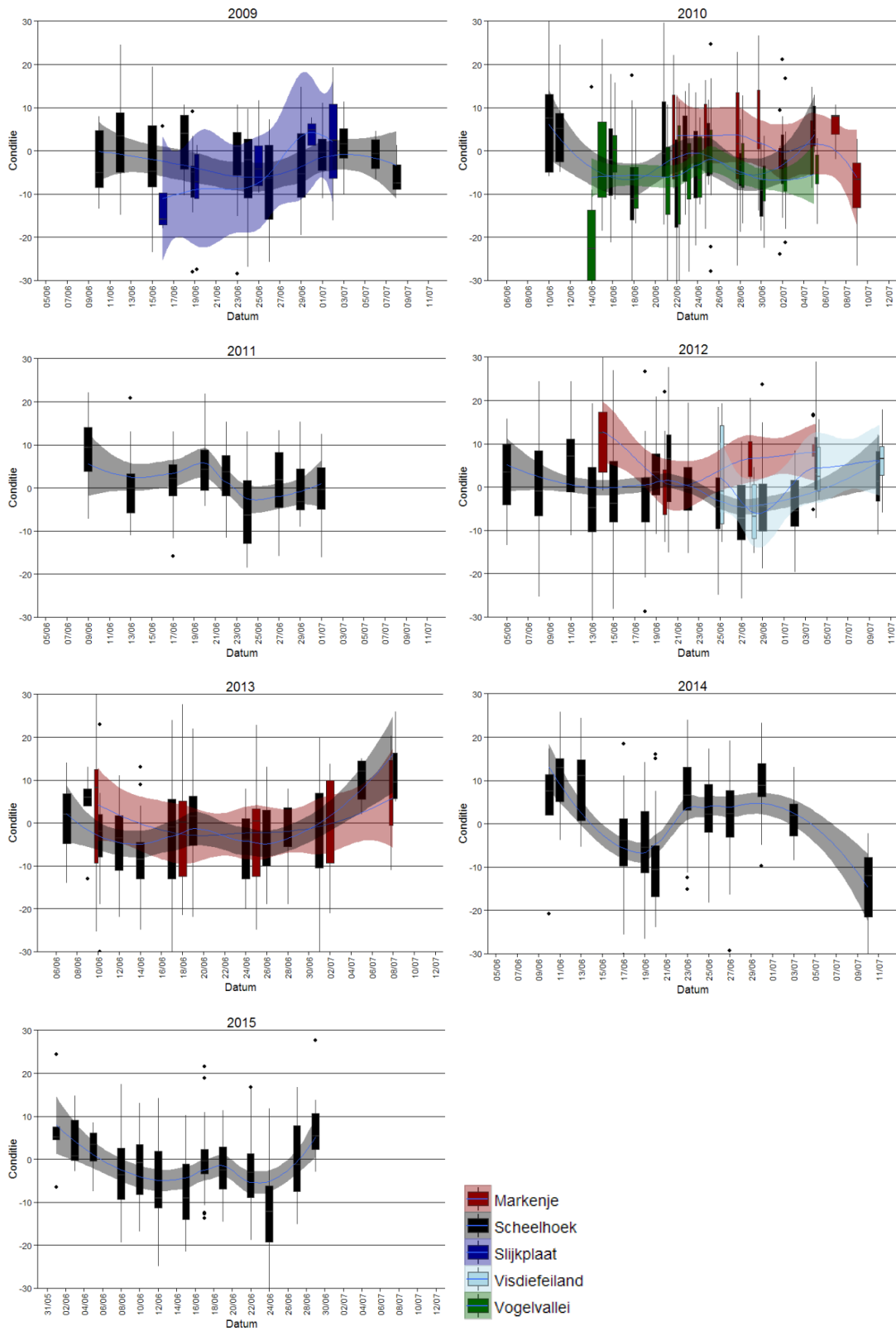
#### 4.4.2 Conditie visdieven

##### 4.4.2.a Kuikens

De kuikenconditie van visdieven verschilde sterk tussen de verschillende kolonies onderling en tussen de verschillende jaren (Anova;  $p < 0,001$ ). Figuur 4.4.2.1 geeft voor alle onderzoeksjaren het verloop weer van de kuikencondities in de loop van het seizoen voor de onderzochte kolonies. Ook hieruit blijkt dat er sterke verschillen in kuikenconditie zijn tussen kolonies in hetzelfde jaar en uitgesproken fluctuaties binnen een seizoen.

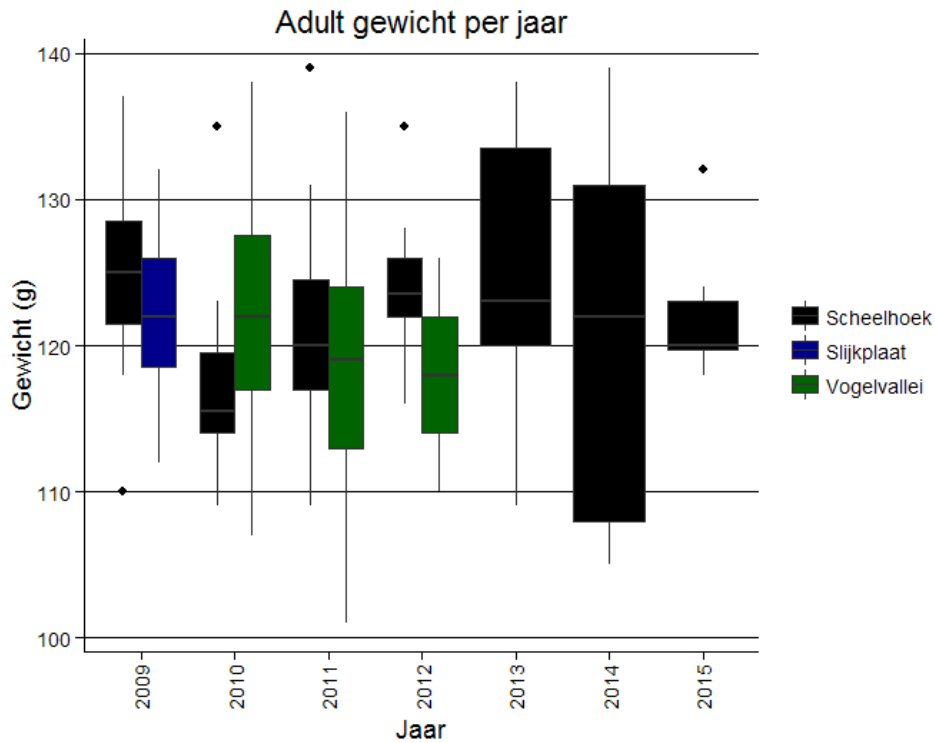
In **2015** werd enkel op de Scheelhoek een visdiefkolonie gevolgd. Globaal gezien verkeerden de kuikens in een vrij slechte conditie, waarbij het patroon vergelijkbaar was met dat bij de grote stern: een goede conditie in de eerste en laatste week en een slechte conditie in de drie tussenliggende weken.

Figuur 4.4.2.1 (volgende blz). Conditie per datum van vliegvlug geworden kuikens van de visdief in de onderzochte kolonies in het Deltagebied in de periode 2009-2015. De conditie is hier uitgedrukt als de procentuele afwijking van de lichaamsconditie (relatie tussen de kopsnavellengte (mm) en het gewicht (g)) van de kuikens ten opzichte van de referentie-conditie voor het Deltagebied.



#### 4.4.2.b Adulten

Als maat voor de gemiddelde conditie van adulte visdieven werd het gemiddelde gewicht van broedende adulten gevangen in de eerste helft van juni genomen. Figuur 4.4.2.2 geeft de gewichten van de adulte vogels gevangen op de Scheelhoekeilanden, de Vogelvallei en de Slijkplaat weer in de periode 2009-2015.



Figuur 4.4.2.2 Gewicht (g) van adulte visdieven gevangen op de Scheelhoekeilanden (2009-2015), de Slijkplaat (2009) en de Vogelvallei (2010-2012).



## 4.5 Koloniewerk – voedseleecologie sterns

### 4.5.1 Dieet en foerageergedrag grote stern

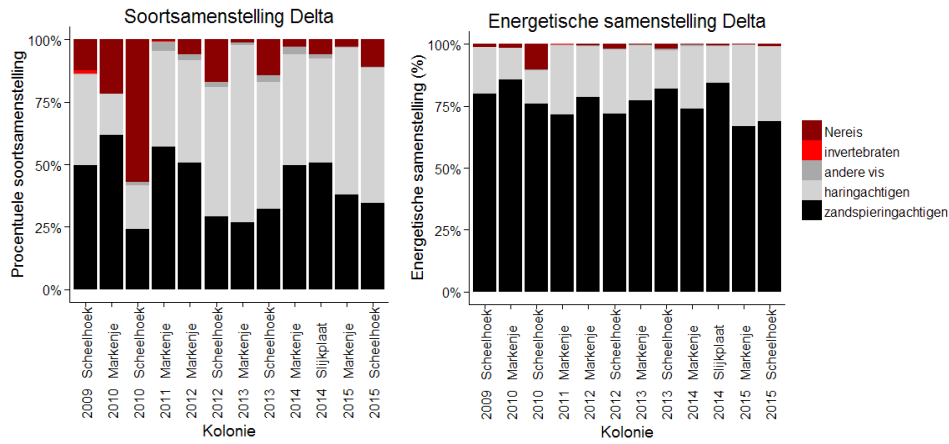
#### 4.5.1.a Dieetsamenstelling adulte grote sterns

Figuur 4.5.1.1 geeft de procentuele soortsamenstelling (op basis van aantallen) en de energetische compositie van het dieet van adulte grote sterns weer voor de onderzochte kolonies tussen 2009 en 2015. Deze figuur is gebaseerd op de voedselresten die werden aangetroffen in fecesmonsters. Hoewel de verhouding tussen de soorten sterk varieerde, bestond het leeuwendeel elk jaar uit haringachtigen *Clupeidae* (25-50 %), zandspieringen *Ammodytidae* (20-60 %) en *Nereis sp.* (3-50 %). Andere vissoorten werden slechts in geringe mate in het dieet aangetroffen.

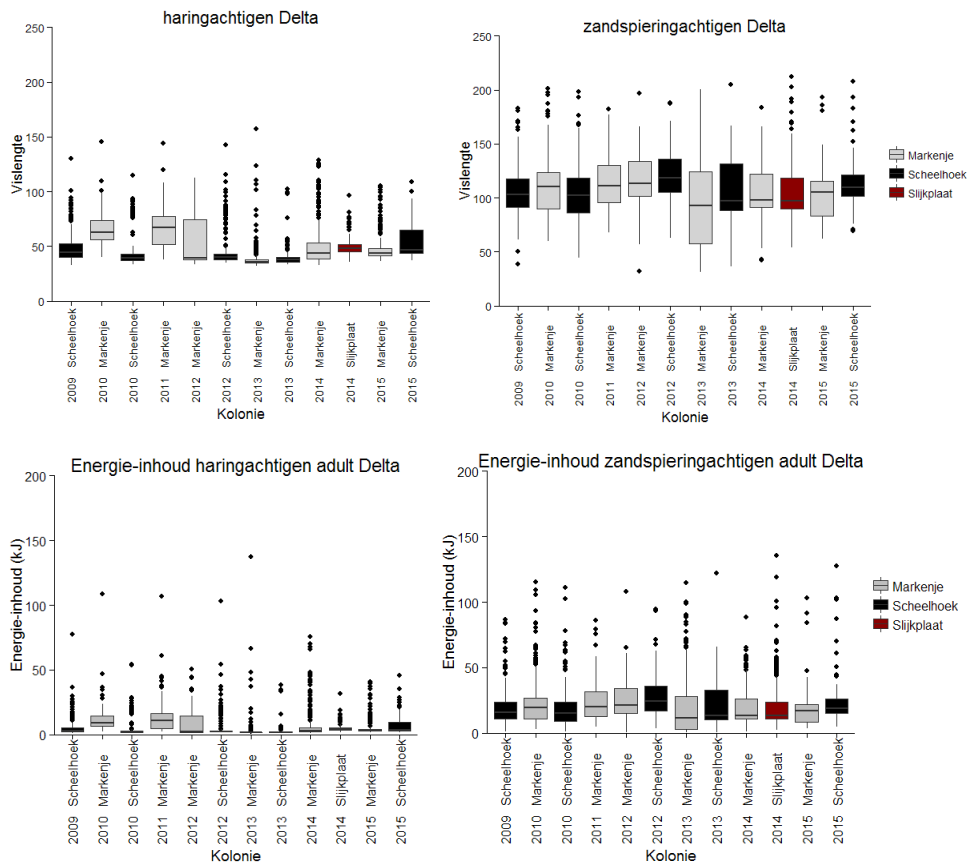
Hoewel de procentuele soortensamenstelling van het dieet verschilde tussen jaren en kolonies, was de energetische compositie opvallend vergelijkbaar. In nagenoeg alle jaren werd ongeveer 75 % van de opgenomen energie uit zandspiering en 25 % uit haringachtigen gehaald. *Nereis*-wormen droegen in de meeste jaren op energetisch vlak weinig bij aan het totaal.

Zowel de lengte als de gemiddelde energie-inhoud van haring- en zandspieringachtigen in het dieet van adulte grote sterns verschilde tussen jaren en opvallend genoeg ook tussen de locaties in jaren waarin op twee plaatsen een kolonie werd onderzocht. Deze verschillen in lengtes en energie-inhoud (een factor 1,4 voor zandspiering tegenover een factor 20 voor haringachtigen) verklaren de discrepantie tussen de soortsamenstelling en de energetische samenstelling van het dieet.

In **2015** werd zowel op Markenje als op de Scheelhoek een feces-monster verzameld net voor het uitkomen van de eieren (beide op 26 mei 2015). De soortsamenstelling was erg vergelijkbaar tussen beide kolonies met in beide ongeveer 60% haringachtigen en 35% zandspieringachtigen. Zowel de gemiddelde lengte van de zandspieringachtigen (respectievelijk 102,6 +/- 22,7 en 113,6 +/- 24,1 mm) als van de haringachtigen (respectievelijk 49,6 +/- 14,1 en 53,0 +/- 14,4 mm) was op Markenje kleiner dan op de Scheelhoek.



Figuur 4.5.1.1 Procentuele soortsamenstelling en energetische samenstelling van het dieet van adulte grote sterns (gebaseerd op het totale aantal otolieten van vissoorten, het aantal kaken voor Nereis-wormen en het aantal restanten van andere invertebraten) in de Scheelhoek, Markenje en de Slijkplaat (2009-2015).



Figuur 4.5.1.2 Lengte (mm; boven) en energetische inhoud (kJ; onder) van haringachtigen (links) en zandspieringen (rechts) aangetroffen in het dieet van adulte grote sterns in de onderzochte kolonies (2009-2015).

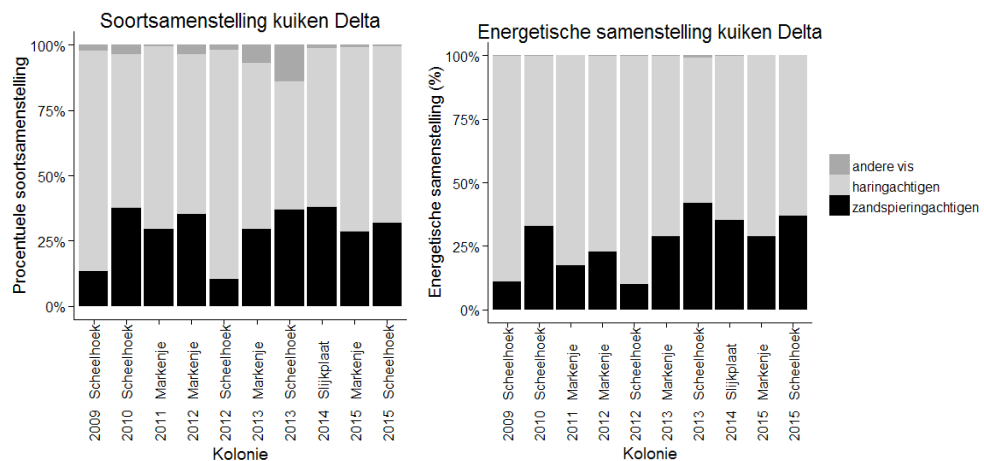
#### 4.5.1.b Dieetsamenstelling kuikens grote stern

In figuur 4.5.1.3 wordt de soortsamenstelling en de energetische compositie van het dieet van de kuikens van grote sterns in de onderzochte kolonies voor de periode 2009-2015 weergegeven.

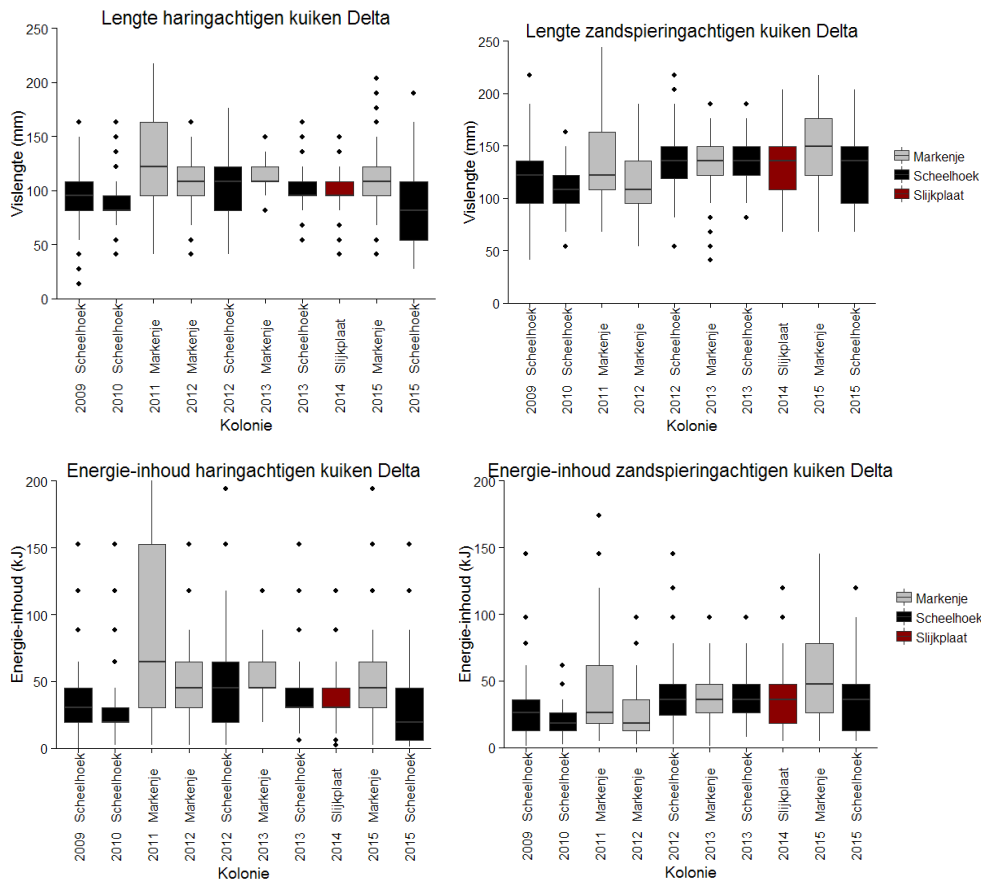
De verschillen die werden gevonden tussen de jaren blijven (in tegenstelling tot bij de adulte vogels) bestaan wanneer we kijken naar de energetische samenstelling van het kuikendieet. Globaal gezien bestond het kuikendieet echter in alle jaren voor ongeveer 30% uit zandspieringachtigen en 70% uit haringachtigen, de energetische verhoudingen zijn vergelijkbaar.

De zandspieringachtigen en vooral de haringachtigen die door de kuikens worden gegeten zijn beduidend groter dan wat de adulten consumeren. Ook hier stelden we verschillen tussen jaren en tussen kolonies binnen hetzelfde jaar vast.

In **2015** werd zowel op de Scheelhoek als op Markenje ongeveer 30% zandspieringachtigen aangevoerd. Energetisch gezien leverden deze ongeveer 1/3<sup>de</sup> van de naar de kuikens aangevoerde energie. Gemiddeld waren de naar de kuikens op Markenje en de Scheelhoek aangevoerde haringachtigen 107,1 ± 25,9 en 84,6 ± 30,5 mm lang, de zandspieringachtigen 146,3 ± 34,0 en 130,6 ± 31,7 mm.



Figuur 4.5.1.3 Procentuele soortsamenstelling en energetische samenstelling van het dieet van kuikens van de grote stern op de Scheelhoek, de Slijkplaat en Markenje in de periode 2009-2015.



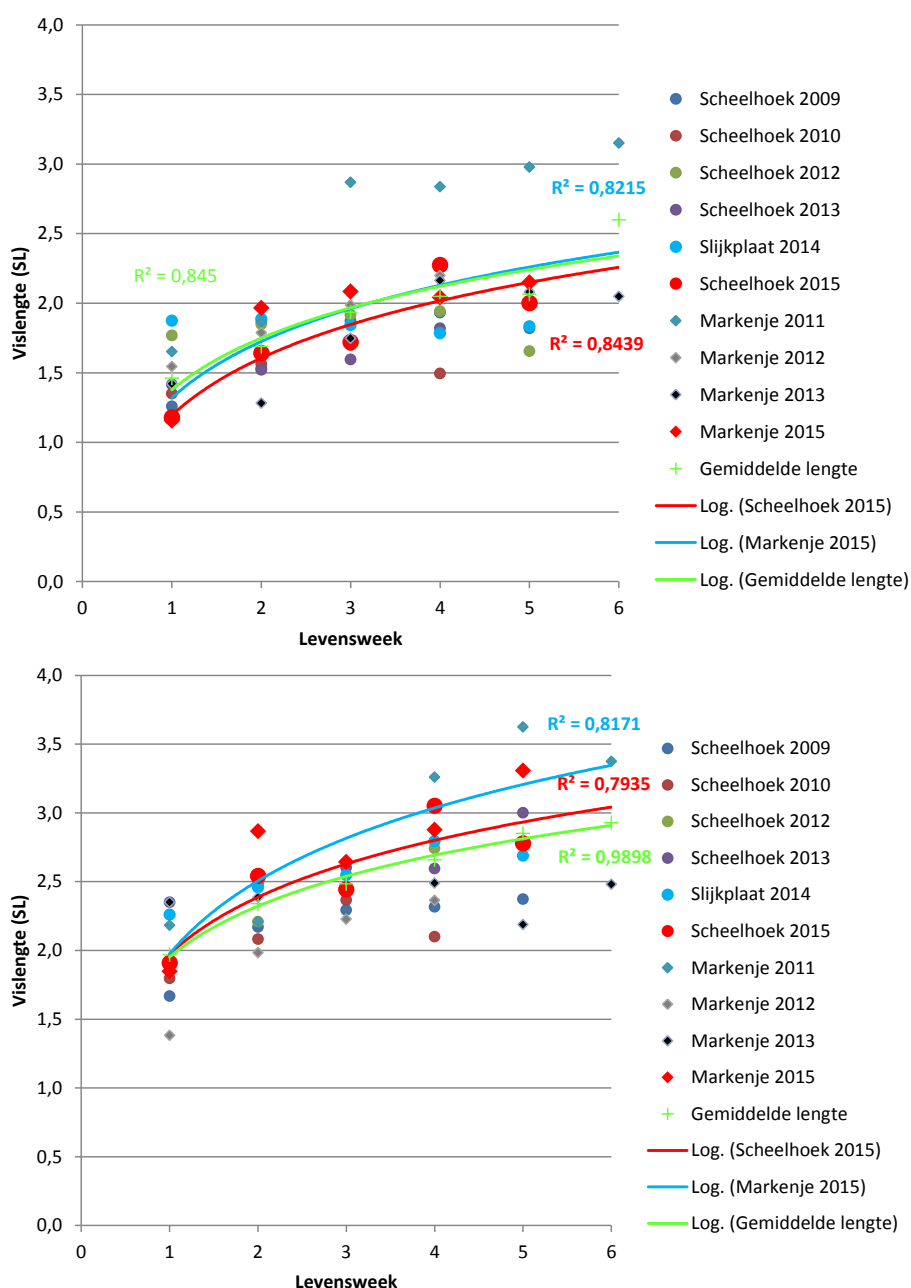
Figuur 4.5.1.4 Gemiddelde lengte (mm.; boven) en energetische inhoud (kJ; onder) van haringachtigen (links) en zandspieringen (rechts) in het dieet van juveniele grote sterns in de onderzochte kolonies.

#### 4.5.1.c Prooilengte- en aanvoer kuikens grote sterns

De lengte van de belangrijkste proisoorten voor kuikens van grote sterns (haringachtigen en zandspieringen) per levensweek wordt weergegeven in figuur 4.5.1.5. Naarmate de kuikens groter worden brengen de ouders grotere haringachtigen en zandspieringen aan. In de eerste levensweek ligt de gemiddelde lengte van de aangebrachte haringachtigen rond de 1,5 SL (ongeveer 8 cm), die van zandspiering rond de 2 SL (ongeveer 11 cm). In de vierde levensweek is dat respectievelijk 2 SL en 2,75 SL (ongeveer 15 cm). De gemiddelde lengte van de aangebrachte haringachtigen ligt in de verschillende jaren voor alle levensweken ongeveer een halve snavelengte uit elkaar. Bij de zandspieringachtigen is de spreiding voor de verschillende kuikenleeftijden tussen de jaren meestal groter.

In **2015** waren de aangebrachte haringachtigen in alle levensweken ongeveer 0,25 SL groter op Markenje dan op de Scheelhoek. Daarmee waren ze op de Scheelhoek ook 0,25 SL kleiner dan het gemiddelde over alle eerdere jaren, waarin door dezelfde waarnemers dit onderzoek werd uitgevoerd. In de eerste levensweek waren de haringachtigen in beide kolonies van het kleinste formaat dat tot nu toe werd

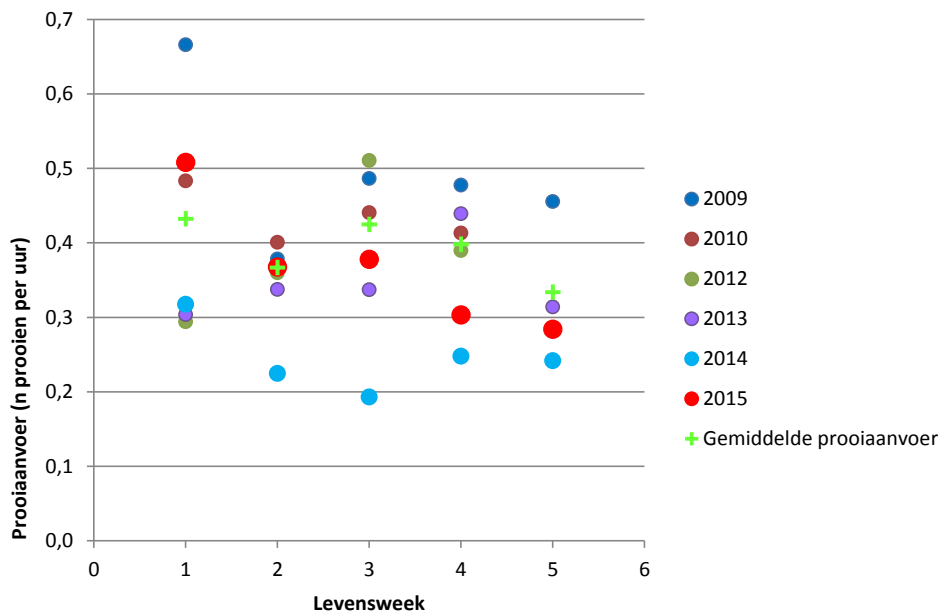
vastgesteld in alle onderzoeksjaren. De zandspieringen waren in beide kolonies van gemiddelde lengte. In de daarop volgende weken werden in beide kolonies zandspieringachtigen aangebracht die relatief gezien tegenover het gemiddelde steeds groter werden. Ook waren de zandspieringachtigen op Markenje groter dan die op de Scheelhoek.



Figuur 4.5.1.5 Gemiddelde lengte van de aangevoerde haringachtigen (boven) en zandspieringen (onder) in aantal snavellengtes (= 5,43 cm) per levensweek van de kuikens van grote sterns in de onderzochte kolonies.

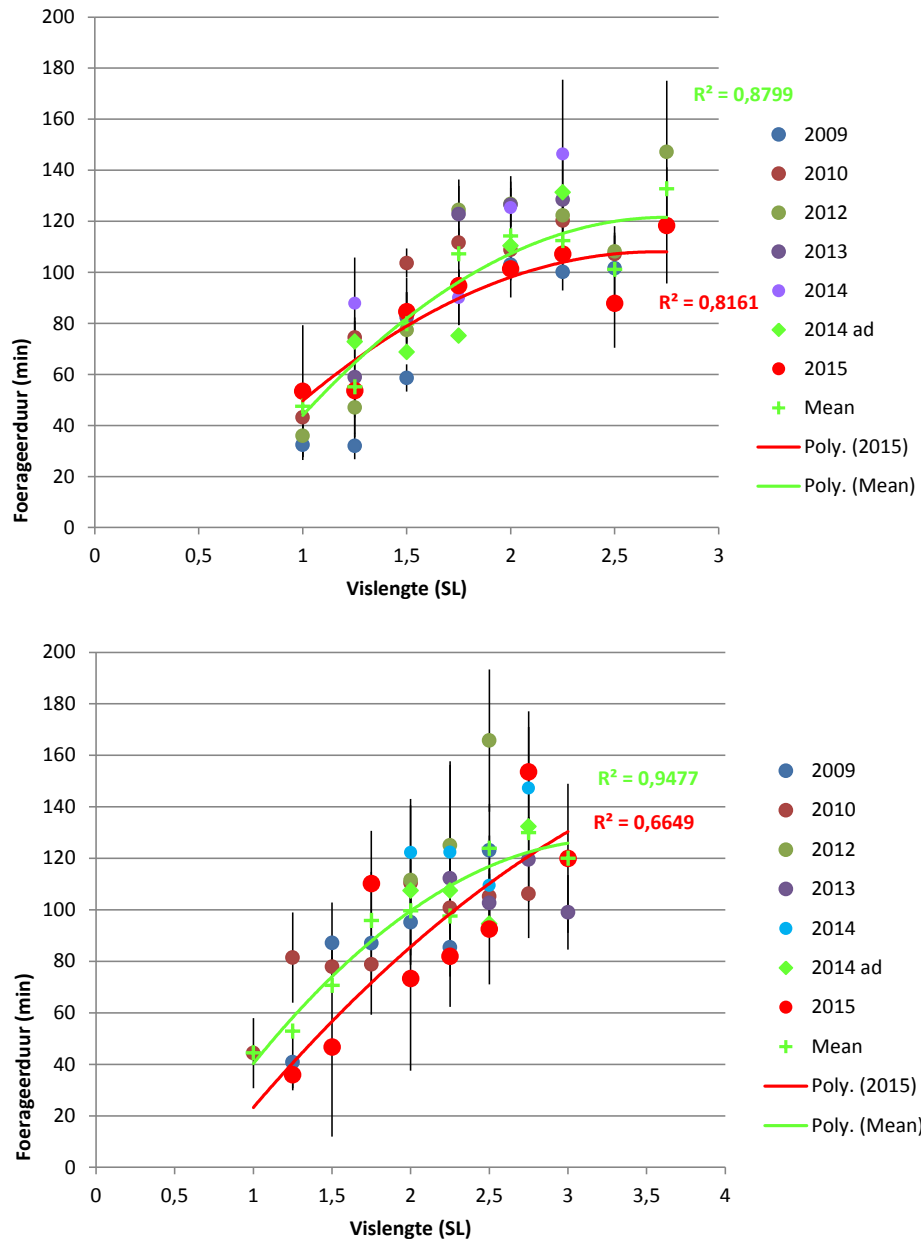
De aanvoerfrequentie van prooien (n prooien per uur) naar de kuikens van grote sterns op de Scheelhoek wordt weergegeven in figuur 4.5.1.6. Het aantal prooien dat werd aangebracht bleef binnen de verschillende jaren relatief gelijk naarmate de kuikens ouder worden. Tussen de verschillende jaren lijkt het verschil op het eerste gezicht niet zo groot, het minimum over het volledige broedseizoen bedroeg 0,24 prooien/uur in 2014, het maximum 0,47 prooien/uur in 2009. Op een volledige dag van 18 uur maakt dat niettemin een verschil van vier prooien. In 2009 werden in de eerste levensweek van de kuikens erg veel kleine haringachtigen aangebracht.

In **2015** lag de aanvoerfrequentie in de eerste levensweek van de kuikens vrij hoog (0,51 prooien/uur) en boven het gemiddelde over alle jaren. Daarna nam de prooiaanvoer geleidelijk aan af tot minder dan 0,3 prooien/uur in de vijfde levensweek. De drie voorbije jaren scoorden vanaf de tweede levensweek van de kuikens stevast onder het gemiddelde wat de prooiaanvoer naar de kolonie betreft.



*Figuur 4.5.1.6 Relatie tussen de leeftijd van de kuikens van grote sterns en de aanvoerfrequentie van prooien op de Scheelhoek en de Slijkplaat in de periode 2009-2015.*

Figuur 4.5.1.7 toont de foerageerduur voor haringachtigen en zandspieringen per lengteklasse van 0,25 SL in de 6 onderzoeksjaren op de Scheelhoek en de Slijkplaat (2014). Gemiddeld neemt de tijd nodig om een haringachtige aan te brengen toe van 45 minuten voor een prooi van 1 SL (5,5 cm) tot ruim 120 minuten voor een vis van 2,75 SL (15 cm). Een vergelijkbaar patroon is te zien bij zandspiering waar het gemiddeld ook ongeveer 45 minuten kost om een exemplaar van 1 SL aan te brengen en ruim 2 uur voor een vis van 2,75 SL: het kost minder tijd om kleinere exemplaren aan te brengen. Voor zandspieringen van meer dan 2 SL (11 cm) bedraagt de foerageerduur tussen de 90 en de 120 minuten. Gemiddeld kost het ongeveer 14 minuten minder om een zandspiering van 1,75 tot 2,25 SL dan een haringachtige van dezelfde lengte aan te brengen.

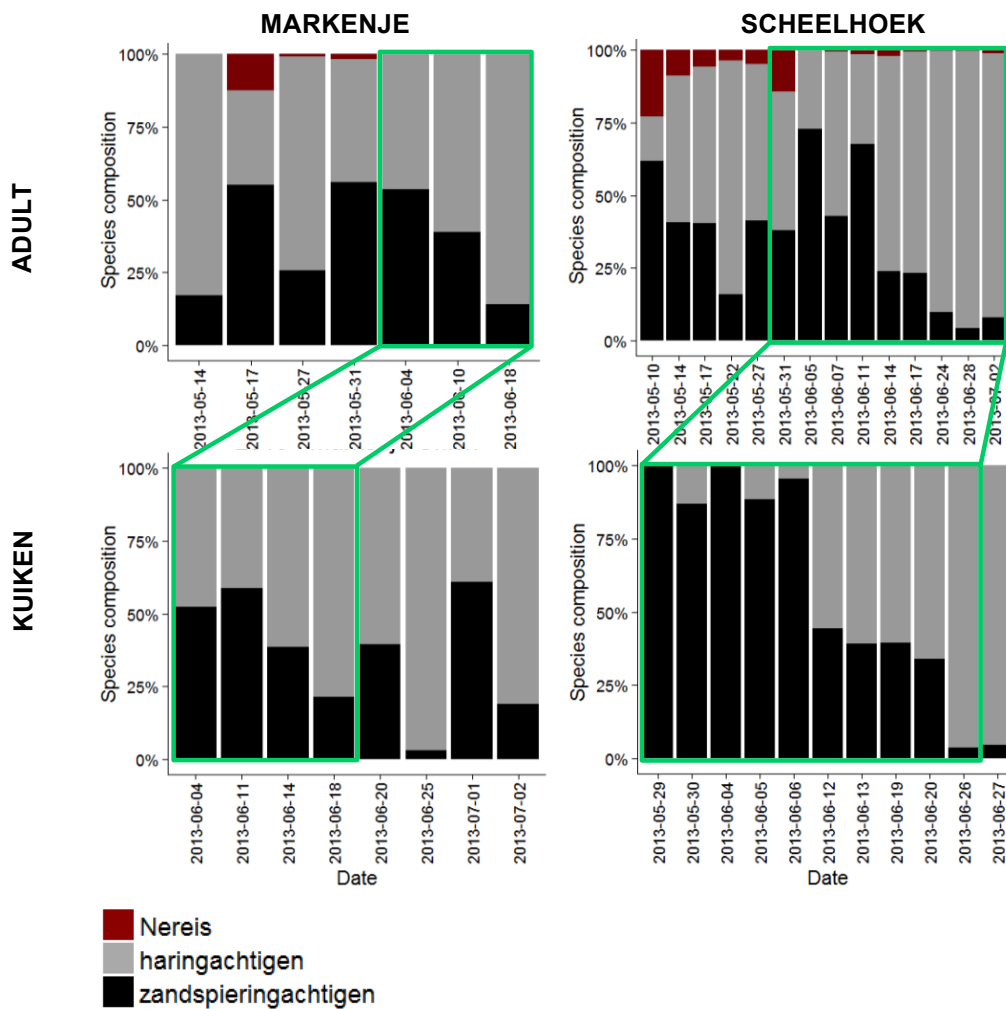


*Figuur 4.5.1.7 Gemiddelde foerageerduur (min ± s.e.) voor haringachtigen (boven) en zandspieringachtigen (onder) op de Scheelhoek in 2009-2013, 2015 en de Slijkplaat in 2014. De groene diamanten geven de vliegtijd gecorrigeerd voor de ligging van de Slijkplaat ten opzichte van de Scheelhoek weer. Deze correctie is gedaan door twee keer de extra afstand te vermenigvuldigen met een gemiddelde vliegsnelheid.*

In **2015** lag de aanvoertijd voor de meeste lengtes van zowel haringachtigen en zandspieringachtigen onder de gemiddelde aanvoertijd voor alle jaren. De aanvoertijden voor haringachtigen tot 1,75 SL waren vergelijkbaar met het gemiddelde, grotere haringachtigen werden ongeveer een kwartier sneller aangebracht dan gemiddeld. Zandspieringen van alle lengtes werden zelfs ongeveer 20-30 minuten sneller aangevoerd dan gemiddeld.

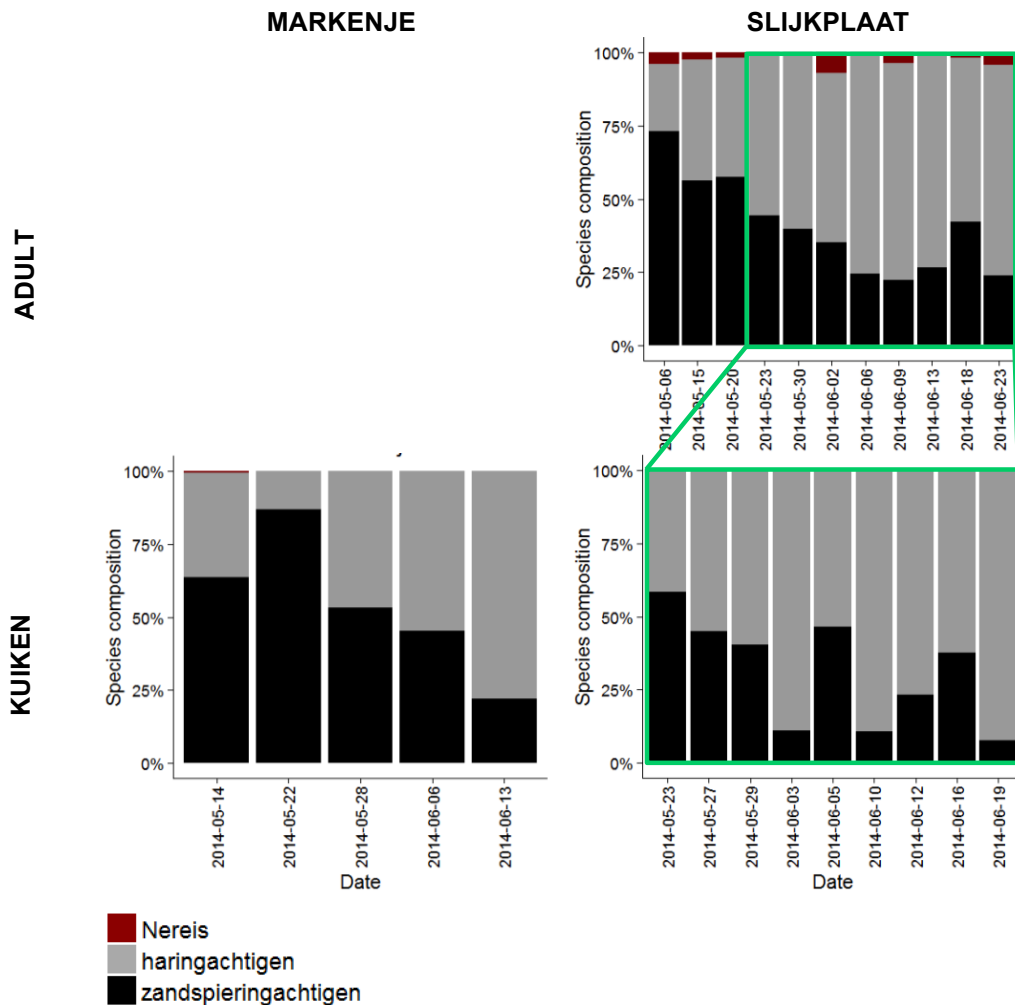
#### 4.5.1.d Vergelijking dieet adulte en kuikens grote sterns op basis van schalenmonsters en schuilhutwaarnemingen

De Figuren 4.5.1.8 tot en met 4.5.1.10 geven de soortsamenvatting van het adulte en het kuikendieet van grote stern in de onderzochte kolonies in 2013-2015 weer. De figuren van het adulte dieet zijn gebaseerd op de schalen-samples, deze van het kuikendieet op de schuilhutwaarnemingen (Scheelhoek en Slijkplaat) en protocollen van afstand (Markenje). De groene kaders geven de overlap in tijd tussen de gegevens over het adulte dieet en het kuikendieet weer.



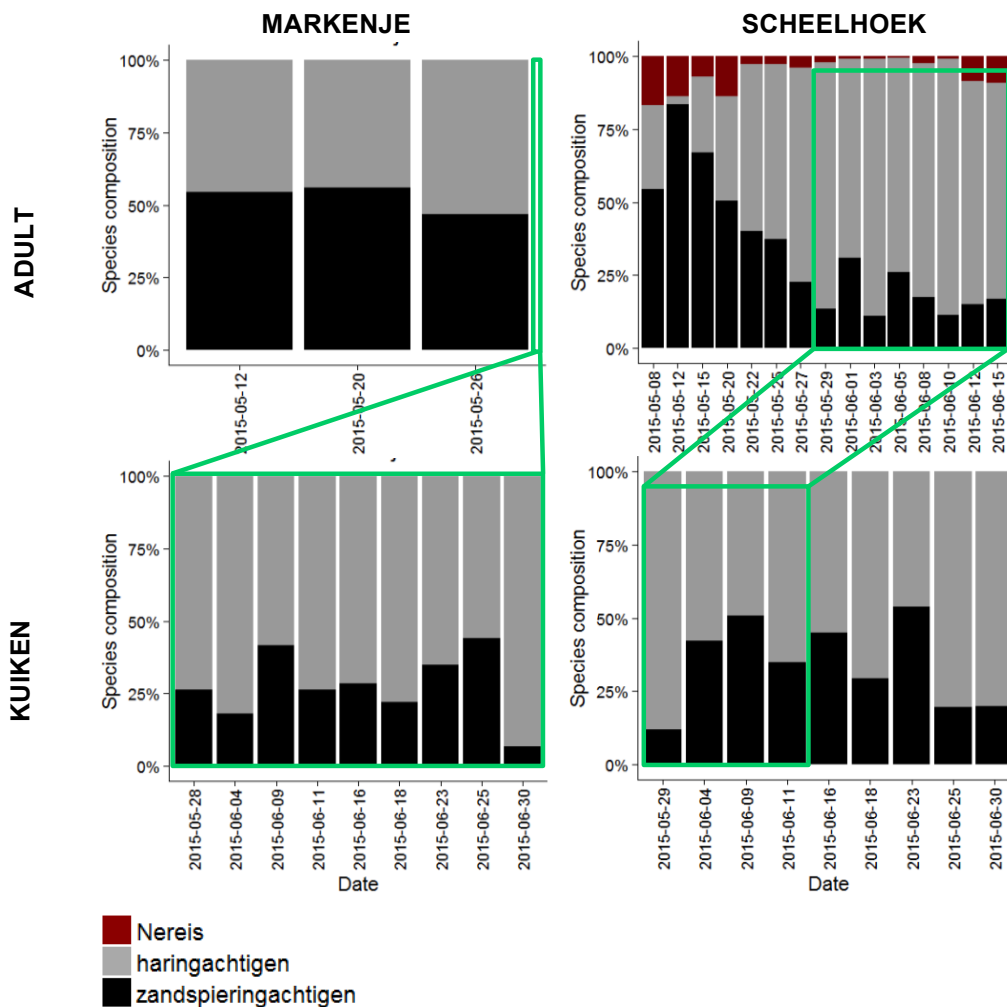
Figuur 4.5.1.8 Soortsamenvatting voor Markenje en de Scheelhoek van het adulte dieet (figuren boven) en het kuikendieet (figuren onder) van de grote stern in 2013.





Figuur 4.5.1.9 Soortensamenstelling voor Markenje en de Slijkplaat van het adulte dieet (figuren boven) en het kuikendieet (figuren onder) van de grote stern in 2014.

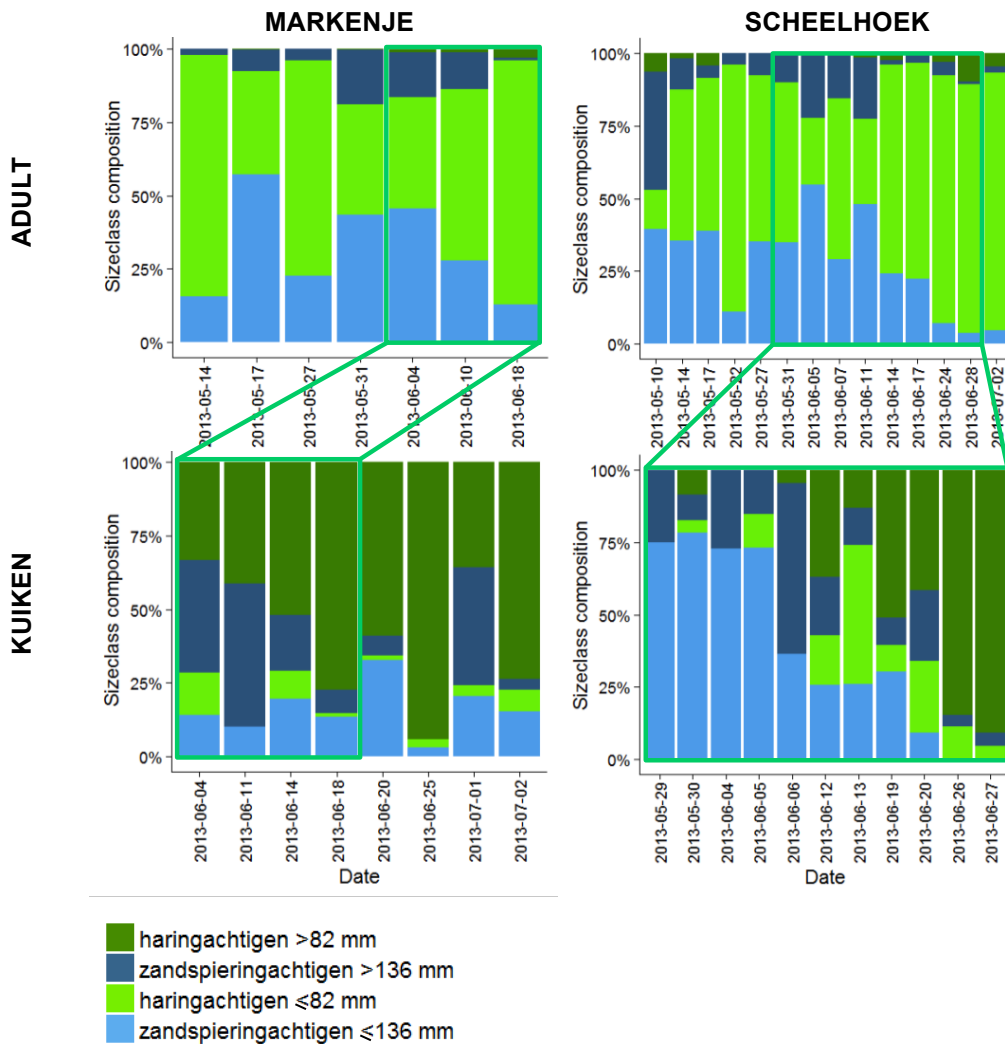
In het adulte dieet is er in de meeste jaren en kolonies een afname van het percentage zandspieringachtigen te zien naarmate de tijd vordert. Ook bij het kuikendieet is dat duidelijk merkbaar in 2013 en 2014. Het meest opvallende verschil tussen het adulte dieet en het kuikendieet is het totaal ontbreken van *Nereis* bij de kuikens. In het oog springende verschillen tussen vissoorten die door beide groepen worden gegeten zijn niet te zien.



Figuur 4.5.1.10 Soortsaanstelling voor Markenje en de Scheelhoek van het adulte dieet (figuren boven) en het kuikendieet (figuren onder) van de grote stern in 2015.

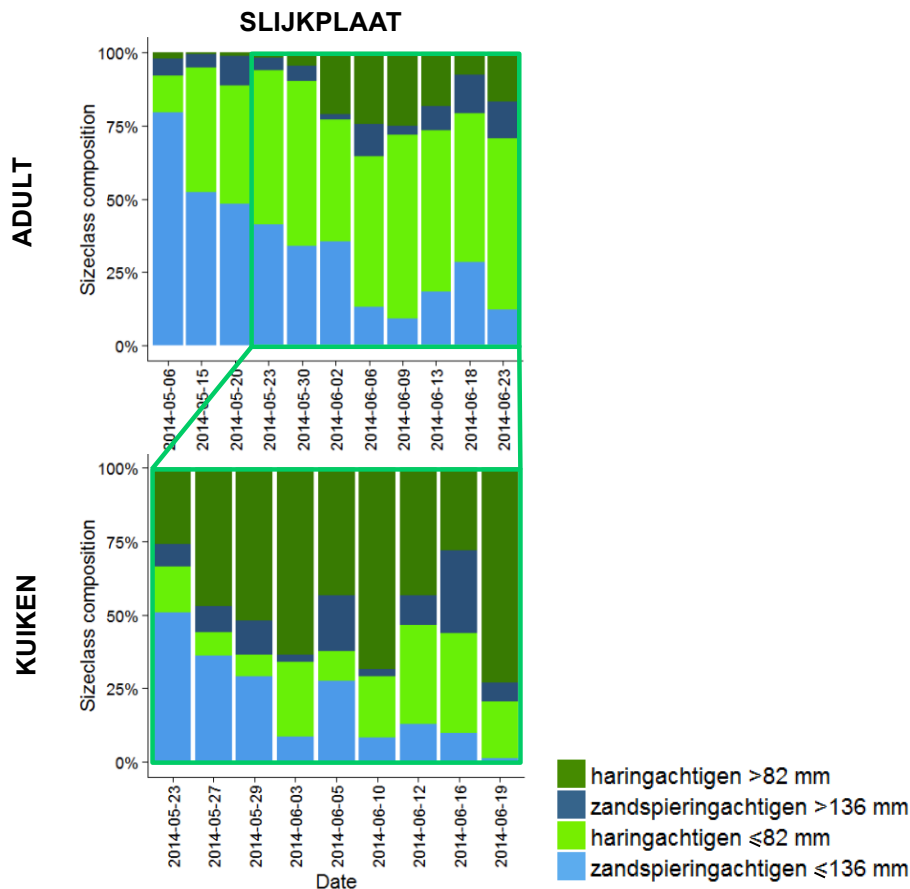
De figuren 4.5.1.11 tot en met 4.5.1.13 geven de verdeling van de grootteklassen van de haringachtigen en zandspieringachtigen in het adulte en het kuikendieet van de grote stern in de onderzochte kolonies in 2013-2015 weer. De figuren van het adulte dieet zijn gebaseerd op de schalen-samples, die van het kuikendieet op de schuilhutwaarnemingen (Scheelhoek en Slijkplaat) en protocollen van afstand (Markenje). De groene kaders geven de periode van overlap tussen de gegevens over het adulte dieet en het kuikendieet weer.

Zowel de haringachtigen als de zandspieringachtigen zijn opgedeeld in 'goede' en 'slechte' exemplaren waarbij de eerste categorie voldoende energie bevat om een kuiken te laten groeien en de tweede niet, gegeven de aanvoersnelheid van deze prooien. Voor haringachtigen werd een cut-off grootte van 82 mm (1,5 SL) genomen, voor zandspieringachtigen 136 mm (2,5 SL).



*Figuur 4.5.1.11 Grootteklasse-samenstelling voor Markenje (figuren links) en de Scheelhoek (figuren rechts) van het adulte dieet (figuren boven) en het kuikendieet (figuren onder) van de grote stern in 2013.*

Wat het kuikendieet betreft is in alle onderzochte kolonies een duidelijke toename van het percentage grotere haringachtigen (> 8 cm) in het dieet merkbaar naarmate het broedseizoen vordert. Ook het percentage grotere zandspieringachtigen (> 13 cm) neemt meestal toe wanneer de kuikens ouder worden. Het percentage kleinere haringachtigen en zandspieringachtigen neemt navenant af. Opvallend zijn ook de verschillen tussen jaren en kolonies in de percentages grote haringachtigen in het kuikendieet op een bepaalde datum. In sommige jaren en locaties zijn de grotere haringachtigen vroeger en/of abundanter aanwezig in het dieet dan in andere jaren en locaties.

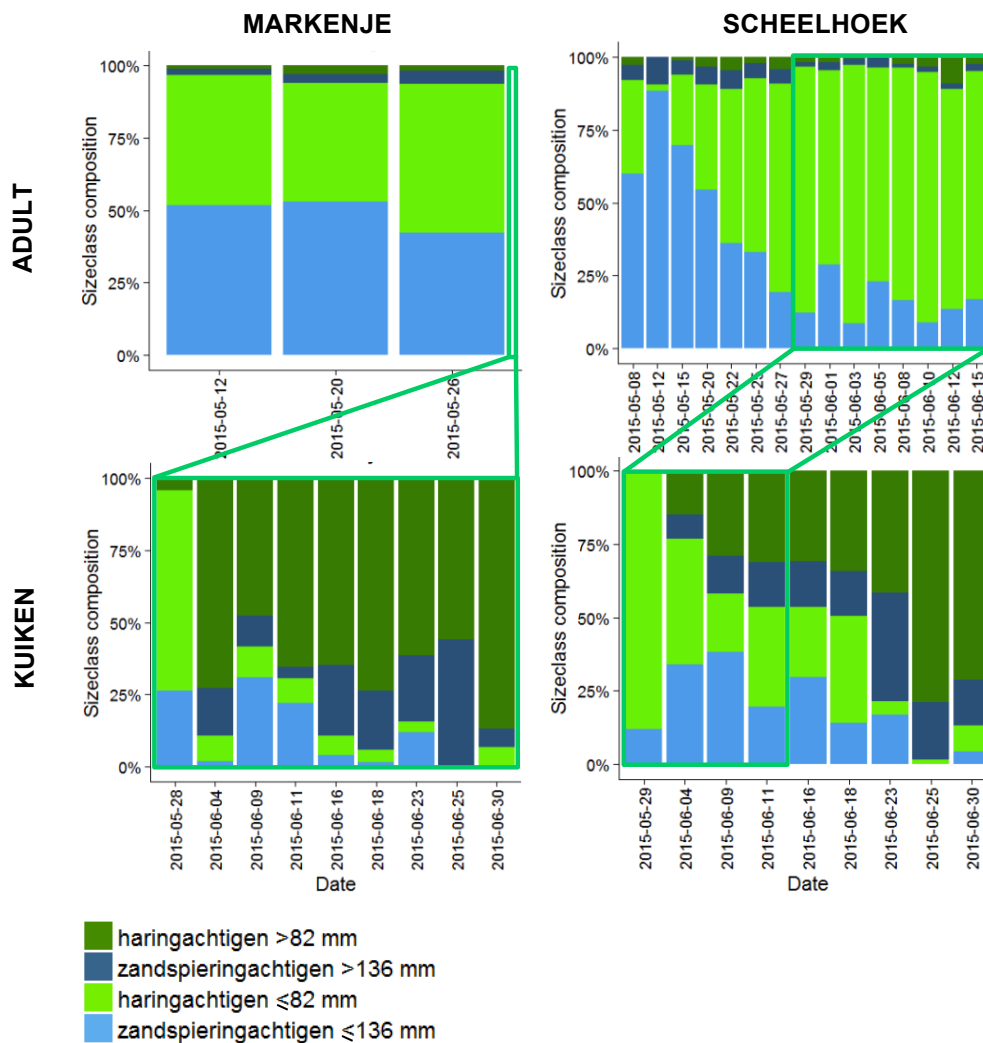


Figuur 4.5.1.12 Grootteklasse-samenstelling voor de Slijkplaat (figuren rechts) van het adulte dieet (figuren boven) en het kuikendieet (figuren onder) van de grote stern in 2014.

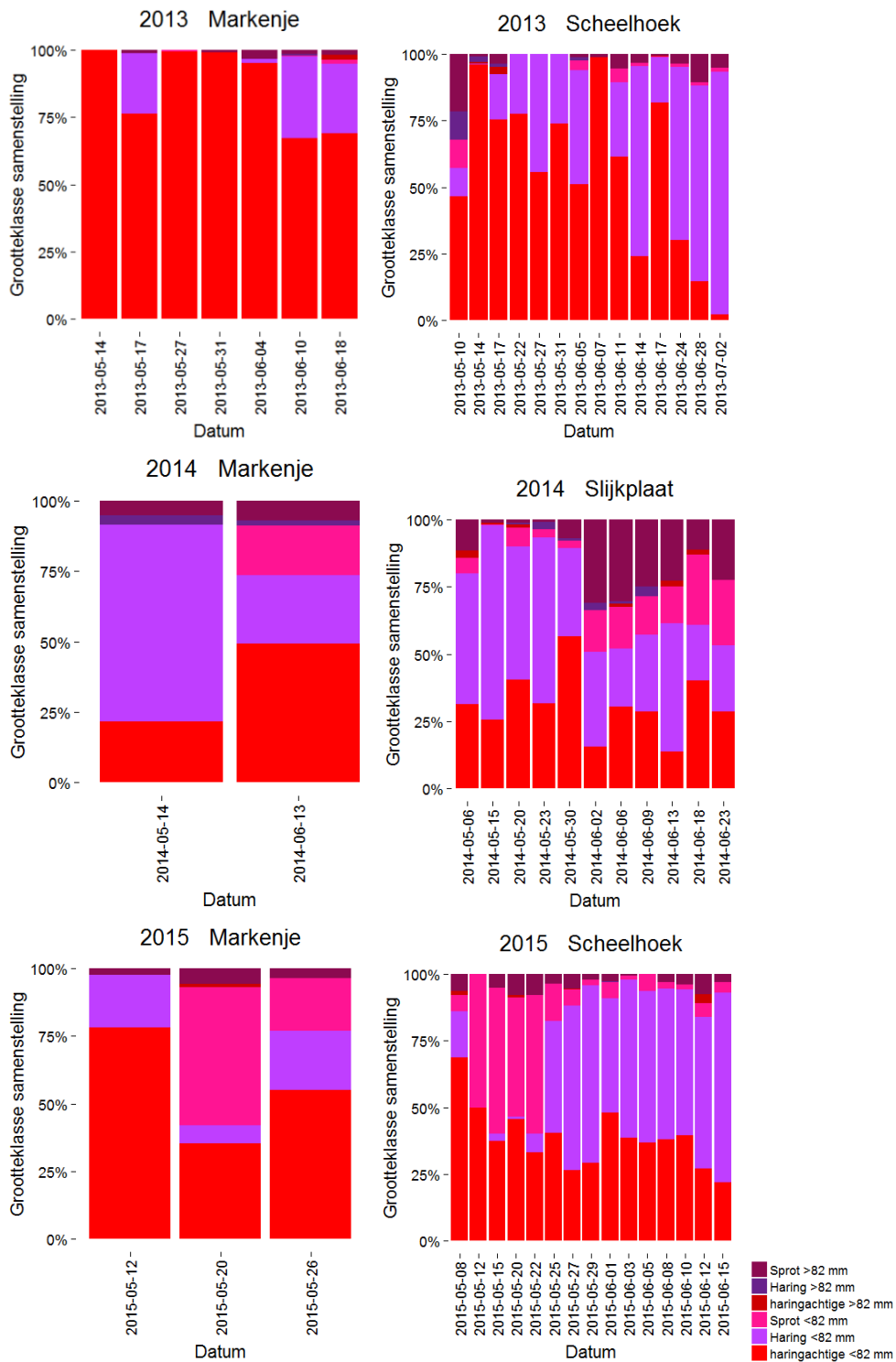
Een dergelijke toename van grotere prooien is in het adulte dieet in de meeste kolonies niet te zien. Grotere zandspieringen en vooral haringachtigen worden door de adulte vogels nauwelijks geconsumeerd. Alleen in 2014 is er sprake van een vrij groot percentage grote haringachtigen in het adulte dieet. In alle onderzochte kolonies is tevens een toename van het percentage kleine haringachtigen ten koste van kleine zandspieringachtigen in het adulte dieet merkbaar.

Figuur 4.5.1.14 geeft de grootteklasseverdeling van de verschillende soorten haringachtigen in het adulte dieet weer. Hieruit blijkt dat nagenoeg alle haringachtigen groter dan 1,5 SL in het adulte dieet sprot zijn en dat haring van die grootte nauwelijks wordt teruggevonden. Haringachtigen die naar de kuikens worden aangebracht kunnen slechts heel zelden op soortniveau worden gedetermineerd vanuit de schuilhut. Het voorgaande en het feit dat op één na alle haringachtigen groter dan 1,5 SL die in de kolonie werden gevonden (op de grond gevallen tijdens het aanbrengen aan de kuikens of na een poging tot kleptoparasitisme) sprot bleek te zijn, doet vermoeden dat ook (de grote) kuikens van de grote stern in de voorbije 3 jaar vooral van deze soort afhankelijk waren. De gemiddelde grootte van de haringen die in de

kolonie werden gevonden bedroeg  $57,6 \pm 18,8$  mm en die van de sprotten  $98,2 \pm 10,5$  mm.



Figuur 4.5.1.13 Grootteklasse-samenstelling voor Markenje (figuren links) en de Scheelhoek (figuren rechts) van het adulte dieet (figuren boven) en het kuikendieet (figuren onder) van de grote stern in 2015.



Figuur 4.5.1.14 Grootteklasse-samenstelling van de verschillende soorten haringachtigen in het adulte dieet van de grote stern in 2013-2015 voor de onderzochte kolonies.

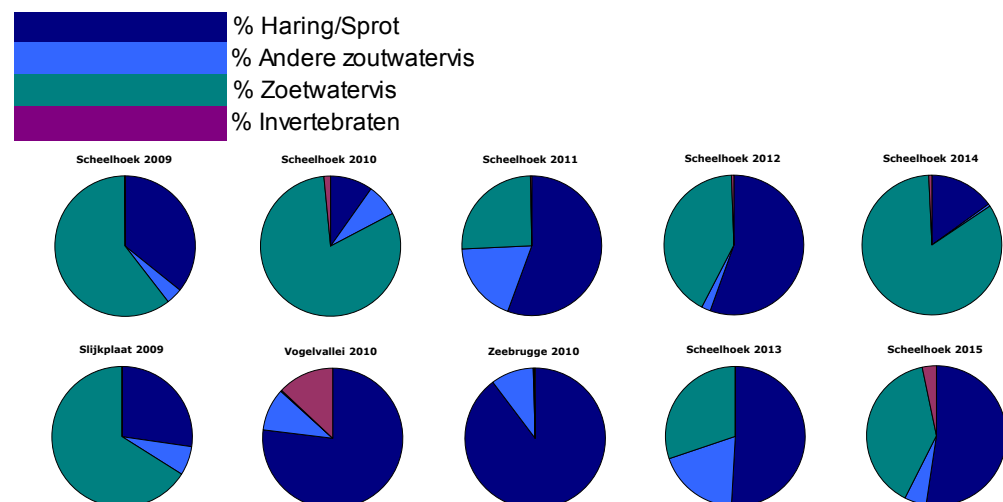
## 4.5.2 Voedseleecologie visdief

### 4.5.2.a Dieetsamenstelling kuikens visdief

Figuur 4.5.2.1 geeft de procentuele dieetsamenstelling (op basis van aantallen) van visdiefkuikens weer voor alle onderzochte kolonies in alle jaren. In 2009 en 2010 kregen de pulli op de Scheelhoek duidelijk meer zoetwatervis dan in de daaropvolgende jaren. Vanaf 2010 bleef het percentage haringachtigen vrij constant met tussen de 50 en 55 % van de aangebrachte prooien. Het dieet op de Slijkplaat bestond in 2009 voor ongeveer 2/3<sup>de</sup> uit zoetwatervis. Aangezien deze kolonie vrij ver in het binnenland ligt, is dit niet zo vreemd. De kuikens op de Vogelvallei kregen in 2010 daarentegen weer nagenoeg uitsluitend vissen uit het zoute milieu te eten, wat ook te maken heeft met de ligging van deze kolonie.

Visdieven zijn in de onderzochte kolonies momenteel niet afhankelijk van zandspiering voor het grootbrengen van hun kuikens. Enkel op de Vogelvallei in 2010 bestond het dieet voor een iets groter aandeel (8 %) uit zandspiering. De vogels van de Scheelhoek gaan erg vaak voor de Haringvlietsluizen foerageren tijdens eb: in deze periode wordt er gespuid. Veel van de zoetwatervissen worden aangebracht tijdens de laagwaterperiode op zee.

In **2015** bestond 39,3 % van de aangebrachte vissen op de Scheelhoek uit zoetwatervis en 52,4 % uit haringachtigen. Verder werd ook 5,1 % andere zoutwater- vis en 3,3 % invertebraten aangevoerd.



Figuur 4.5.2.1 Procentuele dieetsamenstelling van kuikens in alle visdiefkolonies in het Deltagebied waar protocollen vanuit een schuilhut werden gemaakt in de periode 2009-2015.

## 4.6 Gebiedsgebruik en gedrag grote sterns via GPS-logger onderzoek

In totaal werden van vijf van de zeven gezenderde vogels GPS-posities opgeslagen en in totaal werden 56 trips vastgelegd. Hiervan waren er 26 compleet, 13 bijna compleet en 17 incompleet.

Grote sterns maakten in 2015 foerageertochten binnen het ingestelde bodembeschermingsgebied en Natura 2000-gebied maar ook (ver) daarbuiten (figuur 4.6.1). Foerageerplaatsen van grote sterns lagen veelal binnen de begrenzing van het Natura 2000-gebied, echter ook de kust ten noorden van Hoek van Holland, tot aan de Zandmotor, werd gebruikt om te foerageren (figuur 4.6.2).

Grote sterns gingen tijdens 56% van alle tochten buiten de kolonie buiten het Natura 2000-gebied Voordelta foerageren. Tijdens 64% van de tochten foerageerden ze buiten het ingestelde bodembeschermingsgebied.

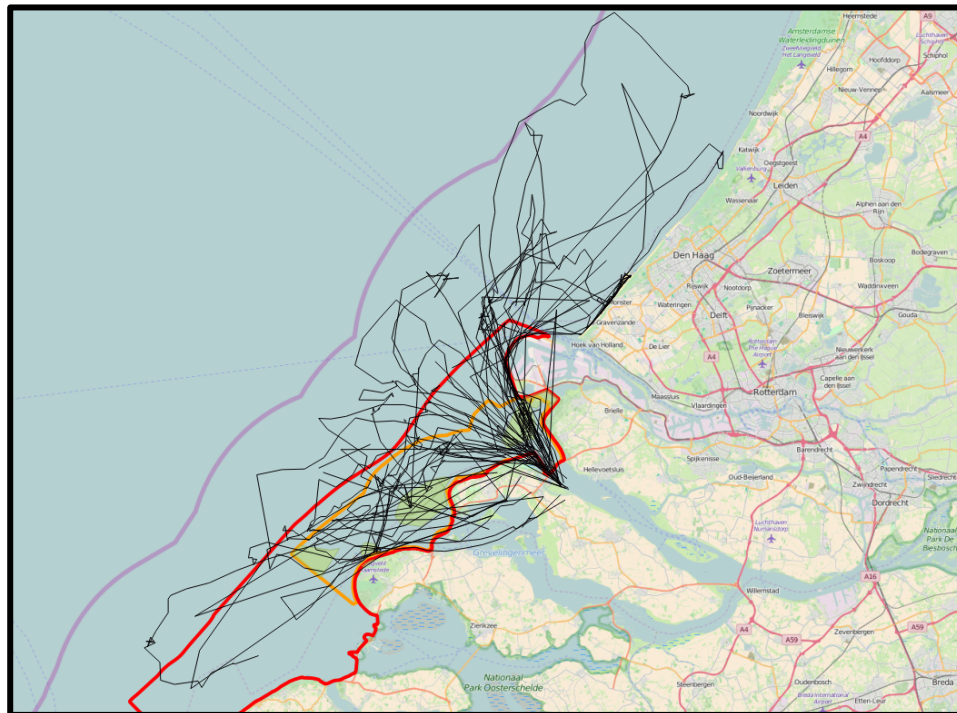
Op basis van de GPS posities zijn voor alle tochten triplengte (km), tripduur (min) en maximale afstand buiten de kolonie (km) berekend (tabel 4.6.1). Triplengte en maximum range konden worden gebaseerd op de complete en incomplete trips, tripduur uitsluitend op de complete tochten. Alle tochten dienden als basis voor de kaartjes. Er lijkt een splitsing te zijn in 2015 tussen kort- en langdurige tochten, die respectievelijk over korte en langere afstanden plaatsvinden (figuur 4.6.3 en 4.6.4).

In 2015 bleken alle vijf vogels te rusten tijdens foerageertochten. Meestal waren dit korte stops, maar soms ook langere perioden. Buiten de kolonie werd er op de stranden van de Zandmotor, de stranden van de Tweede Maasvlakte, in het Hinderplaatgebied, de Verklikkerplaat, de Platen van het Watergat, de Bollen van de Ooster, de kolonie op Markenje gerust (figuur 4.6.5).

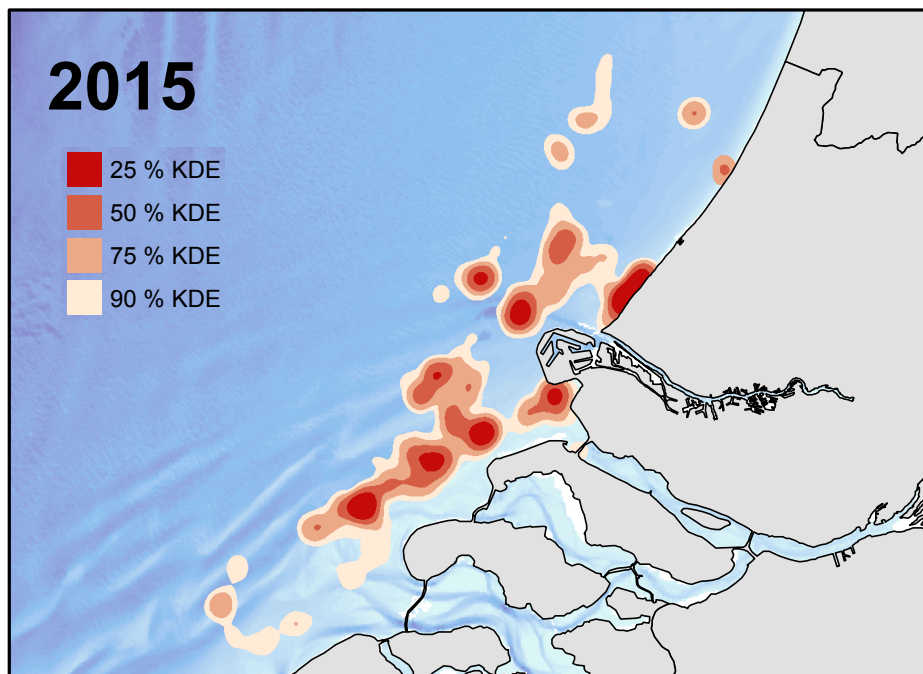
*Tabel 4.6.1 Triplengte, tripduur en maximale afstand buiten de kolonie van grote sterns op de Scheelhoek in 2015. Triplengte en maximale afstand zijn berekend op basis van de complete en bijna complete tochten., tripduur alleen op basis complete tochten.*

<i>Complete tochten (n = 26)** / bijna complete tochten (n=13)*</i>	
Gemiddelde triplengte	72 ± 37,1 km (21 – 155) **/*
Maximale afstand uit kolonie	28 ± 13 km (10 – 61) **/*
Gemiddelde tripduur	179 ± 109 min. (31 – 417) **

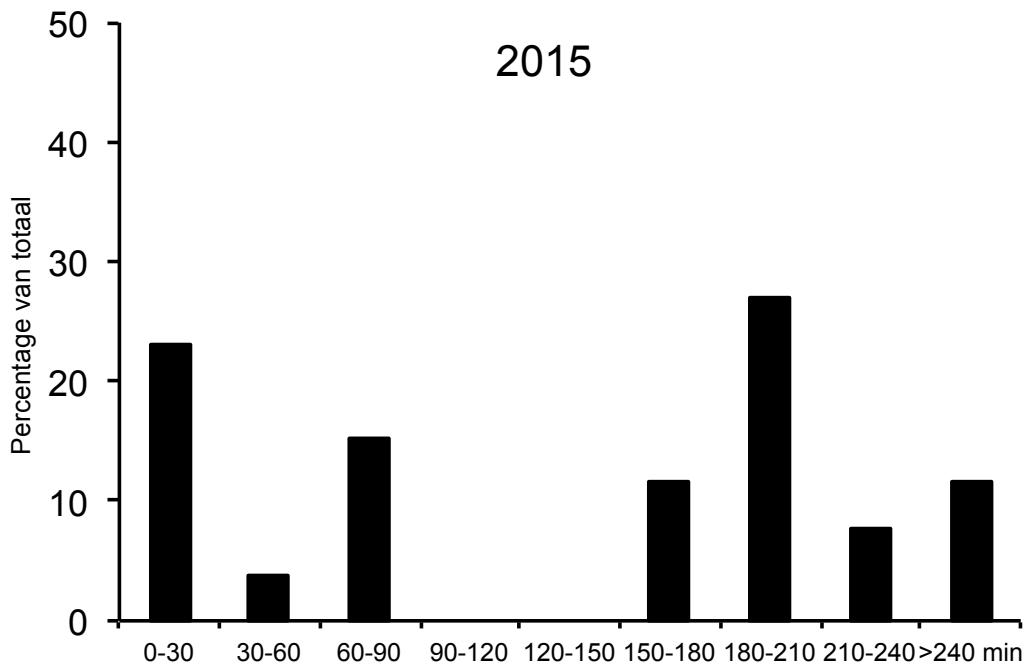




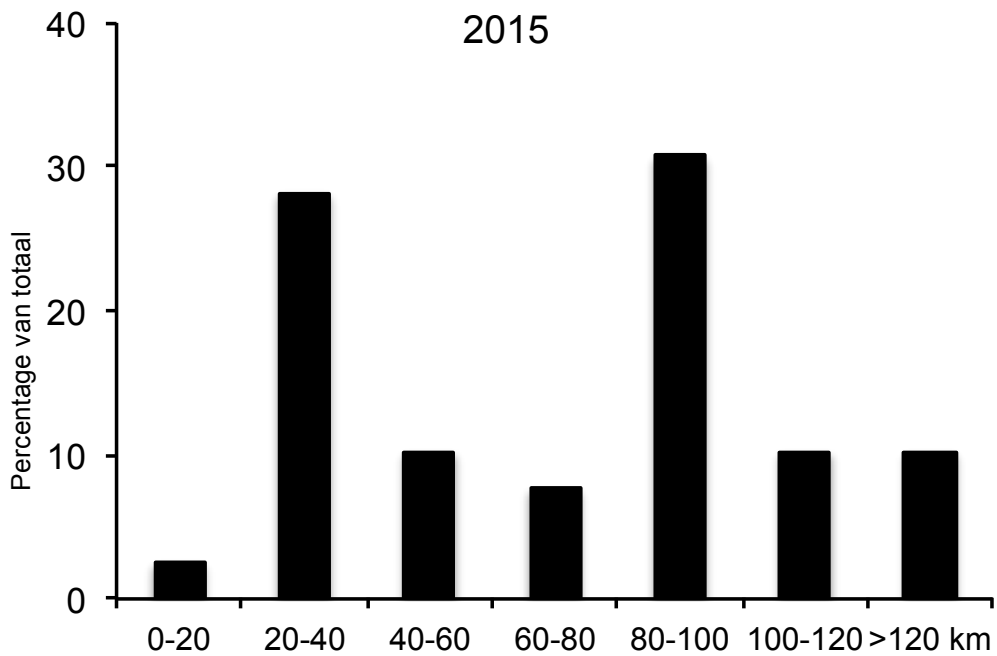
*Figuur 4.6.1* Tochten van grote sterns met GPS-loggers in 2015. De doorgetrokken rode lijn is de grens van het Natura 2000-gebied Voordelta en de oranje lijn van het bodembeschermingsgebied. De paarse lijn is de 12 NM lijn.



*Figuur 4.6.2* Kernel Density kaart van foerageerposities in 2015 op basis van 39 trips en 5 vogels.



Figuur 4.6.3 Frequentiediagram van de tripduur van 5 grote sterns met GPS-loggers in 2015 van 39 tochten (compleet: 26; bijna compleet 13).



Figuur 4.6.4 Frequentiediagram van de triplengte van 5 grote sterns met GPS-loggers in 2015 van 39 tochten (compleet 26; bijna compleet 13).





## 5 Samenvatting van de bevindingen in 2015

### 5.1 Inleiding

Door de aanleg van de Tweede Maasvlakte is voor zwarte zee-eenden en sterns potentieel leef- en foerageergebied verloren gegaan in het Natura 2000-gebied Voordelta. Om de negatieve effecten te compenseren zijn rustgebieden aangewezen en is een bodembeschermingsgebied ingesteld. Het onderzoek beschreven in dit rapport is bedoeld om het effect van de compensatiemaatregelen in de Voordelta (de instelling van de rustgebieden en het bodembeschermingsgebied) op het voorkomen van zwarte zee-eenden en sterns te bestuderen.

Dit rapport is een technisch voortgangsdokument waarin de meest recente en niet eerder gepubliceerde resultaten verkregen in 2015 van het onderzoek aan zee-eenden en sterns in de Voordelta en de Zuidhollandse en Zeeuwse Delta worden gerapporteerd. 2015 is in de T1 monitoring bestempeld als 'tussenjaar' waarin met een minimale inspanning de continuïteit van de monitoring moest worden voorgezet. Gevolg is wel dat geen uitgebreide analyse van de data heeft plaatsgevonden in relatie tot andere factoren (zoals onderzocht in de andere percelen binnen het onderzoeksprogramma PMR-NCV). Ook is geen doorvertaling gemaakt naar de negen onderzoekshypothesen, de onderzoeksvragen en de specifieke MEP-vragen. Dit zal in de Tweede Fase monitoring vanaf 2016 plaatsvinden.

### 5.2 Zee-eenden

#### *Aantallen*

In de periode oktober 2014 t/m dec 2015 waren tot maximaal ca. 1.760 zwarte zee-eenden in de Voordelta aanwezig. Dit seizoenmaximum bevestigt wederom dat de hoge aantallen in het voorjaar 2013 in de Voordelta een opmerkelijke uitschieter waren, mogelijk veroorzaakt door een lokale, hoge voedselbeschikbaarheid. Ook het aantal vogeldagen in de winter van 2014/2015 was het laagste voor alle teljaren. Het beeld in dit seizoen en de laatste maanden van 2015 past in het algemene beeld dat gedurende de T1 de Voordelta steeds minder belangrijk is geworden als overwinteringsgebied.

De referentietellingen in maart en april 2014 van de Noordzeekustzone lieten zien dat in Nederland ook dit jaar de kust langs de Waddeneilanden de belangrijkste overwinteringsplek is van zwarte zee-eenden in Nederland. Echter, ook in 2015 waren de aantallen wederom lager dan de jaren daarvoor. Met name de kust van Terschelling en het zeegebied ten noorden van Schiermonnikoog zijn relatief belangrijke gebieden.

### *Gebruik rustgebieden*

De aantallen vogels gebruik makend van de rustgebieden in de Voordelta in het seizoen 2013/2014 passen in het lange termijn beeld van lagere aantallen overwinterende zee-eenden binnen beide ingestelde rustgebieden ten opzichte van de T0. Opmerkelijk was wel dat, met name in de laatste maanden van 2015, de aanwezige zwarte zee-eenden in de Voordelta wel in het rustgebied rond de Bollen van de Ooster zaten.

## **5.3 Sterns**

### *Grote stern*

In 2015 was een middelgrote kolonie (1.858 broedparen) gevestigd op de Scheelhoekeilanden in het Haringvliet. Een vergelijkbare kolonie (2.000 broedparen) was aanwezig op Markenje in de Grevelingen. Zowel op de Scheelhoek als op Markenje werd een laag broedsucces vastgesteld. Op de Scheelhoek was dit een gevolg van een erg laag uitvliegsucces en op Markenje van een laag uitkomstsucces (predatie door hoofdzakelijk zwartkopmeeuwen). Het lage uitvliegsucces op de Scheelhoek was het gevolg van een slechte kuikenconditie tijdens de tweede en derde levensweek. De kuikenconditie op Markenje vertoonde een vergelijkbaar verloop maar daar waren de kuikens 10 dagen eerder dan op de Scheelhoek weer in een betere conditie waardoor uiteindelijk minder kuikens stierven.

De soortsamenvestelling van het **adulte dieet** was in beide kolonies vergelijkbaar met ongeveer 60% haringachtigen en 35% zandspieringachtigen op aantalsbasis. Zowel de gemiddelde lengte van de zandspieringachtigen als van de haringachtigen was op Markenje kleiner dan de lengte van de aangevoerde vissen op de Scheelhoek.

Het kuikendieet bestond zowel op Markenje als op de Scheelhoek voor ongeveer 30% uit zandspieringachtigen en voor 70% uit haringachtigen. De energetische verhoudingen waren ongeveer dezelfde. Op Markenje waren zowel de naar de kuikens aangebrachte haring- als zandspieringachtigen gemiddeld groter dan die op de Scheelhoek werden aangebracht; het omgekeerde beeld als bij het adulte dieet.

Naarmate de kuikens ouder werden, werden steeds grotere vissen aangebracht. Niettemin bleven de lengtes van haringachtigen op de Scheelhoek ongeveer 0,25 SL beneden de gemiddeld aangevoerde lengte in de periode 2009-2015. De aangebrachte zandspieringen waren juist weer groter dan het gemiddelde over alle jaren. Vooral in de eerste levensweek van de kuikens lag de prooiaanvoer naar de kuikens vrij hoog. Naarmate de kuikens ouder werden daalde de prooiaanvoer echter sterk. Dit ondanks het feit dat de foerageerduur voor haringachtigen en zandspieringachtigen globaal gezien toch beneden het gemiddelde lag.

In het adulte dieet werden vooral in mei erg veel zandspieringen aangetroffen. Naarmate het broedseizoen vorderde nam het aandeel zandspieringen af en werden meer haringachtigen gegeten. In het adulte dieet werden bijna uitsluitend kleine

haringachtigen (< 1,5 SL) en zandspieringen (< 2,5 SL) aangetroffen. Dit in tegenstelling tot het kuikendieet: vanaf begin juni (Markenje) of na halfweg juni (Scheelhoek) werden veel grote haringachtigen aangebracht.

Het onderzoek met behulp van GPS-loggers heeft laten zien dat de foerageervluchten voor de jongen niet alleen binnen het Natura 2000-gebied Voordelta blijven. Ruim 55% gaat tot buiten het Natura 2000-gebied en 65% buiten het Bodembeschermingsgebied, een beeld dat ook naar voren komt op basis van de vliegtuigtellingen. Dit jaar werd wederom vastgesteld dat de ingestelde rustgebieden gebruikt worden door grote sterns om te rusten.

#### *Visdief*

In 2015 werd alleen de kolonie op de Scheelhoek door middel van een enclosure gevolgd. Op Markenje heeft dergelijk onderzoek bij visdieven geen zin, omdat één bezoek per week (beperking door SBB) niet voldoende is om de soms sterke fluctuaties in kuikenconditie vast te stellen. In de Vogelvallei is sinds 2011 een zeer hoge predatiedruk van kleine mantelmeeuwen aanwezig waardoor er geen visdiefkuikens groot worden. Daarnaast is zeer recent ook de Vogelvallei niet meer beschikbaar als broedgebied.

Op de Scheelhoek werd in 2015 een vrij gemiddeld broedsucces voor deze kolonie vastgesteld. Dit was het resultaat van een hoog uitkomstsucces en een laag uitvliegsucces. Globaal gezien verkeerden de kuikens in een vrij slechte conditie waarbij het patroon vergelijkbaar was met dat bij de grote stern: een goede conditie in de eerste en laatste week en een slechte conditie in de drie tussenliggende weken.

Op de Scheelhoek bestond in 2015 het dieet van de visdiefkuikens voor ruim de helft uit haringachtigen en verder vooral uit zoetwatervis.





## 6 Literatuur

- Becker P.H., Brenninkmeijer, A., Frank, D., Stienen, E.W.M. & Todt, P. 1997. The reproductive success of common terns as an important tool for monitoring the state of the Wadden Sea. *Wadden Sea Newsletter* 1: 37-41.
- Beukema J., 1997. Calorific values of marine invertebrates with an emphasis on the soft parts of marine bivalves. *Oceanography and Marine Biology: an annual review* 35: 387 – 414.
- Brenninkmeijer A. & Stienen, E.W.M. 1992. Ecologisch profiel van de grote stern (*Sterna sandvicensis*). RIN-rapport 92/17. Instituut voor Bos-en Natuuronderzoek, Arnhem.
- Brey T., Rumohr, H. & S. Ankar 1988. Energy content of macrobenthic invertebrates: general conversion factors from weight to energy. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 117: 271 278.
- Hastie T. & Tibshirani, R. 1990. *Generalized Additive Models*. Chapman and Hall.
- Heunks C., Leopold, M., Poot, M.J.M., Lilipaly, S.J. & Beuker, D. 2009. Trend, current status and ecology of common scoters *Melanitta nigra* in the Voordelta, the Netherlands. Abstract of poster in: Stienen E., N. Ratcliffe, J. Seys, J. Tack, J. Mees & I. Dobbelaere (Eds). 2009. Seabird Group 10th International Conference. Provincial Court, Brugge, 27-30 March 2009. Book of abstracts - VLIZ Special Publication 42. Communications of the Research Institute for Nature and Forest – INBO.M.2009.1. Research Institute for Nature and Forest (INBO), Brussels, Belgium –Flanders Marine Institute (VLIZ). Oostende, Belgium. viii + 68p.
- Hoekstein M.S.J., Lilipaly, S.J. & Meininger, P.L. 2003. Vliegtuigtellingen van watervogels en zeezoogdieren in de Voordelta, 2002/2003 met gegevens van zeehonden in de Oosterschelde en Westerschelde. Rapport RIKZ/2003.046. Rijksinstituut voor Kust en Zee / RIKZ, Middelburg.
- Kay D. G. & Brafield, A.E. 1973. The Energy Relations of the Polychaete *Neanthes* (= *Ne-reis*) *virens* (Sars). *Journal of Animal Ecology* 42: 673-692.
- Kraker C. de, 2001. Verslag Hompelvoet/Markenje, Kleine Stampersplaat 2001. Ecologisch adviesbureau Sandvicensis, Burgh-Haamstede.
- Kraker C. de & Derks, P.J.T. 2003. Verslag Hompelvoet/Markenje, Kleine Stampersplaat 2003. Ecologisch adviesbureau Sandvicensis, Burgh-Haamstede.
- Kraker C. de & Derks, P.J.T. 2004. Verslag Hompelvoet/Markenje, Kleine Stampersplaat 2004. Ecologisch adviesbureau Sandvicensis, Burgh-Haamstede.
- Kraker C. de & Derks, P.J.T. 2005. Verslag Hompelvoet/Markenje, Kleine Stampersplaat 2005. Ecologisch adviesbureau Sandvicensis, Burgh-Haamstede.
- Kraker C. de 2007. Broedvogels Grevelingen – 2006. Ecologisch adviesbureau Sandvicensis, Burgh-Haamstede.
- Kraker C. de 2008. Broedvogels Grevelingen – 2007. Ecologisch adviesbureau Sandvicensis, Burgh-Haamstede.
- Kraker C. de 2009. Broedvogels Grevelingen – 2008. Ecologisch adviesbureau Sandvicensis, Burgh-Haamstede.
- Kraker C. de 2010. Broedvogels Grevelingen – 2009. Ecologisch adviesbureau Sandvicensis, Burgh-Haamstede.

- Kraker C. de 2011. Broedvogels Grevelingen – 2010. Ecologisch adviesbureau Sandvicensis, Burgh-Haamstede.
- Kraker C. de 2015. Broedvogels Grevelingen – 2015. Ecologisch adviesbureau Sandvicensis, Burgh-Haamstede.
- Krijgsveld K.L., Smits R.R. & van der Winden J. 2010. Verstoringsgevoeligheid van vogels. Update literatuurstudie naar de reacties van vogels op recreatie. Rapport 08-173. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Kristensen E., 1984. Life cycle, growth and production in estuarine populations of the polychaetes *Nereis virens* and *N. diversicolor*. *Holarctic Ecology* 7: 249-256.
- Leopold M.F., Baptist H.J.M., Wolf P.A. & Offringa H. 1995. De zwarte zeeëend *Melanitta nigra* in Nederland. *Limosa* 68: 49-64.
- Leopold M.F. 1996. *Spisula subtruncata* als voedselbron voor zee-eenden in Nederland. BEON Rapport nr. 96-2 BEON project IBN 95 V29. BEON, Den Haag.
- Leopold M.F. & Wolf P. 2003. Zee-eenden eten ook Ensis. Nieuwsbrief Nederlandse Zeevogelgroep 4(3): 5.
- Meininger P.L., F.A. Arts & Swelm, N.D. van 2000. Kustbroedvogels in het Noordelijk Deltagebied: ontwikkelingen, knelpunten en potenties. Rapport RIKZ/2000.052. Middelburg.
- Parsons M., Mitchell, I., Butler, A., Ratcliffe, N., Frederiksen, M., Foster, S. & Reid, J. B. 2008. Seabirds as indicators of the marine environment. – *ICES Journal of Marine Science*, 65: 1520–1526.
- Phillips R.A., Xavier, J.C. & Croxall, J.P. 2003. Effects of satellite transmitters on albatrosses and petrels. *Auk* 120: 1082-1090.
- Poot M.J.M., Heunks, C., Prinsen, H.A.M., van Horssen, P.W. & Boudewijn, T.J. 2006. Zeevogels in de Voordelta in 2004/2005 en 2005/2006. Nulmeting in het kader van Monitoring en Evaluatie Programma, Project Mainport Rotterdam - MEP MV2; Perceel 4: Vogels. Bureau Waardenburg bv, Culemborg.
- Poot M.J.M. *et al.* 2014. Perceel Vogels. In: Prins, T.C. & van der Kolff, G.H. (eds.), 2014. PMR Monitoring natuurcompensatie Voordelta: eindrapport 1e fase 2009-2013 deel B. Deltares rapport 1200672-000-ZKS-0043.
- 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 Rapportnr. 15-084. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Stienen E.W.M. 2006. Living with gulls : trading off food and predation in the Sandwich Tern *Sterna sandvicensis* Wageningen: Alterra, 2006. - 192p. (Alterra scientific contributions 15), Proefschrift Rijksuniversiteit Groningen.
- Stienen E.W.M. & Brenninkmeijer, A. 1992. Ecologisch profiel van de visdief (*Sterna hirundo*). RIN-rapport 92/18. Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Arnhem.
- Stienen E.W.M. & Brenninkmeijer, A. 1999. Keep the chicks moving: how Sandwich Terns can minimize kleptoparasitism by Blackheaded gulls. *Anim. Behav.* 57: 1135-1144.
- Stienen E.W.M. & A. Brenninkmeijer, 2006. Effects of brood size and hatching sequence for pre fledging mortality in Sandwich Terns: why lay two eggs? *Journal of Ornithology* 147: 520-530.

- Stienen E.W.M. & Brenninkmeijer, A. 2002. Variation in growth in sandwich tern chicks *Sterna sand-vicensis* and the consequences for pre- and post-fledging mortality. *Ibis* 144(4): 567-576.
- Stienen E., Courtens, W., Vanermen, N. & Verstraete, H. 2013. Terns as health indicators for the pelagic realm. In proceeding of the Waterbird Society 37th Annual Meeting, Wilhemshaven.
- Tulp I.Y.M., Craeymeersch J.A.M., Leopold M.F., Damme C.J.G. van, Fey F. & Verdaat, J.P. 2010. The role of the invasive bivalve *Ensis directus* as food source for fish and birds in the Dutch coastal zone. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 90 (3): 116 - 128.
- Vanaverbeke J., Franco, M.A., Remerie, T., Vanreusel, A., Vincx, M., Moodley, L., Soetaert, K., van Oevelen, D., Courtens, W., Stienen, E., Van de Walle, M., Deneudt, K., Vanden Berghe, E., Draisma, S., Hellemans, B., Huyse, T., Volckaert, F.A.M.J. & Van den Eynde, D. 2007. Higher trophic levels in the southern North Sea "TROPHOS": Final report EV/25. Belgian Science Policy: Brussel. 89 pp.,
- Vanaverbeke J., Braarup Cuykens, A., Braeckman, U., Courtens, W., Cuveliers, E., Deneudt, K., Goffin, A., Hellemans, B., Huyse, T., Lacroix, G., Larmuseau, M., Mees, J., Provoost, P., Rabaut, M., Remerie, T., Savina, M., Soetaert, K., Stienen, E.W.M., Verstraete, H., Volckaert, F. & Vincx, M. 2011. Understanding benthic, pelagic and airborne ecosystem interactions in shallow coastal seas. "WestBanks". Final Report. Brussels: Belgian Science Policy Office 2011 – 82 p.
- Vandenabeele, S.P., Shepard, E.L., Grogan, A. & Wilson, R.P. 2011. When three per cent may not be three per cent; device-equipped seabirds experience variable flight constraints. *Marine Biology* 159(1): 1-14.
- Veen, J. 1977. Functional and causal aspects of nest distribution in colonies of Sandwich Tern (*Sterna s.sandvicensis* Lath.). Proefschrift Rijksuniversiteit Groningen.
- Wickham, H. 2009. ggplot2: elegant graphics for data analysis. Springer, New York.



**Bureau Waardenburg bv**

Onderzoek en advies voor ecologie & landschap

Postbus 365, 4100 AJ Culemborg

Telefoon 0345-512710, Fax 0345-519849

E-mail [info@buwa.nl](mailto:info@buwa.nl), [www.buwa.nl](http://www.buwa.nl)