

PMR-NCV Fase II onderzoek sterns in het Deltagebied en Voordelta

Jaarrapport 2017



R.C. Fijn¹
W. Courtens²

F.A. Arts³
R. Daelemans²
B.M.C. Grutters²
A. Gyimesi¹
M.S.J. Hoekstein³
J.W. de Jong¹
R.J. Jonkvorst¹
S.J. Lilipaly³
Y. Radstake¹
E.L. Bravo Rebolledo¹
K.D. van Straalen^{1,3}
N. Vanermen²
M. Van de walle²
H. Verstraete²
P.A. Wolf³

E.W.M. Stienen²

¹  **Bureau Waardenburg**
Ecologie & Landschap

²  **inbo**
Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek

³  **DPM**
Delta Project Management

PMR-NCV onderzoek sterns in de Delta en Voordelta

Jaarrapport 2017

R.C. Fijn, W. Courtens

F.A. Arts, R. Daelemans, B. Grutters, A. Gyimesi, M.S.J. Hoekstein, J.W. de Jong, R.J. Jonkvorst, S.J. Lilipaly, Y. Radstake, E.L. Bravo Rebolledo, K.D. van Straalen, N. Vanermen, M. Van de Walle, H. Verstraete, P.A. Wolf, E.W.M. Stienen

Status uitgave: eindrapport

Rapportnummer: 17-205
Projectnummer: 15-755
Datum uitgave: 19 februari 2018
Projectleider: R.C. Fijn
Aantal pagina's: 137
Naam en adres opdrachtgever: Wageningen Marine Research
Postbus 68
1970 AB IJmuiden
Referentie opdrachtgever: Inkooporder WUR314866
Akkoord voor uitgave: drs. C. Heunks
Paraaf:



Graag citeren als: R.C. Fijn, W. Courtens, F.A. Arts, R. Daelemans, B. Grutters, A. Gyimesi, M.S.J. Hoekstein, J.W. de Jong, R.J. Jonkvorst, S.J. Lilipaly, Y. Radstake, E.L. Bravo Rebolledo, K.D. van Straalen, N. Vanermen, M. Van de walle, H. Verstraete, P.A. Wolf, E.W.M. Stienen, 2017. PMR-NCV onderzoek sterns in de Delta en Voordelta. Bureau Waardenburg Rapportnr. 17-247. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Trefwoorden: Natuurcompensatie, Tweede Maasvlakte, 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 / Wageningen Marine Research
Dit rapport is vervaardigd op verzoek van opdrachtgever en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag worden vervoelvoudigd 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.

Dankwoord

De totstandkoming van voorliggende rapportage is mogelijk gemaakt door een intensieve en prettige samenwerking van een groot aantal deskundigen en instanties. Allen die op welke wijze dan ook, in verleden en heden, betrokken zijn bij de PMR-NCV, worden heel hartelijk gedankt voor hun bijdrage.

Het onderzoek in de sternkolonies in het Deltagebied was alleen mogelijk door de geweldige ondersteuning vanuit de terreinbeherende organisaties Natuurmonumenten, Staatsbosbeheer, Zeeuws Landschap 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.
Markenje: Staatsbosbeheer; Peter Maes, Ad van Hees, William van der Hulle.
Maasvlakte: Havenbedrijf Rotterdam; Jan Puffers, Mark Benders

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

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 (WMR), Marieken van der Sluis (WMR) en Theo Prins (Deltares), van het onderzoekconsortium die met ons meedachten, gegevens en inzichten uitwisselden en ons inspireerden.

Veel dank ook aan Mennobart van Eerden en Kees Borst van de opdrachtgever Rijkswaterstaat, en ook andere mensen van RWS die bij dit project betrokken zijn, voor de immer constructieve begeleiding tijdens de vele workshops.

Samenvatting van de werkzaamheden en bevindingen in 2017

Door de aanleg van de Tweede Maasvlakte is voor sterns potentieel leef- en foerageergebied verloren gegaan in het Natura 2000-gebied Voordelta. Om de negatieve effecten te compenseren zijn in 2006 rustgebieden aangewezen en is een bodembeschermingsgebied ingesteld. Sinds 2009 is onderzoek verricht om het effect van de compensatiemaatregelen in de Voordelta (de instelling van de rustgebieden en het bodembeschermingsgebied) op het voorkomen van sterns te bestuderen. Onderhavig rapport is een technisch voortgangsdokument waarin de meest recente en niet eerder gepubliceerde resultaten van het onderzoek aan sterns in de Voordelta en de Zuidhollandse en Zeeuwse Delta uitgevoerd in 2017 worden gerapporteerd. Het broedseizoen van 2017 is in de T1 monitoring het tweede jaar van de Fase II monitoring.

Grote stern

In 2017 was een grote kolonie (3.174 broedparen) gevestigd op Betoneiland op de Scheelhoekeilanden in het Haringvliet. Daarnaast was er een middelgrote kolonie (2.045 paar) op de Hooge Platen en een late (niet-succesvolle) vestiging van 40 paar in de Flaauwers Inlaag. In 2017 werd in één kolonie onderzoek verricht: op de Scheelhoekeilanden.

Tijdens de vliegtuigtellingen werden de grootste concentraties rustende vogels op platen en stranden op bijvoorbeeld de westpunt van de Bollen van de Ooster en met name het Verklikkerstrand/plaat aangetroffen.

In totaal werden op de **Scheelhoek** 26 adulten gevangen met een valkooi voor de meting van de adulte conditie en voor de voedselprotocollen. Het broedsucces van 63 nesten werd gemeten en in de enclosure werden 711 metingen van de kuikenconditie gedaan. Ook werden ter controle 82 conditiemetingen gedaan buiten de enclosure. Om de kuikenconditie zo goed mogelijk op te kunnen opvolgen na de voedselprotocollen ook een conditiemeting van de gemerkte kuikens gedaan.

Het broedsucces op de Scheelhoek was relatief laag ten opzichte van eerdere jaren tijdens de PMR-monitoring (0,38 jongen/paar in de enclosure, 0,6 in de kolonie). Dit was het gevolg van een erg laag uitvliegsucces dat hoofdzakelijk te wijten was aan slechte weersomstandigheden (harde wind en vaak veel regen) tijdens de tweede week van juni. Tijdens die periode stierven veel kuikens en daalde de conditie van de uiteindelijk vliegvlug geworden kuikens sterk. Er werden geen problemen met predatie, weersomstandigheden of hoog water vastgesteld en de voedselsituatie leek goed te zijn met een goede beschikbaarheid van grotere haringachtigen vanaf de eerste levensweek van de kuikens.

Op 11 dagen werden in totaal 93 uur voedselprotocollen gemaakt vanuit de schuilhut bij de enclosure op de **Scheelhoek**. Van 545 aangebrachte prooien aan de individueel gemerkte kuikens (er wordt naar gestreefd op elk moment een 20-tal individueel gemerkte kuikens op te kunnen volgen) werd de soort bepaald en de lengte geschat. Van 203 aangebrachte prooien kon de foerageerduur worden berekend. Verder werden aanvullend 608 prooien die tijdens de protocollen werden aangebracht naar de niet-gekleurde kuikens in de enclosure gedetermineerd en op lengte geschat.

Het kuikendieet bestond op de Scheelhoek voor ongeveer 60% uit haringachtigen. Een hoog percentage zandspieringachtigen werd vastgesteld tijdens de stormachtige periode in juni. In beide kolonies waren per levensweek van de kuikens zowel de aangebrachte haring- als zandspieringachtigen groter dan gemiddeld. Op de Scheelhoek was de foerageerduur voor haringachtigen tot 1,75 snavelengte (SL) 5 tot 10 minuten korter dan gemiddeld, voor grotere haringachtigen duurde het ongeveer 10 tot 20 minuten langer om ze naar de kolonie te brengen. De foerageerduur voor zandspieringen kleiner dan 2,5 SL was iets korter dan gemiddeld, voor grotere zandspieringen was de foerageerduur tot 40 min langer. Ondanks een lagere aanvoerfrequentie leek het er niettemin op dat de voedselsituatie in 2017 goed was.

Het dieet van broedende vogels op de Scheelhoek vertoonde een ander beeld dan wat tijdens voorgaande jaren vaak werd vastgesteld. Reeds begin mei bestond het dieet al voor een hoog percentage uit haringachtigen (ca. 60%). Ook werden veel Nereis-wormen in het dieet aangetroffen (gemiddeld 15%). Er lijken in vergelijking met de voorgaande jaren relatief veel grotere haringachtigen in het adulte dieet te zitten (wat een extra indicatie voor een goed voedselaanbod kan zijn), maar er moet op worden gewezen dat slechts een klein deel van de verzamelde monsters werd uitgezocht waardoor er mogelijk een vertekend beeld ontstaat.

In totaal werden ongeveer 410 kuikens en 41 adulten van een kleurring voorzien. Terugmeldingen van juvenielen kwamen vooral uit kolonies uit de Voordelta zelf, Noord-Holland, Denemarken, Frankrijk, en het Verenigd Koninkrijk.

In totaal hebben acht van de tien (2 van de 3 zonnepaneel-, en 6 van de 7 reguliere) loggers GPS-posities opgeslagen en doorgezonden naar de ontvanger in de kolonie. In totaal werden meer dan 150 trips vastgelegd, waarvan het grootste deel compleet was. Foerageerplaatsen van grote sterns met GPS-loggers lagen zowel binnen de begrenzing van het Natura 2000-gebied, alsook in de kustzone ten noorden van Hoek van Holland, grofweg tot aan de hoogte van Haarlem. Momenteel zijn we nog bezig om voor alle foerageervluchten triplengte (km), tripduur (min) en maximale afstand buiten de kolonie (km) te berekenen. Deze resultaten worden gepresenteerd in het jaarrapport van 2018.

Uit het verstoringsonderzoek blijkt dat potentiële verstoringbronnen over de gehele Voordelta verspreid zijn, en dat eigenlijk alleen de Kwade Hoek relatief verstoringsvrij is. Met name in de weekenden zijn de aantallen recreanten het grootst. De ingestelde

rustgebieden zijn bijna overal vrij van verstoringsbronnen op een enkele kite-surfer in het Hinderplaatgebied of aan de oostkant van de Bollen van de Ooster na.

Visdief

In 2017 werd op de Scheelhoek en op het Vogeleiland in de Sluffer onderzoek gedaan naar visdieven. De monitoring van de visdieven binnen het PMR programma is echter veel minder intensief dan het onderzoek aan grote sterns.

Dit jaar was een middelgrote kolonie (367 broedparen) visdieven gevestigd op de Scheelhoekeilanden in het Haringvliet. Een vergelijkbare kolonie (593 broedparen) was aanwezig op het Visdiefeiland in de Sluffer op de Maasvlakte.

Tijdens de vliegtuigtellingen werden de grootste aantallen visdieven met name gezien bij de uitstroomopening van de Haringvlietsluizen en langs de kust van de Tweede Maasvlakte. Groepen rustende vogels werden vastgesteld op de Bollen van de Ooster en het Verklikkerstrand.

Op de **Scheelhoek** werden 10 adulte visdieven op het nest gevangen met een valkooi. Van 21 nesten werd het broedsucces gemeten. Er werden 237 conditiemetingen van de kuikens in de enclosure en van één erbuiten gedaan. Op het **Visdiefeiland** werd van 20 nesten het broedsucces bepaald. Er werden 95 conditiemetingen van de kuikens in de enclosure en 29 van kuikens erbuiten gedaan. In totaal werden 46 kuikens en 10 adulten van een kleurring voorzien.

Op de Scheelhoek werd het op één na hoogste broedsucces voor deze kolonie tijdens de onderzoeksperiode vastgesteld (1.57 jongen/paar). Dit was vooral het gevolg van een erg hoog uitvliagsucces (70 %). Voor de kolonie als geheel daarentegen was het broedsucces relatief laag (0,2 jongen/paar). Dit laatste vooral het gevolg van een laag uitvliagsucces als gevolg van snel opschietende vegetatie. In de enclosure wordt de vegetatie laag gehouden om voedselprotocollen mogelijk te maken, dus daar hebben de visdieven geen last van vegetatie. Globaal gezien verkeerden de kuikens in een vrij goede conditie. Op het Visdiefeiland was het broedsucces lager (0,5 jongen/paar), maar voor deze kolonie is dat nog altijd relatief hoog. Daar hadden de kuikens met name te leiden van de slechte weersomstandigheden midden juni.

Op de Scheelhoek bestond het dieet van visdiefkuikens in 2017 bijna uitsluitend (>90%) uit zoetwatervis, voornamelijk baars. Een kleiner aandeel betrof haringachtigen. Op het Visdiefeiland werden voor 60% haringachtigen aangevoerd, 35% andere zoutwatervis en voor 5% invertebraten.

De extra uitgevoerde werkzaamheden in 2017 worden gerapporteerd in bijlage I tot en met VI en betreffen het onderzoek aan dichtheidsveranderingen van sterns langs de kust van MVII (Bijlage I), een energiemodel van visdieven in de kolonie op het Visdiefeiland (B-II), een habitatgeschiktheidsmodel van grote sterns (B-III),

aanvullende werkzaamheden aan het dieet van grote sterns (B-IV), het gebruik van rustgebieden en de kust van MVII (B-V) en kleuringonderzoek aan sterns (B-VI).

Inhoud

Dankwoord	3
Samenvatting van de werkzaamheden en bevindingen in 2017	5
1 Inleiding	11
1.1 Achtergrond van het onderzoek	11
1.2 Effectiviteit natuurcompensatie voor sterns	12
1.3 Uitvoering onderzoek	13
2 Materiaal en methoden	15
2.1 Broedparen en broedsucces van grote sterns en visdieven in de Delta	15
2.2 Aantallen en verspreiding van sterns in de Voordelta	15
2.3 Kolonie-onderzoek naar broedbiologie en voedsel­ecologie van sterns in de Delta 17	
2.4 Verstoringsonderzoek	24
2.5 Aanvullende onderzoeks­modules	24
3 Resultaten	27
3.1 Broedparen en broedsucces van sterns in de gehele Delta	27
3.2 Verspreiding en aantallen sterns in de Voordelta	31
3.3 Koloniewerk – broedecologie	35
3.4 Koloniewerk – conditie sterns	42
3.5 Koloniewerk – voedsel­ecologie sterns	45
3.6 Gebieds­gebruik grote sterns met GPS­logger	49
3.7 Verstoringsonderzoek	51
4 Literatuur	55
Bijlagen	57
I Dichtheids­veranderingen langs kust MVII	59
II Energiemodel visdieven kolonie Visdiefeland	65
IV Dieet adulte grote sterns	87
V Gebruik rust­gebieden en zachte zeewering MVII	101
VI Onderzoek met kleurringen	127

1 Inleiding

Na een eerste fase van de PMR-NCV monitoring (2009 – 2013), een tussenperiode (2014-2015) en de start van de tweede fase (2017) is onderhavig rapport het tweede jaarrapport van deze tweede fase waarin de resultaten worden gepresenteerd van het werk dat is uitgevoerd binnen het perceel 'Sterns' in 2017.

De bevindingen verkregen in 2017 worden veelal gepresenteerd in combinatie met de reeks onderzoeksresultaten die vanaf de start van het project in maart 2009 zijn verzameld. Daarmee wordt een totaaloverzicht verkregen van de trends. Een deel van de data gaat terug tot tijdens de nulmeting (2004-2006). Een uitgebreide analyse met gegevens uit de andere onderzoekpercelen (benthos, vis en abiotiek) valt buiten de scope van dit rapport. Voor achtergronden en methodebeschrijvingen van het onderzoek in eerdere jaren wordt verwezen naar voorgaande jaarrapporten.

Allereerst wordt hieronder de achtergrond geschetst van het vogelonderzoek aan sterns in het kader van de Natuurcompensatie voor de aanleg van de Tweede Maasvlakte (§1.1), waarna een algemeen overzicht wordt gegeven van de compensatiemaatregelen voor sterns (§1.2) en de opzet en uitvoering van het onderzoeksprogramma 'Sterns' (§1.3).

1.1 Achtergrond van het onderzoek

Als gevolg van de aanleg van de Tweede Maasvlakte is potentieel leef- en foerageergebied van grote sterns en visdieren verloren gegaan in het Natura 2000-gebied Voordelta. In de Passende Beoordeling is geconcludeerd dat de aanleg en aanwezigheid van de Tweede Maasvlakte significante gevolgen heeft voor beide soorten. Om de negatieve effecten te compenseren zijn rustgebieden aangewezen (Bollen van de Ooster en Hinderplaat specifiek voor rustende sterns) en is een bodembeschermingsgebied ingesteld. Het doel hiervan is dat door deze twee maatregelen de (potentiële) leef- en foerageefunctie van de Voordelta voor 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. In de eerste fase van het onderzoek (2009 – 2013) is gepoogd antwoord te vinden op de MEP-vragen. In voortzetting (2014 - 2015) en de tweede fase van het onderzoek (vanaf 2017) zijn deze MEP vragen geëvalueerd, deels opnieuw geformuleerd, om tot een aangescherpt onderzoeksprogramma te komen.

Het onderzoek is primair bedoeld om het effect van de compensatiemaatregelen in de Voordelta (de instelling van de rustgebieden en het bodembeschermingsgebied) op het voorkomen en broedsucces van sterns te onderzoeken. Hiermee wordt getracht de vraag te beantwoorden of veranderingen in het voorkomen van 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 verstoringsituatie. Het herevalueren van de oorspronkelijke effecten van aanleg en aanwezigheid van de Tweede Maasvlakte is een secundair doel van het onderzoek.

1.2 Effectiviteit natuurcompensatie voor 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). Door de relatief beperkte foerageerrange van sterns vanaf de broedkolonie 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. 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).

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 relaties ertussen.

Het onderzoek richtte zich daarom enerzijds op het vergaren van basiskennis over het dieet van kuikens (procentuele soortensamenstelling, prooilengtes, energetische waarde, foerageerduur) in enkele kolonies (zie 2.3) in de nabijheid van de Tweede Maasvlakte. Ook het dieet van de oudervogels is onderzocht omdat van andere kolonies bekend was dat het dieet van adulten sterk verschilt van dat van kuikens, zowel met betrekking tot prooi-soorten als de lengteverdeling van de prooien (Vanaverbeke *et al.* 2007). Tevens is in dezelfde kolonies systematisch onderzoek verricht naar de broedprestaties van de sterns. Daarvoor zijn jaarlijks in enkele kolonies gegevens verzameld over de legselgrootte, het uitkomstsucces van de eieren, en de groei en overleving van de kuikens. Tenslotte is onderzocht in hoeverre plaatselijke factoren (zoals predatie, overstroming en vegetatie) en de weersomstandigheden de broedprestaties van de sterns beïnvloedden.

1.3 Uitvoering onderzoek

Het onderzoeksprogramma is zo ingericht dat de broedbiologie en de voedsel­ecologie van sterns uitvoerig wordt onderzocht in enkele kolonies in de Delta, 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 daarmee direct gekoppeld aan het voorkomen en gedrag in de Voordelta.

Het onderzoek bestaat uit de volgende onderdelen:

- 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 kolonietellingen en broedsuccesbepalingen in de gehele Delta;
- 3 broedecologie (kwantificering van het jaarlijkse broedsucces, de opgroeicondities van jonge sterns en predatie en andere factoren die van invloed zijn op het broedsucces);
- 4 dieet en foerageergedrag (waarnemingen van aangebrachte vis aan de jonge sterns en analyse van faecesmonsters van adulte sterns in de kolonie);
- 5 gebiedsgebruik en foerageergedrag bepaling met behulp van gezenderde (grote) sterns (vaststellen van actieradius en gebiedsgebruik in de Voordelta (rusten vs. foerageren) van vogels uit de broedkolonies in de Delta).
- 6 verstoringsonderzoek (vaststellen van het belang van ingestelde rustgebieden voor grote sterns). *Dit is volgens plan niet uitgevoerd in 2017 en staat op de planning voor 2018.*

Op basis van de vliegtuigtellingen is het mogelijk om het gebruik van de Voordelta door grote sterns en visdieven van jaar tot jaar te kwantificeren als het aantal vogeldagen (aantal vogels waargenomen tijdens de vliegtuigtelling vermenigvuldigd met het aantal dagen om deze telling heen waarvoor de telling representatief is) in het gebied. Aangezien het aantal vogeldagen mede wordt bepaald door het aantal broedparen in de verschillende kolonies, worden deze aantallen nauwkeurig in kaart gebracht tijdens het broedseizoen. De productiviteit van de broedende sterns in het gebied worden bepaald door de foerageeromstandigheden in de Voordelta en de broedomstandigheden in de kolonies. Met behulp van enclosures zijn het broedsucces en groei van de kuikens gedetailleerd gevolgd. Het broedsucces in de overige kolonies in de noordelijke Delta is door middel van steekproefbezoeken na het uitkomen van de eieren in de jongenfase geschat. Ook zijn steekproefsgewijs conditiemetingen gedaan aan de kuikens, waarbij dezelfde methode werd toegepast als in de twee gebieden waar intensief enclosurewerk werd uitgevoerd. Door middel van directe observaties vanuit een schuilhut naast de enclosure op de Scheelhoek is 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 faeces. Op platen en stranden in de Voordelta is onderzocht welke dieren gebruik maken van deze gebieden, hoe intensief deze gebieden door recreanten worden gebruikt, en hoe grote sterns reageren op potentiële verstoringbronnen in deze rustgebieden.

2 Materiaal en methoden

2.1 Broedparen en broedsucces van grote sterns en visdieven in de Delta

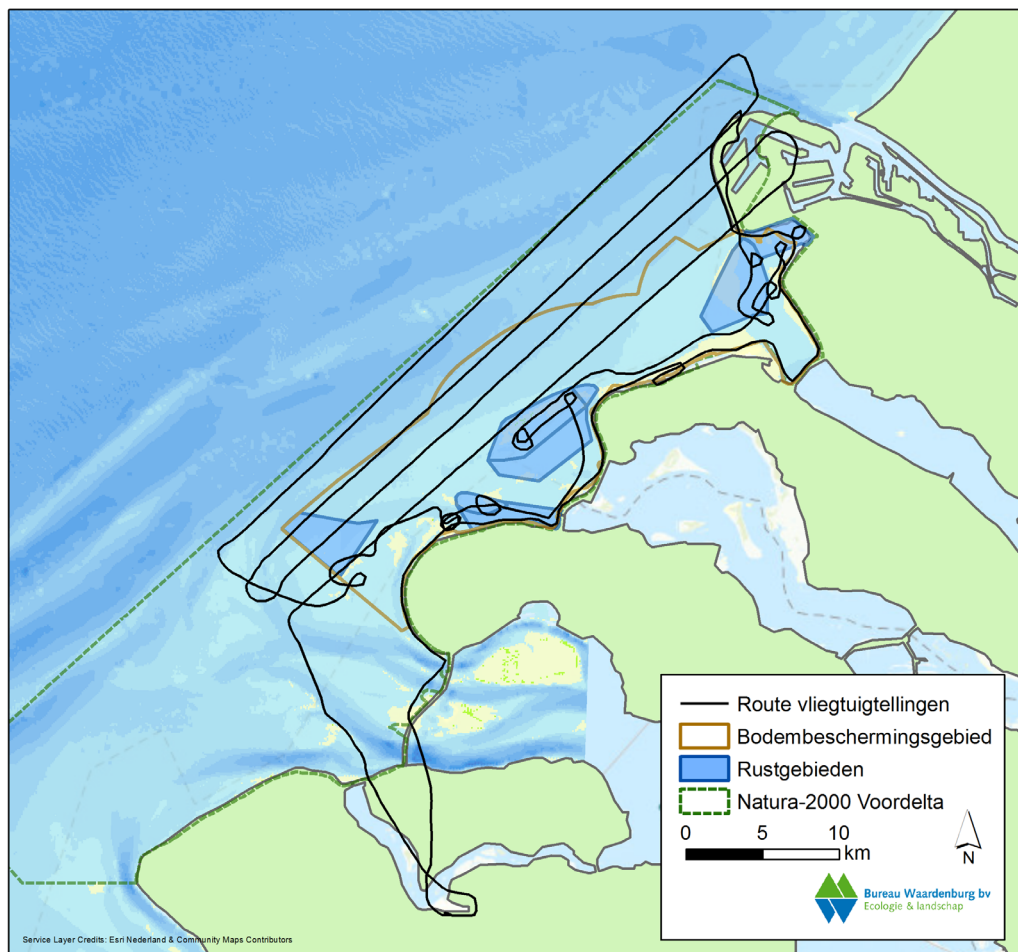
Grote sterns en visdieven, die potentieel worden beïnvloed door compensatiemaatregelen, foerageren in de Voordelta, maar broeden daarbuiten in kolonies verspreid over het Deltagebied. Om iets te kunnen zeggen over het reilen en zeilen van de gehele regionale populatie van grote stern en visdief is jaarlijks het aantal broedparen in alle Deltakolonies bepaald. Zo kunnen ook eventuele verplaatsingen tussen broedgebieden inzichtelijk gemaakt worden. Dit onderzoek wordt uitgevoerd in het kader van de langjarige MWTL monitoring (Rijkswaterstaat CIV). Het onderzoek bestaat jaarlijks uit een drietal bezoeken 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.* 2014). In enkele specifieke kolonies zijn daarnaast het broedsucces en de kuikenconditie veel gedetailleerder onderzocht (zie §2.3).

2.2 Aantallen en verspreiding van sterns in de Voordelta

Een efficiënte en betrouwbare methode voor het tellen van vogels over een groot oppervlak open water is een telling over meerdere transecten vanuit een vliegtuig volgens de internationale ESAS-methodologie (European Seabird At Sea, Camphuysen *et al.* 2004) toegepast voor vliegtuigsurveys (Kahlert *et al.* 2000, Dean *et al.* 2003). Deze telling langs transecten zijn steekproeven waarmee door middel van een statistische exercitie totale aantallen voor een afgebakend studiegebied berekend kunnen worden. Om de aantallen en verspreiding van sterns in de Voordelta vast te leggen zijn zes tellingen uitgevoerd (apr, mei, jun, jul, aug, sep) waarbij langs 4 transecten (figuur 2.1) in de Voordelta is gevlogen (tabel 2.1).

Tabel 2.1 Overzicht van de timing van de vliegtuigtellingen in relatie tot de broedstadia in de kolonie en de weersomstandigheden. *weekend dagen in verband met recreanten monitoring

Datum	fase	zicht	sea state	temperatuur	windrichting/kracht
29-04-17*	vestiging kolonie	> 10 km	2	11	OZO 3
14-05-17*	ei-fase	> 10 km	2	15	ZW 4
13-06-17	jongen fase	> 10 km	2	18	WNW 3
27-06-17	jongen fase	> 10 km	2	19	O 4
09-07-17*	uitvliegen jongen	> 10 km	1	19	NNO 3
09-08-17	piek doortrek	> 10 km	2	18	ZW 4



Figuur 2.1 Afgelegde route tijdens de vliegtuigtellingen in 2017.

De planning van de tellingen is afgestemd op kenmerkende perioden van het sternseizoen. De april-telling is uitgevoerd tijdens de vestigingsfase als de aantallen grote sterns in de Voordelta maximaal zijn. De mei-telling viel tijdens de ei-fase, wanneer de maximale aantallen broedparen aanwezig zijn. Twee tellingen vinden plaats in juni-tegelijk met de kuikenfase en de juli-telling werd vlak na het uitvliegmoment van de jongen gepland. De augustus-telling viel samen met de doortrekkiepiek in het najaar. Alle tellingen werden met laagwater uitgevoerd, en drie van de zes tellingen werden gedaan in het weekend om ook goed inzicht te krijgen in het (recreatief) menselijk gebruik van de Voordelta.

De methodiek die werd gehanteerd tijdens de nulmeting en de Eerste Fase monitoring is eerder beschreven door Poot *et al.* (2006, 2014). In het kort komt het erop neer dat tijdens de vluchten eerst een transecttelling (steekproef) is gedaan om de vogels die verspreid boven het open water van het zeegebied vliegen te tellen. Daarna zijn de vogels die rusten op platen en stranden en geconcentreerd foerageren langs de kust integraal geteld.

Naast de aantallen werd ook informatie verzameld over het gebiedsgebruik (rusten, vliegen, foerageren), met speciale nadruk op het rusten op de platen en stranden. Platen betreffen 'zandlichamen' die geen verbinding hebben met de kust en het betreft hier zowel vogels rustend op de platen als vogels foeragerend in de waterlijn of de ondieptes geassocieerd met de platen. Daarnaast zijn ook alle potentiële verstoringbronnen vastgelegd.

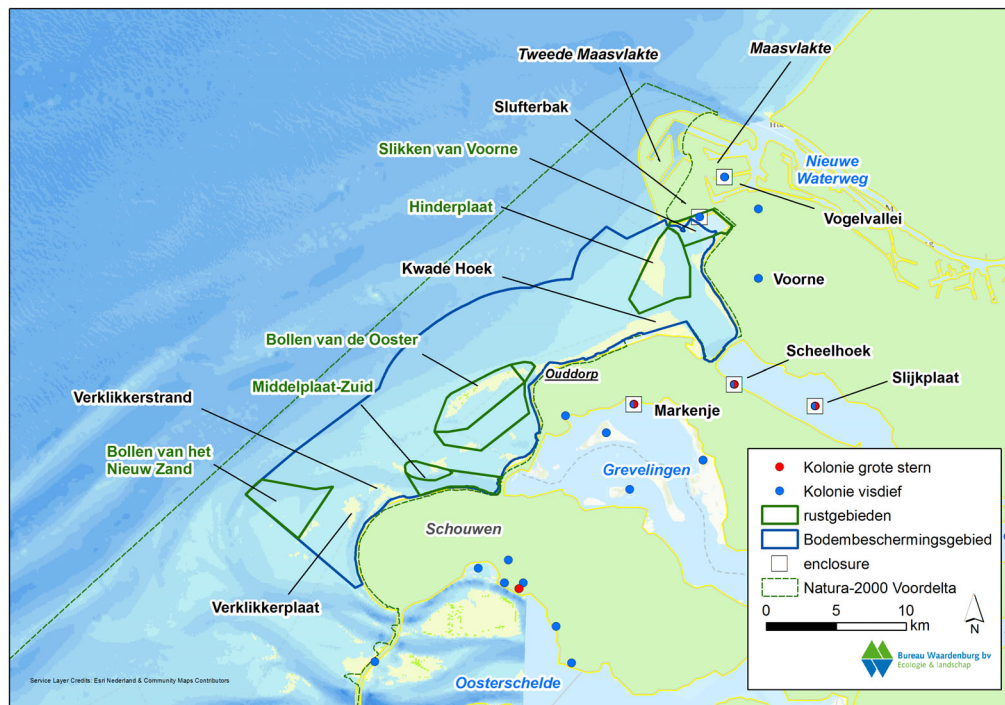
De gegevens uit de steekproeven op de transecten worden gebruikt om dichtheden te berekenen en om van daaruit, gebruik makend van extrapolatie, tot een totale aantalsschatting voor het studiegebied te komen (*Distance sampling*, Buckland *et al.* 1993, 2001, 2004).

2.3 Kolonie-onderzoek naar broedbiologie en voedsel­ecologie van sterns in de Delta

2.3.1 Broedsucces, conditie en predatie

In 2017 is in één grote stern kolonie (Scheelhoekeilanden) en in 2 visdiefkolonies (Scheelhoekeilanden en Visdief­eiland in de Slufter) gedetailleerd onderzoek verricht naar het broedsucces en de kuiken­conditie. Allesomvattend is in de periode 2009 tot en met 2017 in totaal 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 Slufter) onderzoek gedaan naar het broedsucces en de kuiken­conditie door middel van enclosures (figuur 2.2). Welk onderzoek waar werd uitgevoerd in de afzonderlijke jaren was afhankelijk van het aanbod van broedende sterns en gemaakte afspraken met terreinbeheerders.

De methodiek van deze broedsuccesmetingen is door de jaren heen gelijk gebleven en in detail gerapporteerd in Poot *et al.* (2014). Kort samengevat 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 weglopen van de nestomgeving. Indien mogelijk worden 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).



Figuur 2.2 Overzicht van topografische namen in deze rapportage, waarin ook de locatie is weergegeven van de 5 kolonies waar onderzoek werd gedaan met enclosures. Hierin wordt ook de ligging gegeven van de 5 ingestelde rustgebieden, waarin met ingang van 2015 het oorspronkelijke rustgebied 'Verklikkerplaat' (aangewezen voor zeehonden) is komen te vervallen ten faveure van het rustgebied 'Middelplaat-Zuid' (aangewezen voor roodkeelduiker en zeehonden).

Grote stern

Bij de grote stern is het **broedsucces** (aantal uitgevlogen jongen per paar) en de **kuikenconditie** net zoals in de eerdere PMR-NCV monitoring gemeten in enclosures (figuur 2.3). De frequentie van de controles op de Scheelhoek is tijdens de eifase en tijdens de kuikenfase gereduceerd ten opzichte van de Eerste Fase monitoring. In de periode 2009-2015 zijn op de Scheelhoek drie bezoeken per week gebracht en dit zowel tijdens de ei- als de kuikenfase. Vanaf 2016 werd slechts één bezoek per week gepland in de eifase en twee per week in de kuikenfase. Om toch een goed beeld te krijgen van de eifase werden aanvullend enkele extra bezoeken per week gebracht (totaal 30 bezoeken).

Het doel in het onderzoeksprogramma is om van minimaal 25 grote sterns de **adulte conditie** te bepalen door deze op het nest te vangen. Hierbij is geen onderscheid naar geslacht gemaakt. In 2017 zijn 26 adulte vogels gevangen.

De totale inspanning van gevolgde kuikens en gevangen adulten tijdens de Eerste en Tweede fase monitoring wordt weergegeven in tabel 2.2.

Tabel 2.2 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 2009-2017. Stippellijnen geven de scheiding tussen fase I en II aan.

Kolonie	jaar	grote stern		visdief	
		kuikens	adult	kuikens	adult
Scheelhoek	2009	261	20	207	19
	2010	497	15	228	12
	2011			154	19
	2012	581	15	488	12
	2013	484	13	238	11
	2014			348	9
	2015	842	39	311	12
	2016	610	24	208	6
	2017	797	26	237	10
Markenje	2010			125	
	2011	154		57	
	2012	148		84	
	2013	77		111	
	2014	176			
	2015	101			
	2016	172			
Slijkplaat	2009			106	19
	2014	649	21		
Visdiefeiland	2011			81	
	2012			64	
	2016			80	
	2017			124	
Vogelvallei	2010			342	15
	2011			72	19
	2012			8	3

Visdief

Voor de visdief wordt ene vrij basaal programma uitgevoerd waarbij voor broedsucces en kuikenconditie een vinger aan de pols gehouden wordt.. Zowel op de Scheelhoek als op het Visdiefeiland in de Slufter zijn in de ei- en de kuikenfase 3 bezoeken gepland. Door een aanvullende module kwamen hier op het Visdiefeiland nog eens 6 extra bezoeken bij (dus totaal 6 Scheelhoek en 12 Visdiefeiland). Uiteindelijk zijn op de Scheelhoek 17 bezoeken (in totaal 5 bezoeken in de eifase en 12 in de kuikenfase) gebracht. Aan het Visdiefeiland werden 9 bezoeken (2 in de ei- en 7 in de kuikenfase) gebracht. Er zijn dus op Scheelhoek 9 meer en op Visdiefeiland 3 minder bezoeken dan gepland uitgevoerd. Dit laatste als gevolg van slechte weersomstandigheden (harde wind of regen), op enkele andere momenten was de schipper niet beschikbaar op de onderzoeksdagen.



Figuur 2.3 *Enclosure in de grote stern kolonie op Betoneiland (Scheelhoek, Haringvliet) in 2017. Foto Eric Stienen*

2.3.2 Voedseleecologie

Kuikendieet grote stern

De voedselsamenstelling (prooi-soort en -lengte) van de kuikens van de grote stern op de Scheelhoek is onderzocht door tweemaal per week een protocol van 8,5 uur te maken vanuit een schuilhut bij de enclosure. Tijdens de protocollen werden niet enkel de gemerkte kuikens (en wordt naar gestreefd om tijdens elk protocol een 20-tal individueel gemerkte kuikens op te volgen) in de enclosure gevolgd maar werd ook genoteerd welke prooien naar de niet-gekleurde kuikens in de enclosure werden gebracht. De totale inspanning van aantallen vastgestelde prooi-items en protocollen tijdens de Eerste en Tweede fase monitoring is weergegeven in tabel 2.3.

Tabel 2.3 Aantal prooien dat tijdens de voedselprotocollen is aangevoerd, aantal uren geprotocolleerd en het totaal aantal uur dat individuele kuikens werden gevolgd per soort, kolonie en jaar. In 2014-2017 werden extra prooien (aangevoerd 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 prooi-items	n-uur protocol
Scheelhoek	2009	1.196	113	1.131	95
	2010	997	129	2.757	65
	2011			944	55
	2012	649	83	823	23
	2013	409	79	330	17
	2014			265/322	18
	2015	396/498	65	336	9
	2016	324/585	60	217	2,5
	2017	545/608	93	342	8
Markenje	2011	5.526	12		
	2012	2.496	13		
	2013	1.250	6		
	2015	618	12		
	2016	355	7,5		
Slijkplaat	2009			165	24
	2014	284/1.998	71		
Visdiefeland	2016			262	2,5
	2017			881	7
Vogelvallei	2010			739	44

Adult dieet grote stern

Tussen 01-05-2017 en 04-07-2017 werden 19 schalen-monsters (twee per week) verzameld op de Scheelhoek. Bij deze methode worden aardewerken schalen in de kolonie geplaatst die de faeces van adulte grote sterns opvangen. Deze schalen worden wekelijks uitgespoeld in opvangpotten, waarna deze monsters worden uitgezocht in het lab. Hierin bevinden zich gehoorbeentjes van vissen die werden gegeten door de adulten en op basis hiervan kan een dieetreconstructie worden gemaakt. Van de schalen-samples werden er 6 geselecteerd (ongeveer één per week) waarvan 25 % werd uitgezocht (zoals vastgelegd in het monitoringplan). Op 26/5/17, net voor het uitkomen van de kuikens, werd zoals jaarlijks gebeurt een 'algemeen' monster verzameld. Dit monster bevat de dieetresten van meerdere weken, met name van de volledige periode waarin de adulten op de eieren zitten.

In het kader van het meerwerk werden alle monsters die in 2016 werden verzameld op de Scheelhoek en op Markenje verwerkt, de resultaten zijn opgenomen in Bijlage IV. Tabel 2.4 geeft een overzicht van alle verzamelde data over het adult dieet van de grote stern in alle onderzochte kolonies.

Tabel 2.4 Aantal sagittale otolieten en Nereis-kaken teruggevonden in de algemene monsters van faeces van adulte grote sterns per kolonie per jaar in de periode 2009-2017 en het totaal voor de schalen-monsters in 2013 - 2017 (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		
	2010	638	846		
	2012	505	102		
	2013	611	104	4.100	212
	2015	269	34	4.157	223
	2016	470	22	4.551	873
	2017			527	81
Slijkplaat	2014	561	35	2.434	64
Markenje	2010	527	164		
	2011	305	2		
	2012	299	20		
	2013	3.680	49	4.577	23
	2014	615	18	1.357	20
	2015	469	14	942	5
	2016	397	1	2.545	7

Kuikendieet visdief

De monitoringsinspanning van het kuikendieet van visdief werd sterk teruggeschroefd ten opzichte van de periode 2009-2015. Op de Scheelhoek werden tijdens de kuikenfase op 6 dagen voedselprotocollen gemaakt met in totaal 8 uur aan observaties. Nabij het Visdiefeiland werden op 7 dagen voedselprotocollen van telkens een uur gemaakt. De verzamelde gegevens werden gebruikt om het energiemodel voor Visdief (zie Bijlage II) te voeden.

2.3.3 Gebiedsgebruik van grote sterns met GPS-loggers

Tijdens het broedseizoen van 2017 zijn grote sterns voor het vijfde jaar uitgerust met GPS-loggers. Met deze techniek is het mogelijk om gedetailleerde vliegpaden vast te leggen van individuele grote sterns die voedsel voor zichzelf of voor hun kuikens aan het zoeken zijn.

In juni 2017 werden 10 grote sterns in de kolonie op de Scheelhoek gevangen met behulp van inloopkooien en slagnetten. De vangsten werden in het seizoen 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 ALLE GPS-logger van 3,8 gram (50 x 15 mm en 8 mm dik). Dit jaar is daarnaast een test gedaan met 3 GPS-loggers met

een zonnepaneel (Ecotone PICA GPS-logger van 4 gram (50 x 15 mm en 12 mm dik)). Het gewicht van deze loggers inclusief ringen en harnasmateriaal, ten opzichte van het lichaamsgewicht van grote sterns van ~245 gram (~2.5%), ligt ruim binnen de algemeen geaccepteerde gewichtslimiet van 3% (Phillips *et al.* 2003, Vandenabeele *et al.* 2011).

Zes van de tien loggers die in 2017 werden aangebracht, werden op de rug van de vogels gehouden door middel van een harnas van elastische vislijn (Preston Innovations Slip Elastic, diameter 1,8 mm). De logger werd door de vogels als een rugzakje gedragen waarbij de lussen van het harnas op de borst kruisten (zie voor specificaties Poot *et al.* 2013, figuur 2.3). Hierdoor is 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 afvalt als de logger uitgewerkt is. In vier van de tien gevallen is geprobeerd om de loggers met lijm op de veren op de rug te bevestigen. Dit is een nieuwe methodiek die goede resultaten gaf bij meeuwen in de UK met mogelijk een verminderde kans op nest verlaten na vangst.



Figuur 2.3 Grote stern met logger op de rug bevestigd middels een harnas

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.

Een verdere aanvulling dit jaar is dat wij een enclosure hebben gemaakt rond de broedplaatsen van de vogels die uitgerust zijn met GPS-loggers. Hierdoor kon goed het broedsucces van de vogels met loggers worden gemonitord, en ook prooi-aanvoer. Deze camera werd gefinancierd vanuit het Droomfonds Haringvliet binnen

een project voor Vogelbescherming Nederland. Hierdoor is het mogelijk om alle aangevoerde vissen van deze vogels te kunnen linken aan de opgenomen GPS-logs.

Aanvullend is een eerste verkenning gedaan of het mogelijk is om een habitatgeschiktheidsmodel te maken van de data van gezenderde sterns. Hiertoe zijn de abiotische data vanuit het perceel Abiotiek (Arcadis) aan de GPS data van de afgelopen jaren gekoppeld. Een verslag van de voortgang van deze verkenning en een eerste analyse wordt gegeven in Bijlage III.

2.3.4 Grote sterns en visdieven met kleurringen

In privé-tijd werden in totaal ongeveer 410 kuikens en 41 adulte grote sterns van een kleurring voorzien tijdens het onderzoek. Terugmeldingen van juvenielen kwamen vooral uit de Putten bij Petten, en vanaf Texel, maar ook uit de Voordelta zelf, Denemarken, het Verenigd Koninkrijk en Noord Frankrijk. Later in het najaar zijn ook vogels uit zuidelijk Frankrijk, Spanje, Gambia, Namibië en Zuid Afrika teruggemeld. Naast de grote sterns werden ook enkele tientallen visdieven van een kleurring voorzien. Een meer gedetailleerde analyse wordt gegeven in Bijlage V.

2.4 Verstoringsonderzoek

Onderzoek aan verstoring stond uitsluitend in 2016 en 2018 op het programma, echter toch is ook in 2017 een verstoringsonderzoek op de platen en stranden uitgevoerd middels de aanvullende modules. Daarnaast zijn tijdens de vliegtuigtellingen alle potentiële verstoringbronnen opgeschreven.

Van maart tot en met juli is onderzoek uitgevoerd op de platen en stranden in de Voordelta in samenwerking met twee studenten. Eén student heeft het gebruik van de ingestelde rustgebieden door sterns onderzocht. Hij is 4 dagen per week in het veld geweest van april tot en met juli en heeft de aantallen sterns in de verschillende rustgebieden (+ het Verklikkerstrand) bijgehouden.

De andere student hebben we (mede naar aanleiding van de suggesties vanuit de projectgroep) in meer detail laten kijken naar het belang van de kust van de Tweede Maasvlakte voor sterns en de overlap tussen sterns en verstoringbronnen in dit gebied. Hij is 2 dagen per week in het veld geweest om observaties te doen (zie Bijlage V).

2.5 Aanvullende onderzoeksmodules

In 2017 werd ook een aantal modules uitgevoerd als aanvulling op het reguliere programma.

In het kader van jaarplan 2016 zijn veranderingen in gebruik en dichtheden van sterns rond de Maasvlakte onderzocht. De resultaten zijn te vinden in Bijlage I. Verder is aanvullend werk gedaan aangaande de energie-huishouding van visdieven in de kolonie op het Visdiefeland. De resultaten hiervan worden behandeld in Bijlage II. Ook is een verkennende studie gedaan of het haalbaar is om een habitatmodellering te doen van de verspreiding van grote sterns in de Voordelta. De resultaten hiervan worden behandeld in Bijlage III.

In het kader van jaarplan 2017 is in een aanvullende module onderzoek gedaan naar het adult dieet van grote sterns. De resultaten hiervan worden behandeld in Bijlage IV. Daarnaast is er in groot detail gekeken naar het gebruik van de rustgebieden in de Voordelta en de interactie tussen sterns en kite-surfers op de zeevering van de Maasvlakte. Deze resultaten worden gerapporteerd in Bijlage V. Als laatste zijn enkele verkennende analyses gedaan aan de kleurringdata en deze gegevens worden gepresenteerd in Bijlage VI.

3 Resultaten

3.1 Broedparen en broedsucces van sterns in de gehele Delta

3.1.1 Grote stern

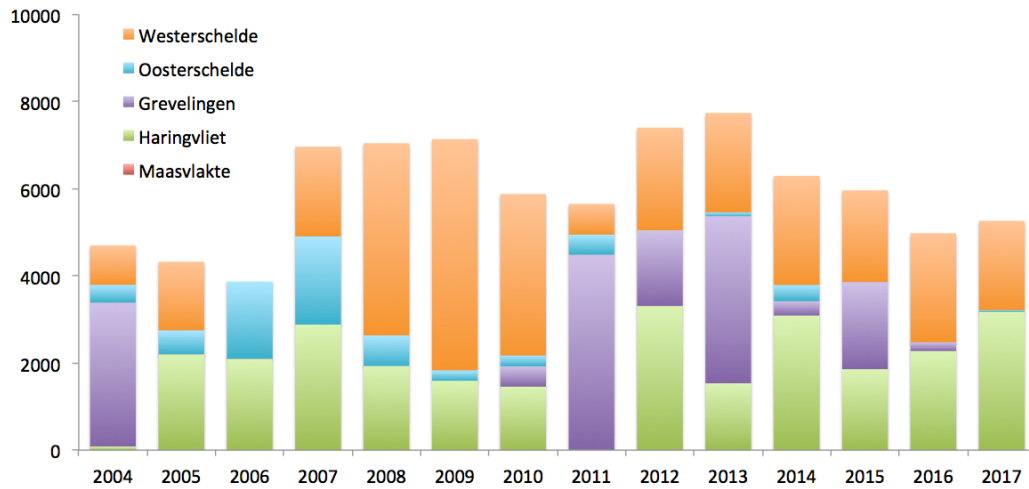
In alle grote stern kolonies in het Deltagebied wordt jaarlijks het aantal broedparen bepaald door Rijkswaterstaat (via de kustbroedvogelmonitoring binnen het MWTL programma) en de lokale terreinbeheerders (Natuurmonumenten, Staatsbosbeheer, Zeeuws Landschap). In 2017 waren de grote sterns verdeeld over drie kolonies in het Deltagebied met in totaal zo'n 5.250 broedparen. Dit is het laagste aantal sinds het broedseizoen van 2006 (figuur 3.1.1.1). In het Haringvliet broedden op de Scheelhoek ongeveer 3.174 paar. Daarnaast was er een kolonie van 40 paar in de Flauwers Inlaag in de Oosterschelde. Verder kwam ook op de Hooge Platen in de Westerschelde een kolonie van meer dan 2.045 paar tot broeden (figuur 3.1.1.1).

In alle kolonies is een kwantitatieve inschatting van het broedsucces gedaan. 2017 was een jaar met over het algemeen een hoger broedsucces dan in andere jaren (figuur 3.1.1.2). Op de Scheelhoek kwamen in de gehele kolonie ongeveer 0,6 jong per paar groot. In de Flauwers Inlaag was het broedsucces 0, en op de Hooge Platen ook ongeveer 0,6 jong per paar (pers. comm. F. Schenk, Zeeuws Landschap). Overigens is op de Scheelhoek het broedsucces ook in meer detail bekeken in een enclosure. Over het algemeen ligt het broedsucces van een kolonie iets lager dan het broedsucces dat vastgesteld wordt in de enclosure (zie voor broedsucces in enclosure paragraaf 3.3.1a).

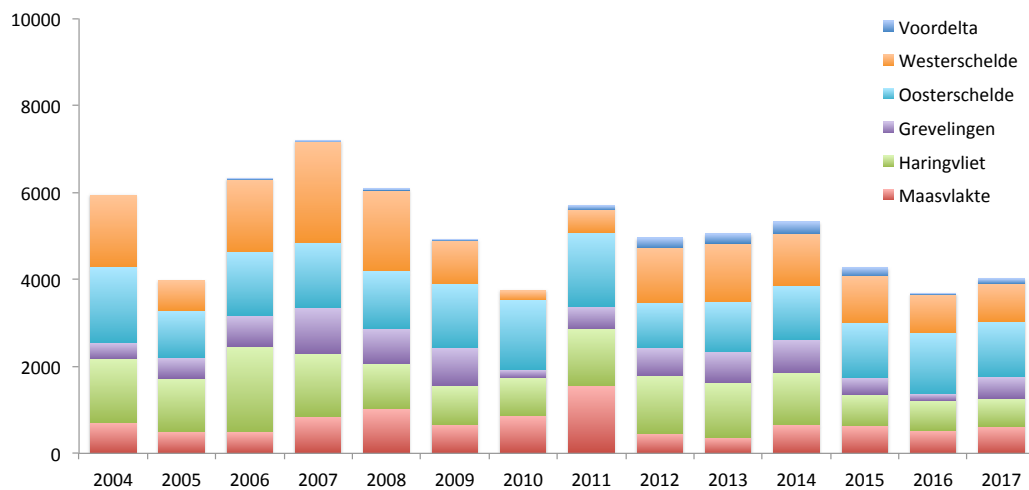
3.1.2 Visdief

Ook in het merendeel van de visdiefkolonies in het Deltagebied wordt jaarlijks door DPM het aantal broedparen bepaald. Visdieven komen in zeer veel (soms kleine) kolonies tot broeden. In totaal broedden in 2017 ongeveer 4.135 paar visdieven in het Deltagebied, wat minder is dan gemiddeld over de afgelopen 15 jaar (figuur 3.1.2.1). Op het Visdiefeiland in de Slufter kwam 593 paar visdieven tot broeden en op de Scheelhoek 367 paar.

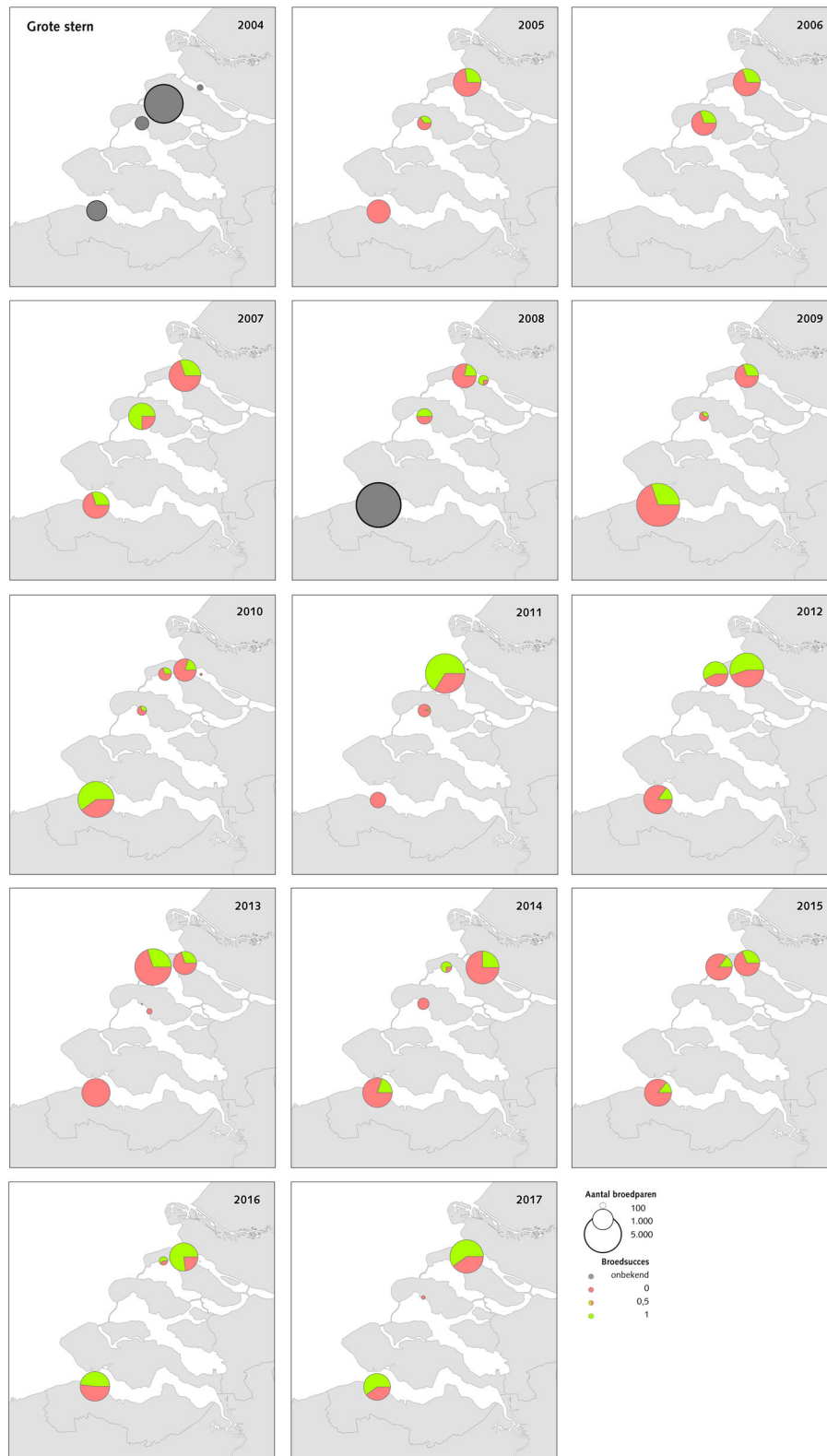
Het broedsucces wisselt sterk van jaar op jaar en tussen verschillende gebieden (figuur 3.1.2.2). 2017 was over het algemeen een slechter jaar met uitsluitend op de Scheelhoek en in de Westerschelde een relatief goed broedsucces.



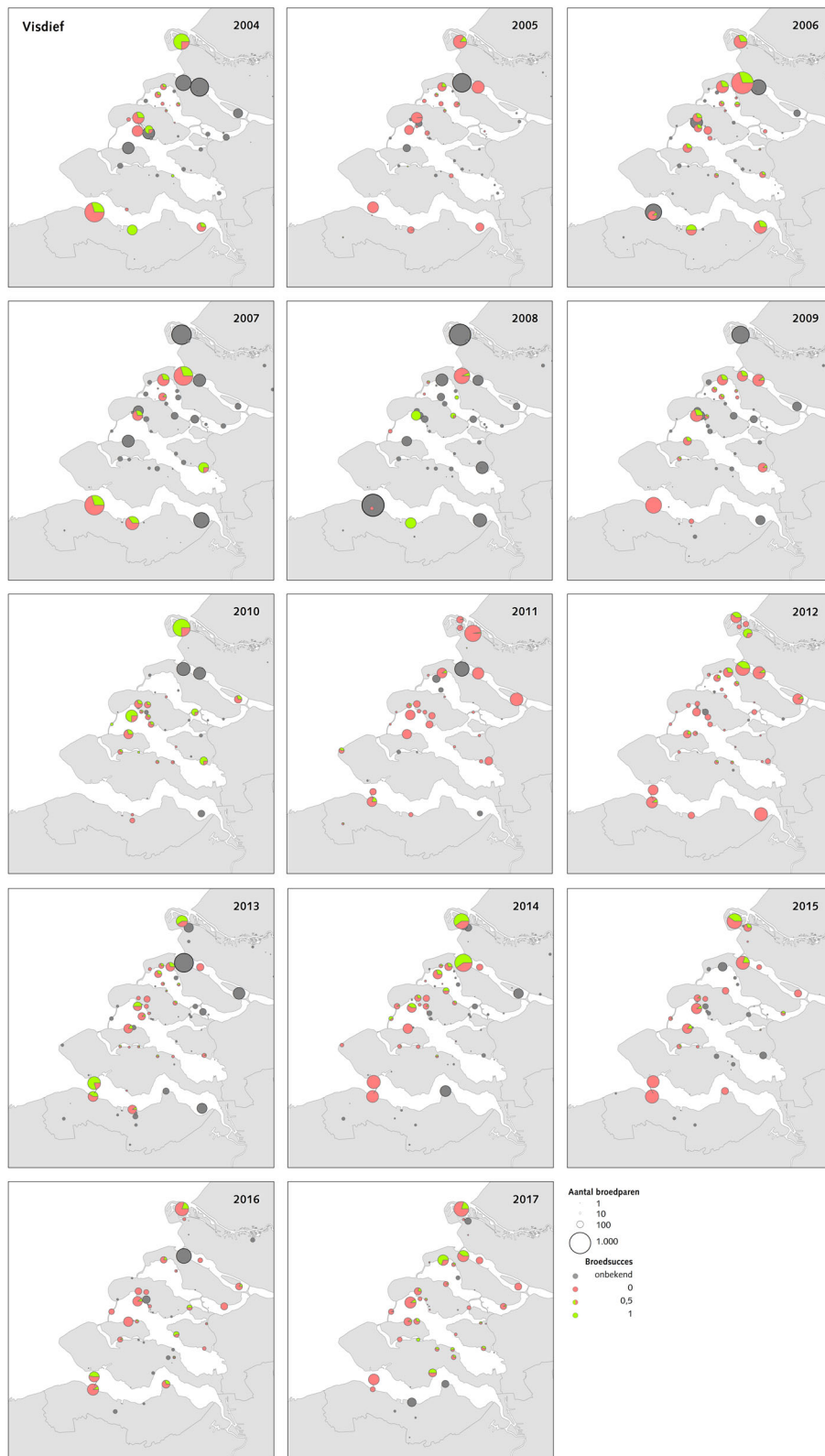
Figuur 3.1.1.1. Het totaal aantal broedparen van de grote stern per waterbekken in het Deltagebied in de periode 2004-2017.



Figuur 3.1.2.1 Het totaal aantal broedparen van de visdief per waterbekken in het Deltagebied in de periode 2004-2017. Het 'bekken' Voordelta omvat de broedende visdieven op de Kwade Hoek, de gebieden rond het Oostvoornse meer, de Verdronken Zwarte Polder, en het Vroon bij Westkapelle.



Figuur 3.1.1.2 Het aantal broedparen van grote sterns per kolonie in het Deltagebied met een kwantitatieve indicatie van het broedsucces (aantal jongen per paar) in de periode 2004-2017.



Figuur 3.1.2.2 Het aantal broedparen van visdieven per kolonie in het Deltagebied met een kwantitatieve indicatie van het broedsucces (aantal jongen per paar) in de periode 2004-2017.

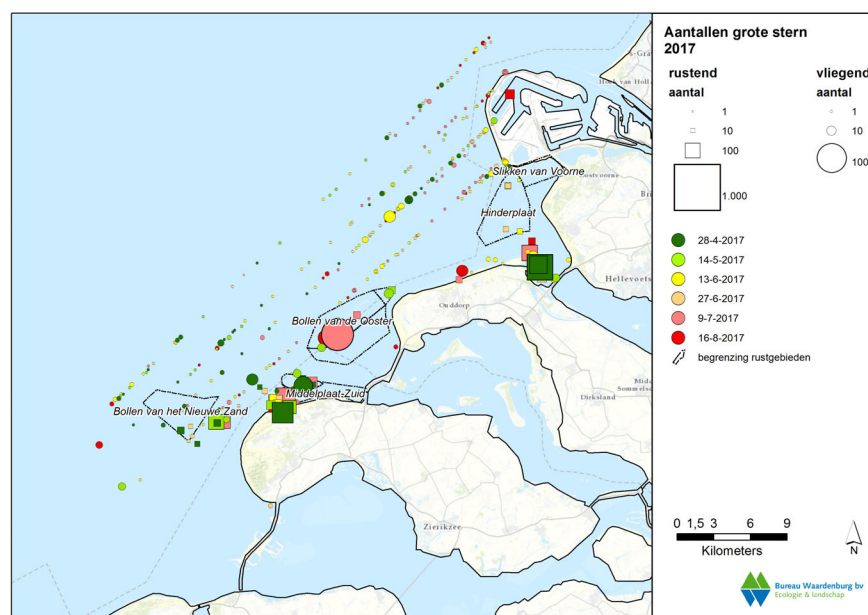
3.2 Verspreiding en aantallen sterns in de Voordelta

3.2.1 Grote stern

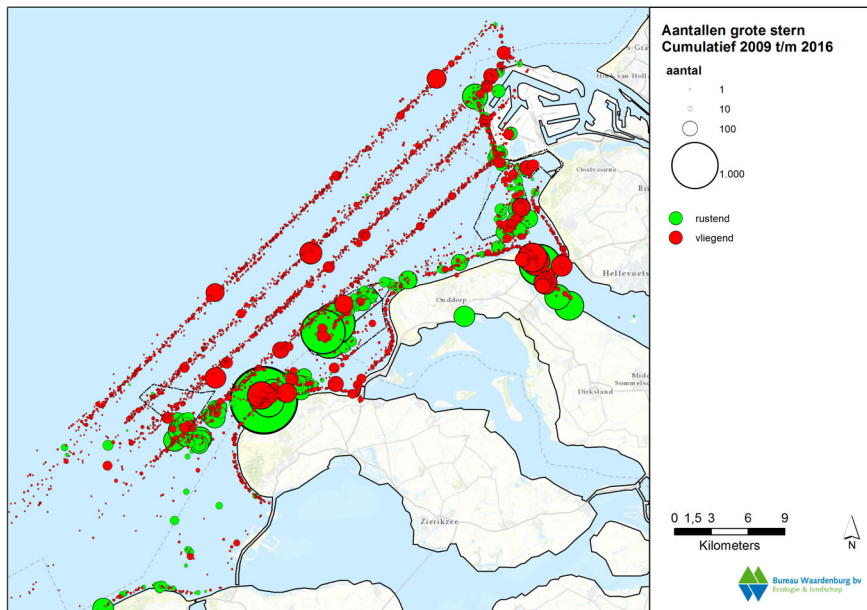
Figuur 3.2.1.1 geeft de cumulatieve verspreiding en aantallen van grote sterns weer tijdens de tellingen in 2017, in figuur 3.2.1.2 staat de cumulatieve verspreiding over de periode 2009-2016. Tijdens de tellingen werden vliegende grote sterns in het gehele telgebied gezien. De grootste concentraties vogels bestonden uit rustende vogels op platen en stranden; de westpunt van de Bollen van de Ooster en met name het Verklikkerstrand/plaat waren belangrijke rustgebieden voor grote sterns. Dit jaar was ook een grote groep rustende grote sterns op de Kwade Hoek opvallend tijdens de april-telling. Daarnaast werd een enkele groep op de Hinderplaat en de Bollen van het Nieuwe Zand waargenomen. Tijdens de vliegtuigtelling op 16 augustus zat een groep rustende grote sterns op een strand op de Tweede Maasvlakte. Deze rustplaats werd veelvuldig gebruikt, ook al in juli (waarnemingen uit verstoringsonderzoek), en in juni door vogels met GPS-loggers.

Tabel 3.2.1.1 Aantalsschattingen van grote sterns in het zeegebied en op de platen.

Datum	aantalsschatting transecten	aantallen sterns op de platen	Som	vogeldagen
28-04-17	827	849	1.676	36.034
14-05-17	491	306	797	18.331
13-06-17	1.417	171	1.588	34.936
27-06-17	1.130	244	1.374	17.862
09-07-17	1.381	619	2.000	50.000
16-08-17	475	258	733	30.420

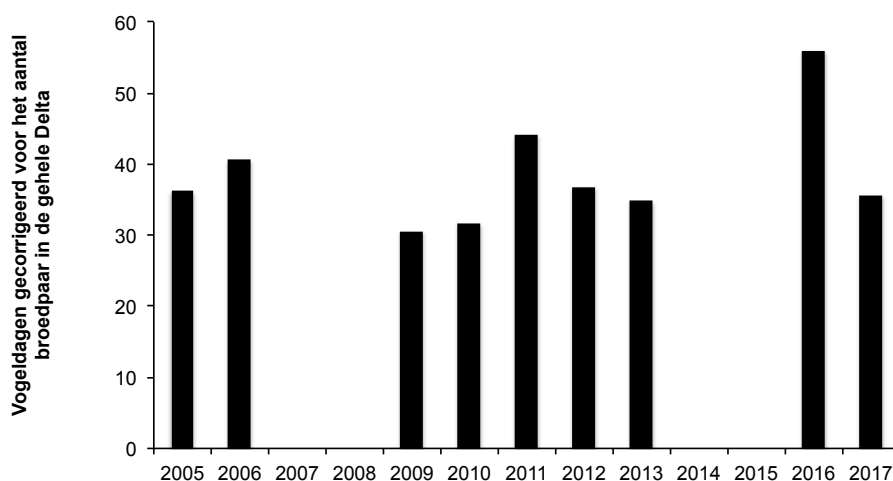


Figuur 3.2.1.1 Verspreiding en aantallen van rustende en vliegende grote sterns waargenomen op vier transecten tijdens zes vliegtuigtellingen in april, mei, juni (2), juli en augustus 2017.



Figuur 3.2.1.2 Verspreiding en aantallen van rustende en vliegende grote sterns waargenomen tijdens de monitoringsjaren 2009-2016.

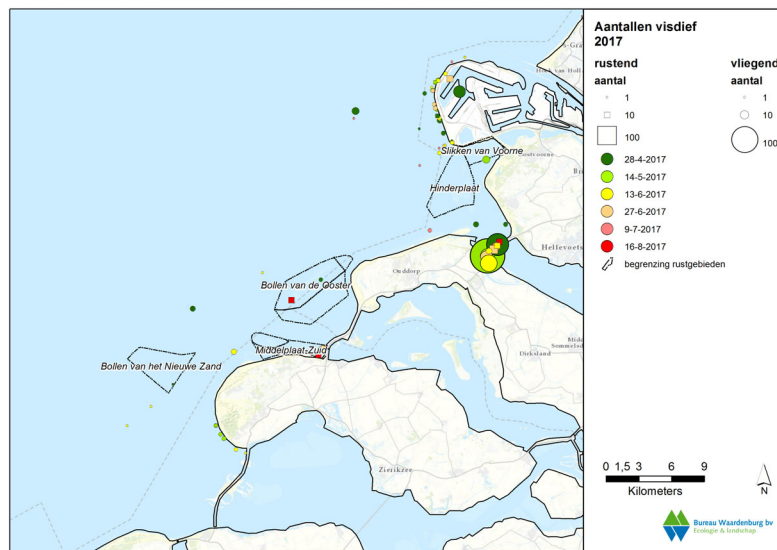
Aantalsschattingen voor 2017 van grote sterns in het afgevlagen zeegebied lopen uiteen tussen 797 (mei-telling) en 2000 (juli-telling) vogels (tabel 3.2.1.1). Deze aantalsschattingen werden bepaald op basis van een gemodelleerde schatting van vliegende vogels (*Distance analyse*) en een getelde schatting van zittende vogels op stranden en platen. De grootste aantallen sterns op de platen werden gevonden in april en juli, wat erop duidt dat deze gebieden voornamelijk direct voor en direct na het broedseizoen worden gebruikt. Het aantal vogeldagen dat dit seizoen in de Voordelta werden gemeten is gemiddeld ten op zichte van andere jaren (figuur 3.2.1.3).



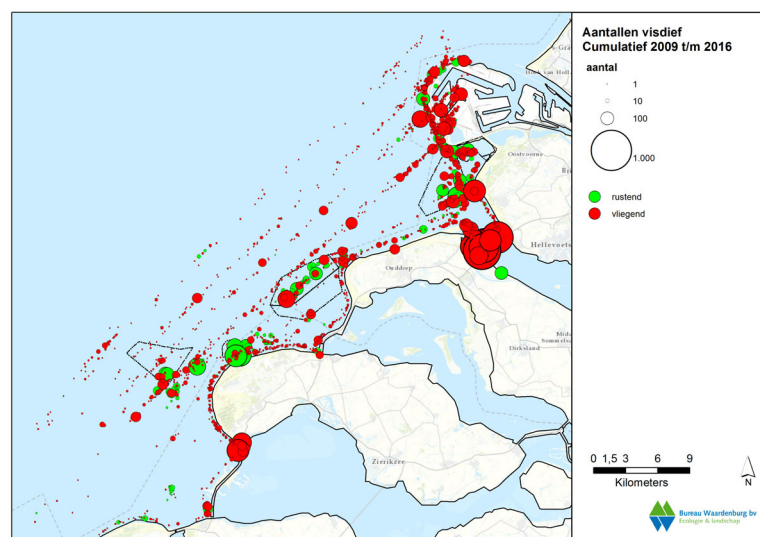
Figuur 3.2.1.3 Aantallen vogeldagen van grote sterns per broedseizoen gedeeld door het aantal broedparen per jaar in het Deltagebied, om te corrigeren voor jaarlijkse variatie in aantallen broedparen.

3.2.2 Visdief

Figuur 3.2.2.1 geeft de verspreiding en cumulatieve aantallen van visdieven weer tijdens de tellingen in 2017, in figuur 3.2.2.2 staat de cumulatieve verspreiding over de periode 2009-2016. De grootste vlieg- en foerageerconcentraties werden vastgesteld in de regio Haringvlietmonding/Tweede Maasvlakte. Uit eerdere jaren is bekend dat hier bij laagwater enkele honderden visdieven foerageren op uitgespoelde vis bij de uitstroom van zoet water uit het Haringvliet. Ook werden rustende visdieven op de oostpunt van de Bollen van de Ooster gezien. Een enkele visdief werd verder uit de kust waargenomen.



Figuur 3.2.2.1 Verspreiding en aantallen van rustende en vliegende visdieven waargenomen op vier transecten tijdens zes vliegtuigtellingen in april, mei, juni (2), juli en augustus 2017.

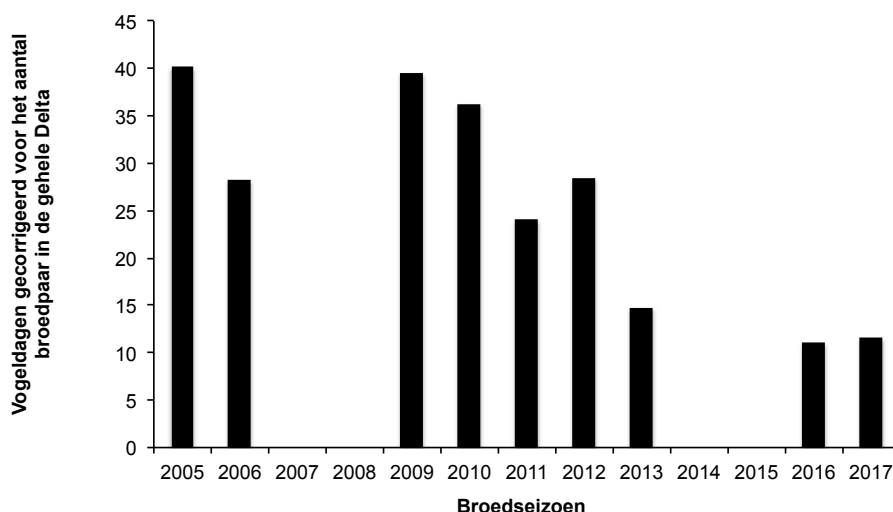


Figuur 3.2.2.2 Verspreiding en aantallen van rustende en vliegende visdieven waargenomen tijdens de monitoringsjaren 2009-2016.

Aantalsschattingen voor 2017 van visdieven in het afgevolgen zeegebied lopen uiteen tussen 45 (juni-telling) en 298 (april) vogels (zie eerdere paragraaf met tabel 3.2.2.1). Deze aantalsschattingen werden bepaald op basis van een gemodelleerde schatting van vliegende vogels (*Distance* analyse) en een getelde schatting van zittende vogels op stranden en platen. Deze schatting is waarschijnlijk een onderschatting van het werkelijk aantal aanwezige dieren door de strikt kustgebonden leefwijze, en geconcentreerd voorkomen rond de uitstroomopening van de Haringvlietdam. Hierdoor is het waarschijnlijk dat relatief grote aantallen visdieven gemist worden. De grootste aantallen sterns op de platen werden gevonden in mei en augustus, wat erop duidt dat deze gebieden voornamelijk direct voor en direct na het broedseizoen worden gebruikt. Het aantal vogeldagen dat dit seizoen in de Voordelta werden gemeten is gemiddeld zeer laag ten op zichte van andere jaren, maar vergelijkbaar met 2016 (figuur 3.2.2.3). De precieze reden van deze achteruitgang is nog niet helemaal duidelijk, mogelijk dat een verschuiving van de activiteit van sterns van de Voordelta naar de Haringvlietdam en misschien wateren landinwaarts hier ten grondslag aanligt, maar bevestiging hiervan ontbreekt.

Tabel 3.2.2.1 Aantalsschattingen van visdieven in het zeegebied en op de platen.

Datum	aantalsschatting transecten	aantallen sterns op de platen	som	vogeldagen
28-04-17	298	91	389	8.364
14-05-17	183	230	413	9.499
13-06-17	290	86	376	8.272
27-06-17	45	56	101	1.313
09-07-17	169	12	181	4.525
16-08-17	214	137	351	14.567



Figuur 3.2.2.3 Aantallen vogeldagen van visdieven per broedseizoen gedeeld door het aantal broedparen per jaar in het Deltagebied, om te corrigeren voor jaarlijkse variatie in aantallen broedparen.

3.3 Koloniewerk – broedecologie

Grote sterns - broedsucces en kuikenconditie

In 2017 werd alleen op de Scheelhoekeilanden onderzoek verricht, op Markenje vestigde zich geen kolonie grote sterns. In totaal werden op de **Scheelhoek** 26 adulten gevangen met een valkooi voor de meting van de adulte conditie en voor de voedselprotocollen. Het broedsucces van 63 nesten werd gemeten en in de enclosure werden 711 keer kuikens gewogen, verdeeld over (in totaal) 92 individuele kuikens. Ook werden ter controle 82 conditiemetingen (massa en koplengte metingen) gedaan buiten de enclosure. Om de kuikenconditie zo goed mogelijk op te kunnen opvolgen werd vaak ook een conditiemeting van de gemerkte kuikens gedaan na de voedselprotocollen. In totaal werden ongeveer 410 kuikens en 41 adulten van een kleurring voorzien.

Grote sterns - voedsel生态学

Op 11 dagen werden in totaal 93 uur voedselprotocollen gemaakt vanuit de schuilhut bij de enclosure op de **Scheelhoek**. Van 545 aangebrachte prooien werd de soort bepaald en de lengte geschat. Van 203 aangebrachte prooien kon de foerageerduur worden berekend. Verder werden aanvullend 608 prooien die tijdens de protocollen werden aangebracht naar de niet-gekleurde kuikens in de enclosure gedetermineerd en op lengte geschat.

Visdief - broedsucces en kuikenconditie

In 2017 werd op de Scheelhoek en op het Visdiefeiland in de Slufter onderzoek gedaan naar visdieven. Op de **Scheelhoek** werden 10 adulte visdieven op nest gevangen met een valkooi. Van 21 nesten werd het broedsucces gemeten. Er werden 237 conditiemetingen van de kuikens in de enclosure en van één erbuiten gedaan. Op het **Visdiefeiland** werd van 20 nesten het broedsucces bepaald. Er werden 95 conditiemetingen van de kuikens in de enclosure en 29 van kuikens erbuiten gedaan. In totaal werden 46 kuikens en 10 adulten van een kleurring voorzien.

Visdief - voedsel生态学

Op de **Scheelhoek** werden op 6 dagen gedurende 8 uren voedselprotocollen gemaakt vanuit een schuilhut voor een totaal van 8 uur. Er werden daarbij 366 prooien gedetermineerd en op lengte geschat. Aan het **Visdiefeiland** werden op 7 dagen in totaal 7 uur voedselprotocollen gemaakt. Daarbij werden gegevens verzameld over 880 aangebrachte prooien.

3.3.1 Grote stern

3.3.1.a Broedbiologische parameters grote stern 2009 - 2017

In 2017 was in de noordelijke Delta alleen op de Scheelhoek een grote kolonie (3.174 paar) op de Scheelhoekeilanden. Markenje was dit jaar niet bezet. Ondanks het hoge uitkomstsucces (een gevolg van het ontbreken van predatie in de ei-fase), was het broedsucces met 0,38 jongen/paar laag. Dit was het gevolg van een erg laag

uitvliegsucces, slechts 26% van de jongen bereikte het vliegvlugge stadium (tabel 3.3.1.1).

3.3.1.b Oorzaken en verklaringen

Grote sterns leggen vaak twee eieren maar brengen voor zover bekend maximaal één jong groot. Het tweede ei is een soort 'back-up' voor als het eerste ei of het jonge eerste kuiken verloren gaat. Kuikens uit de zogenaamde B-eieren sterven doorgaans na maximaal 5 dagen. Tabel 3.3.1.2 geeft voor alle kolonies en jaren de procentuele verliezen van eieren en het lot van de kuikens weer voor alle onderzochte nesten.

Verliezen in de ei-fase:

- Predatie van eieren werd op de Scheelhoek net zoals in de meeste voorgaande jaren weinig vastgesteld.
- Weersomstandigheden hebben in 2017 nauwelijks of geen invloed gehad tijdens de ei-fase.
- Hoge waterpeilen hebben in 2017 geen invloed gehad tijdens de ei-fase.

Verliezen in de kuikenfase (enclosure, zie tabel 3.3.1.1):

- Predatie van kuikens: In 2017 werd weinig kuikenpredatie vastgesteld op de Scheelhoek (Tabel 3.3.1.2). Van de 39 kuikens uit A-eieren (het eerst gelegde ei van een twee-legsel) en 18 uit één-legsels werden er respectievelijk 2 en 1 vermoedelijk gepredeerd.
- Het percentage kuikens dat dood werd gevonden was in 2017 hoog in vergelijking met de meeste voorgaande jaren. Zowel van de kuikens uit A-eieren als uit één-legsels werd 50 % dood gevonden. Dit zijn kuikens die gestorven zijn doordat ze in slechte conditie verkeerden als gevolg van weersomstandigheden, voedselomstandigheden, verlaten werden door oudervogels, etc. De voedselomstandigheden waren gunstig in 2017, de meeste kuikens zijn gestorven tijdens en net na een periode van langdurig slechte weersomstandigheden (harde wind en veel regen) van 6 tot 12 juni.

Tabel 3.3.1.1 Broedbiologische parameters van grote stern gemeten in enclosures te Zeebrugge (België) in de periode 1997-2012 en in de kolonies gevolgd in 2009-2017 in de Voordelta. N.B. door een beperking in de vergunning voor de betreding van Markenje is geen goed inzicht gekregen in de resultaten voor 2016.

jaar	kolonie	n legfels gevolgd	legselgrootte (n eieren/nest)	uitkomstsucces (%)	uitvliegsuccess (%)	broedsucces (n jongen/paar)
1997	Zeebrugge	110	1,5	58	13	0,1
2000		59	1,7	80	niet gemeten	niet gemeten
2001		52	1,1	74	70	0,6
2002		30	1,1	< 1	< 43	< 0,1
2003		30	1,3	90	66	0,8
2004		35	1,5	90	52	0,7
2005		58	1,2	57	28	0,2
2006		60	1,5	47	48	0,3
2007		57	1,4	52	63	0,4
2008		34	1,4	40	5	0
2009		4	1,3	0	0	0
2010		0				
2011		0				
2012		0				
2013		50	1,1	0	0	0
2009	Scheelhoek	49	1,4	78	44	0,49
2010		55	1,8	78	32	0,45
2012		47	1,6	95	38	0,57
2013		32	1,7	87	43	0,63
2015		51	1,7	93	20	0,31
2016		52	1,7	90	49	0,77
2017		63	1,7	86	26	0,38
2014	Slijkplaat	52	1,8	88	46	0,73
2011	Markenje	41	1,6	86	63	0,85
2012		50	1,5	88	42	0,54
2013		56	1,8	30	55	0,30
2014		47	1,7	86	43	0,64
2015		49	1,6	33	77	0,41
2016		64	ca. 1,5	ca. 52	63	ca. 0,50

Tabel 3.3.1.2 *Procentuele verliesoorzaken van A en B eieren en lot van alle kuikens van grote stern per onderzochte kolonie per jaar in de Delta (2009-2017).*

kolonie	jaar	Ei-fase		Kuiken-fase		
		verlaten etc.	predatie	dood gevonden	predatie	uitgevlogen
Scheelhoek	2009	12	10	15	41	44
	2010	19	3	64	4	32
	2012	5	0	58	4	38
	2013	13	0	48	9	43
Slijkplaat	2014	8	4	46	7	46
Scheelhoek	2015	2	5	70	10	20
	2016	2	8	27	23	49
	2017	5	9	65	9	26
Markenje	2011	12	2	11	27	63
	2012	12	0	38	20	42
	2013	36	34	10	35	55
	2014	2	11	14	43	43
	2015	4	63	15	8	77
	2016	1	47	8	29	63

3.3.2 Visdief

3.3.2.a Broedbiologische parameters visdief 2009-2016

In 2017 werd in 2 kolonies onderzoek gedaan naar het broedsucces en de conditie van visdief, op de Scheelhoekeilanden en op het Visdiefeiland in de Slufter. Op de Scheelhoek was het broedsucces met bijna 1,6 jongen/paar het op een na hoogste gemeten voor deze kolonie tijdens de PMR-onderzoeksjaren (tabel 3.3.2.1). Dit was het gevolg van de combinatie van een hoge legselgrootte (2,7 eieren/nest), een goed uitkomstsucces (84 %) en vooral een hoog uitvliedsucces (70 %). Ook op het Visdiefeiland waren de legselgrootte (3,0 eieren/nest) en het uitkomstsucces (87 %) erg hoog. Heel veel kuikens stierven echter tijdens de slechte weersomstandigheden in de tweede week van juni waardoor het uitvliedsucces laag was (19 %). Niettemin was het uiteindelijke broedsucces (0,5 jongen/nest) nog vrij hoog voor deze kolonie. Een dergelijk verlaagd uitvliedsucces op het Visdiefeiland als gevolg van de weersomstandigheden is niet waarneembaar op Scheelhoek. Dit is het gevolg van de verschillen in positionering en inrichting van het gebied. De Scheelhoek is vrij beschermd van wind en biedt betere schuilmogelijkheden door de (soms te) goed ontwikkelde vegetatie, terwijl het Visdiefeiland midden op een grote plas ligt, en dus erg geëxponeren ligt en tevens ook nog voor het grootste stuk kaal is. Daarnaast lijken er ook verschillen in regenval te zitten tussen het Haringvliet en de Slufterbak echter harde gegevens ontbreken hiervoor.

3.3.2.b Oorzaken en verklaringen

Tabel 3.3.2.2 geeft voor alle kolonies en jaren de procentuele verliezen van eieren en het lot van de kuikens weer voor alle onderzochte nesten. In tegenstelling tot grote sterns kunnen visdieven in goede omstandigheden wel twee of drie kuikens grootbrengen.

Verliezen in de ei-fase:

- Predatie van eieren was in 2017 in beide onderzochte kolonies nagenoeg afwezig.
- Weersomstandigheden speelden dit jaar geen rol tijdens de ei-fase in de enclosure op de Scheelhoek, mogelijk wel op de legsels in de hogere vegetatie er omheen. Ook op het Visdiefeiland werd geen negatief effect van weersomstandigheden vastgesteld tijdens de ei-fase.
- Hoge waterpeilen hadden in 2017 geen impact op de visdieflegsels op de Scheelhoek.
- Vegetatiestructuur heeft in 2017 geen effect gehad op het Visdiefeiland. Op de Scheelhoek werden 2 van de 20 legsels verlaten doordat ze werden ingesloten door snel opschietende vegetatie.

Verliezen in de kuikenfase:

- Predatie van kuikens speelde op de Scheelhoek nauwelijks een rol in 2017. Op het Visdiefeiland verdwenen meer kuikens, het was echter niet altijd duidelijk of de kuikens werden gepredeerd of waren gestorven en vergaan/opgeruimd voor ze gevonden konden worden. Veel kuikens stierven namelijk tijdens de slechte weersomstandigheden in de tweede week van juni toen ook het eiland gedurende langere tijd niet kon worden bezocht.
- Weersomstandigheden hadden in beide kolonies een ander effect. De slechte weersomstandigheden in de tweede week van juni hadden hoge sterfte tot gevolg op het Visdiefeiland (als gevolg van onderkoeling/-voeding). Op de Scheelhoek was daar weinig van te merken, de conditie daalde wel sterk maar bleef hoog genoeg om te overleven. De kuikens op de Scheelhoek waren door de ligging van de kolonie en de vegetatie minder geëxponeerd, de nabijheid van de Haringvliet(sluizen) verzekerde ook een constantere voedselaanvoer (deze vogels hoeven niet op volle zee te foerageren).
- Vegetatiestructuur had in geen van beide enclosures een negatief effect. Op de Scheelhoek werd de vegetatie echter wel kunstmatig kort gehouden om de voedselprotocollen te kunnen maken. Buiten de enclosure schoot de vegetatie hoog op en was het broedsucces een stuk lager.

Tabel 3.3.2.1 Broedbiologische parameters van visdief gemeten in enclosures te Zeebrugge (België) in de periode 1997-2012 en in de kolonies gevolgd in 2009-2017 in de Voordelta.

jaar	kolonie	n legfels gevolgd	legselgrootte (n eieren/nest)	uitkomstsucces (%)	uitvliegsucces (%)	broedsucces (n jongen/paar)
1997	Zeebrugge		2,4	78	65	1,2
1998			2,5	77	61	1,2
1999			2,5	78	67	1,3
2000		52	2,3	91	37	0,8
2001		35	2,3	80	74	1,4
2002		34	2,2	79	8	0,1
2003		46	2,6	87	74	1,7
2004		37	2,1	81	38	0,7
2005		25	2,0	80	36	0,6
2006		32	2,0	50	81	0,8
2007		33	2,7	92	90	2,2
2008		47	2,4	88	86	1,8
2009		69	1,5	0	0	0,0
2010		35	2,3	14	82	0,3
2011		28	2,8	96	61	1,6
2012		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		31	2,5	81	23	0,45
2011		24	2,6	74	39	0,75
2012		55	2,3	80	64	1,18
2013		28	2,3	87	38	0,75
2014		24	2,8	90	67	1,67
2015		31	2,4	91	32	0,71
2016		34	2,4	87	28	0,59
2017		21	2,7	84	70	1,57
2010	Markenje	22	2,5	91	18	0,41
2011		26	2,3	85	0	0,0
2012		33	2,5	84	22	0,45
2013		41	2,0	83	29	0,49
2010	Vogelvallei	45	2,6	80	1	0,02
2011		29	2,5	89	0	0,0
2012		32	2,4	32	0	0,0
2011	Visdiefeland	46	2,7	86	0	0,0
2012		18	2,5	87	18	0,39
2016		24	2,2	ca. 57	27	0,33
2017		20	3,0	87	19	0,5

Tabel 3.3.2.2 *Procentuele verliesoorzaken van eieren en lot van alle kuikens van visdief per onderzochte kolonie per jaar in de Delta (2009-2017). N.B. Verliezen op se Scheelhoek 2009 en de Slijkplaat 2009 zijn niet toe te schrijven aan de verschillende oorzaken en daarom tesamen genomen.*

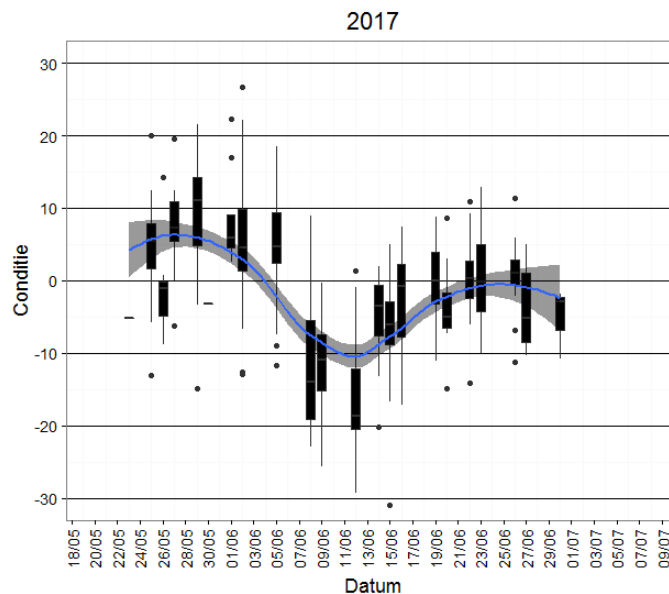
kolonie	jaar	Ei-fase		Kuiken-fase		
		verlaten etc.	predatie	dood gevonden	predatie	uitgevlogen
Scheelhoek	2009	46		9	62	29
	2010	10	9	39	40	21
	2011	8	18	17	44	39
	2012	12	9	13	23	64
	2013	8	5	36	26	38
	2014	9	1	25	8	67
	2015	8	1	30	38	32
	2016	11	2	37	35	28
	2017	14	2	21	9	70
Markenje	2010	2	7	20	62	18
	2011	5	10	15	85	0
	2012	16	0	22	56	22
	2013	17	0	29	38	33
Slijkplaat	2009	13		19	72	9
Visdiefeiland	2011	13	0	57	43	0
	2012	13	0	21	61	18
	2016	38	6	33	40	27
	2017	13	0	46	35	19
Vogelvallei	2010	8	12	29	70	1
	2011	11	0	3	97	0
	2012	9	59	0	100	0

3.4 Koloniewerk – conditie sterns

3.4.1 Conditie grote sterns

3.4.1.a Kuikens

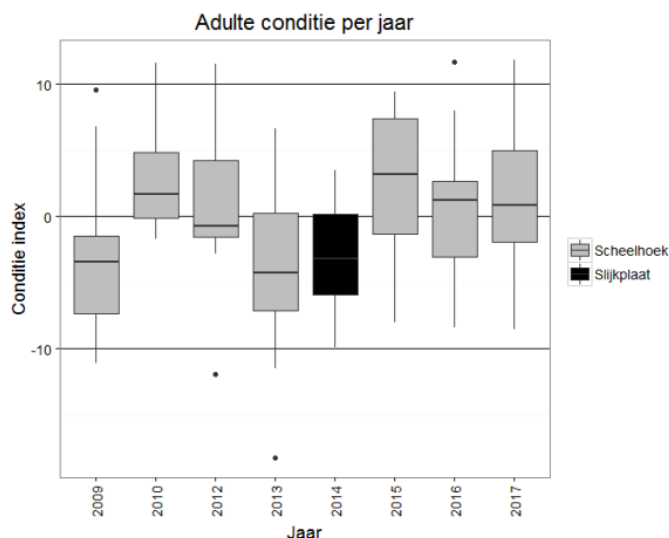
Figuur 3.4.1.1 laat voor 2017 de fluctuatie in de kuikenconditie van alle vliegvlug geworden kuikens van de grote stern zien voor de kolonies van de Scheelhoek. Tijdens de eerste 10 dagen was de conditie erg goed (5 tot 10 % hoger dan het gemiddelde). Als gevolg van de slechte weersomstandigheden (harde wind en vaak veel regen) daalde de conditie vanaf 6 juni snel, veel kuikens overleefden deze periode niet. Vanaf 13 juni verbeterde het weer opnieuw en steeg ook de conditie van de overlevende kuikens.



Figuur 3.4.1.1 Conditie (boxplot met mediaan als band, 25th and 75th percentiel als box en whiskers van 1,5 keer de interkwartiel range, punten vormen uitbijters) per datum van vliegvlug geworden kuikens van de grote stern op de Scheelhoekeilanden in 2017. 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 (de nullijn).

3.4.1.b Adulten

Als maat voor de conditie van adulte grote sterns werd de procentuele afwijking van de het gewicht van de adulte vogels ten opzichte van het verwachte gemiddelde gewicht van alle vogels gevangen tijdens de onderzoeksjaren (tweede helft van mei-eerste week van juni) genomen. Figuur 3.4.1.2 geeft de conditie van de adulte vogels gevangen op de Scheelhoekeilanden in de periode 2009-2017 en de Slijkplaat in 2014 weer. Gemiddeld gezien waren de adulten dit jaar in een relatief goede conditie.



Figuur 3.4.1.2 Gewicht (g) van adulte grote sterns gevangen op de Scheelhoekeilanden (2009-2010, 2012-2017) en de Slijkplaat (2014). Boxplot met mediaan als band, 25th and 75th percentile als box en whiskers van 1,5 keer de interkwartiel range, punten vormen de uitbijters.

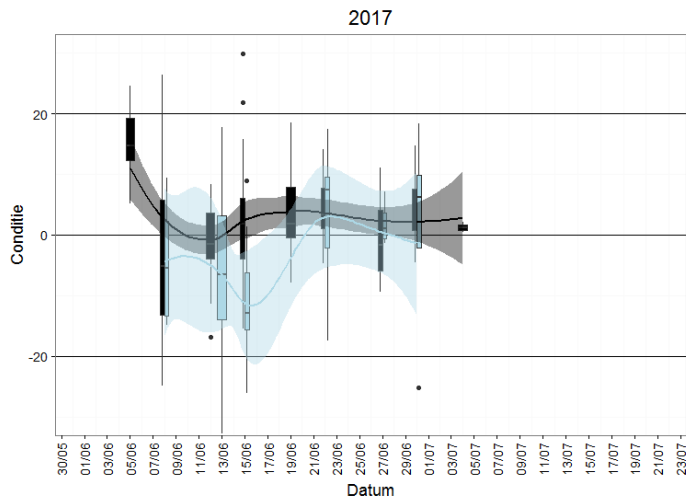
3.4.2 Conditie visdieven

3.4.2.a Kuikens

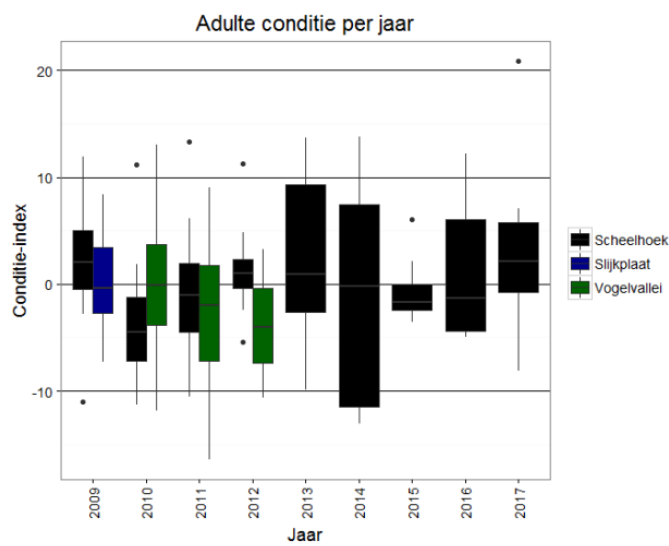
Figuur 3.4.2.1 geeft de fluctuatie in de conditie van de vliegvlug geworden visdief kuikens in de kolonie op de Scheelhoek en het Visdiefeiland in 2017 weer. Gemiddeld lag de conditie van kuikens op Visdiefeiland onder die van kuikens op Scheelhoek. Net zoals bij de grote stern daalde ook de conditie van de visdieven op de Scheelhoek sterk in de tweede week van juni als gevolg van de ongunstige weersomstandigheden. Daarna steeg de conditie opnieuw tot bovengemiddeld. De conditie van de kuikens op het Visdiefeiland lag tijdens de eerste kuikenweek (die samenviel met de stormachtige periode in juni) een stuk onder het gemiddelde, ook daar nam de conditie van de overlevende kuikens sterk toe als gevolg van de betere weersomstandigheden nadien.

3.4.2.b Adulten

Als maat voor de conditie van adulte visdieven werd de procentuele afwijking van de het gewicht van de adulte vogels ten opzichte van het verwachte gemiddelde gewicht van alle vogels gevangen tijdens de onderzoeksjaren genomen. Figuur 3.4.2.2 geeft deze conditie-index weer voor de adulte vogels gevangen op de Scheelhoekeilanden, de Vogelvallei en de Slijkplaat in de periode 2009-2017. Ten op zichte van eerdere jaren waren de adulten in een relatief goede conditie, maar de individuele variatie en de variatie tussen jaren is zeer groot.



Figuur 3.4.2.1 Conditie per datum van vliegvlug geworden kuikens van visdief op de Scheelhoek (zwart) en het Vlisdiefeiland (lichtblauw) in 2017. 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 (de nullijn). Boxplot met mediaan als band, 25th and 75th percentile als box en whiskers van 1,5 keer de interkwartiel range, punten vormen de uitbijters.



Figuur 3.4.2.2 Gewicht (g) van adulte visdieven gevangen op de Scheelhoekeilanden (2009-2016), de Slijkplaat (2009) en de Vogelvallei (2010-2012). Boxplot met mediaan als band, 25th and 75th percentile als box en whiskers van 1,5 keer de interkwartiel range, punten vormen de uitbijters.

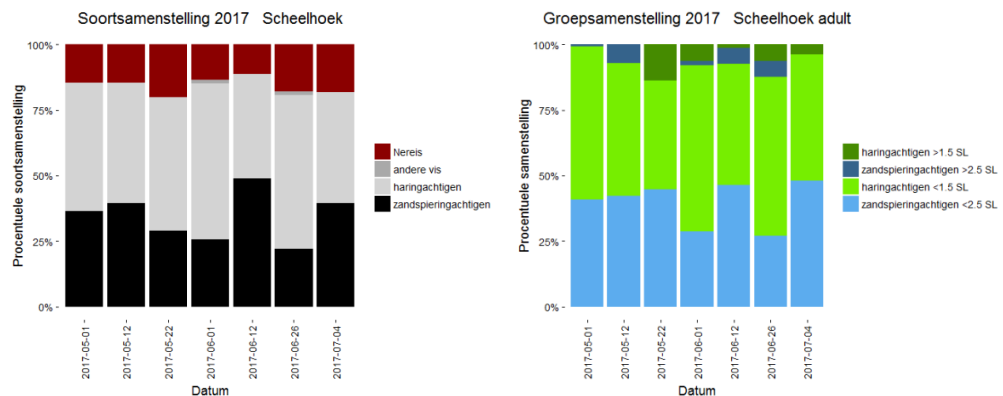
3.5 Koloniewerk – voedsleecologie sterns

3.5.1 Dieet en foerageergedrag grote stern

3.5.1.a Dieetsamenstelling adulte grote sterns

In 2017 werden 'algemene monsters' die zoals elk jaar net voor het uitkomen van de kuikens werden verzameld, niet uitgezocht (niet opgenomen in het monitoringplan). Hierdoor is een vergelijking met de in de voorgaande onderzoeksjaren opgebouwde datareeks niet mogelijk. De monsters die in 2016 op Markenje en de Scheelhoek werden genomen konden nu wel worden geanalyseerd. De resultaten hiervan worden besproken in Bijlage IV.

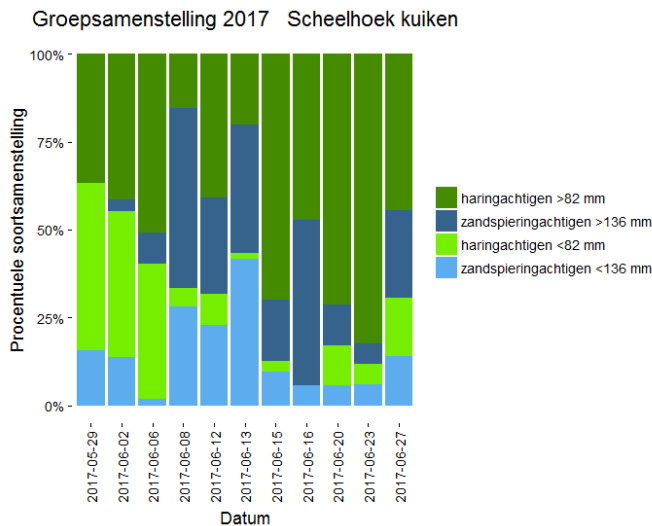
Op de Scheelhoek werden tussen 1 mei en 4 juli 2017 een totaal van 19 monsters verzameld. Van 6 monsters (één per week) werd telkens 25 % uitgezocht. Figuur 3.5.1.1 geeft de soortensamenstelling van het adulte dieet weer. Opmerkelijk hierbij is het hoge percentage haringachtigen in het dieet bij aanvang van het broedseizoen. In de meeste jaren worden dergelijke percentages op de Scheelhoek pas na half mei waargenomen. 2017 lijkt op basis van deze beperkte dataset dus niet het 'klassieke' beeld te vertonen met veel zandspieringachtigen in het begin van het seizoen en een toenemend percentage haringachtigen later. Ook het constante en vrij hoge percentage aan Nereis-wormen ($15.0 \pm 3.1\%$) valt op. Gemiddeld bestond het adulte dieet in de onderzochte fracties uit $47.4 \pm 8.2\%$ haringachtigen en $32.7 \pm 8.7\%$ zandspieringachtigen. De grootteklasseverdeling van haring- en zandspieringachtigen laat eveneens een vrij constante verdeling zien (figuur 3.5.1.1) met hoofdzakelijk kleinere haring- en zandspieringachtigen en het relatief vroeg in het dieet opduiken van grotere haringachtigen. Dit alles zou een indicatie voor een goed voedselaanbod kunnen zijn.



Figuur 3.5.1.1 Soortensamenstelling in de loop van het broedseizoen van het adultendieet van grote stern op de Scheelhoek in 2017 (links) en de grootteklasse-samenstelling van de haring- en zandspieringachtigen (rechts) op basis van poepmonsters verzameld met schalen in de kolonie.

3.5.1.b Dieetsamenstelling kuikens grote stern

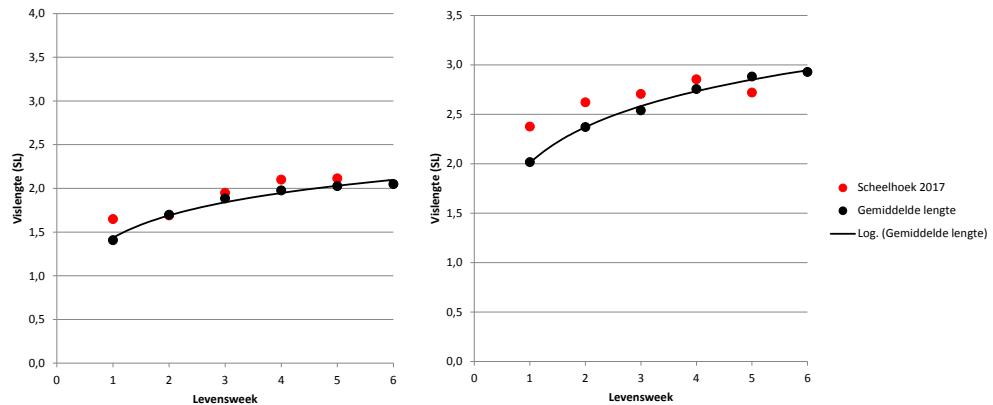
Figuur 3.5.1.2 geeft de samenstelling van het kuikendieet van grote stern op de Scheelhoek in 2017 weer. Gemiddeld bestond 60.4 ± 25.4 % van het kuikendieet uit haringachtigen en 34.2 ± 24.4 % uit zandspieringen. In vergelijking met de meeste voorgaande jaren was al van het begin van de kuikenperiode een hoog percentage haringachtigen van >1.5 SL in het dieet aanwezig. Naarmate de kuikens ouder werden nam het percentage grotere haringachtigen toe, opvallend echter zijn de hogere percentages zandspieringen op 8, 12 en 13 juni. Deze periode valt samen met erg winderige omstandigheden, het aanbrengen van hogere percentages zandspieringachtigen is typisch voor deze weerscondities. Dit toont ook het belang van het betrekken van weersomstandigheden bij de verschillende analyses aan.



Figuur 3.5.1.2 Grootteklasse-samenstelling van de haring- en zandspieringachtigen van het kuikendieet van grote stern op de Scheelhoek in de loop van het broedseizoen 2017 op basis van zichtwaarnemingen.

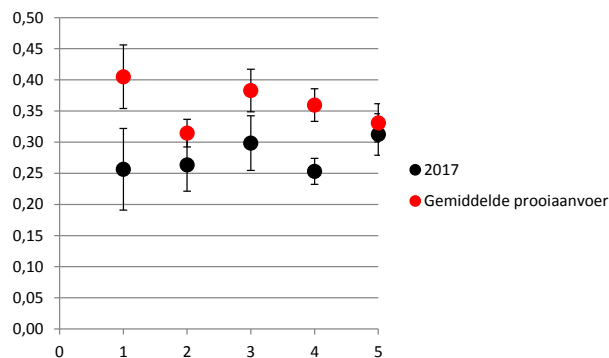
3.5.1.c Prooilengte- en aanvoer kuikens grote sterns

Figuur 3.5.1.3 geeft de gemiddelde lengte van de aangebrachte haring- en zandspieringachtigen per levensweek van de kuikens weer in vergelijking met het gemiddelde van de voorgaande jaren. In alle weken waren de haringachtigen op de Scheelhoek gelijk aan of iets groter dan het gemiddelde over alle jaren. Ook de aangebrachte zandspieringen waren gedurende het grootste deel van het seizoen groter dan het gemiddelde.



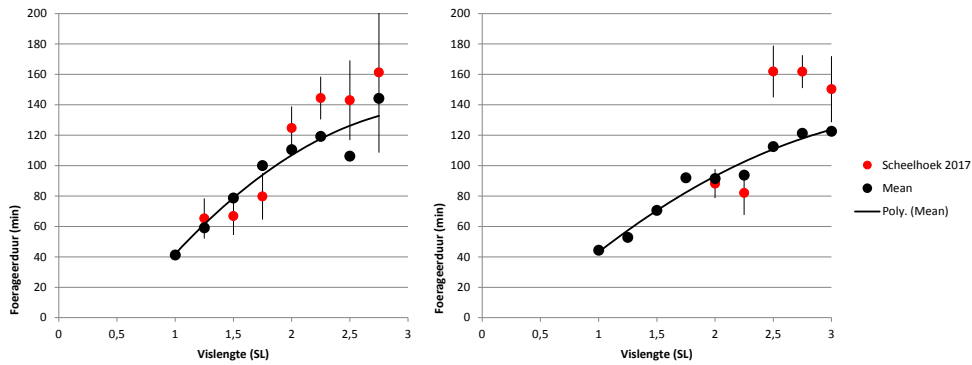
Figuur 3.5.1.3 Gemiddelde lengte van de aangevoerde haringachtigen (links) en zandspieringen (rechts) in aantal snavelengtes (SL= 5,43 cm) per levensweek van de kuikens van grote stern op de Scheelhoek (rode bollen) in 2017 in vergelijking met het gemiddelde voor de periode 2009-2016 (zwarte bollen).

Voor alle levensweken lag de aanvoerfrequentie van prooien (n prooien per uur) naar de kuikens van grote sterns op de Scheelhoek in 2017 een stuk lager dan het gemiddelde in de periode 2009-2017 (figuur 3.5.1.4). Zoals uit figuur 3.5.1.2 blijkt werden echter veel grotere prooien aangebracht, wat de lagere aanvoerfrequentie deels verklaart en energetisch gezien compenseert.



Figuur 3.5.1.4 Relatie tussen de leeftijd van de kuikens van grote sterns en de aanvoerfrequentie van prooien op de Scheelhoek in 2017 in vergelijking met het gemiddelde voor de periode 2009-2016.

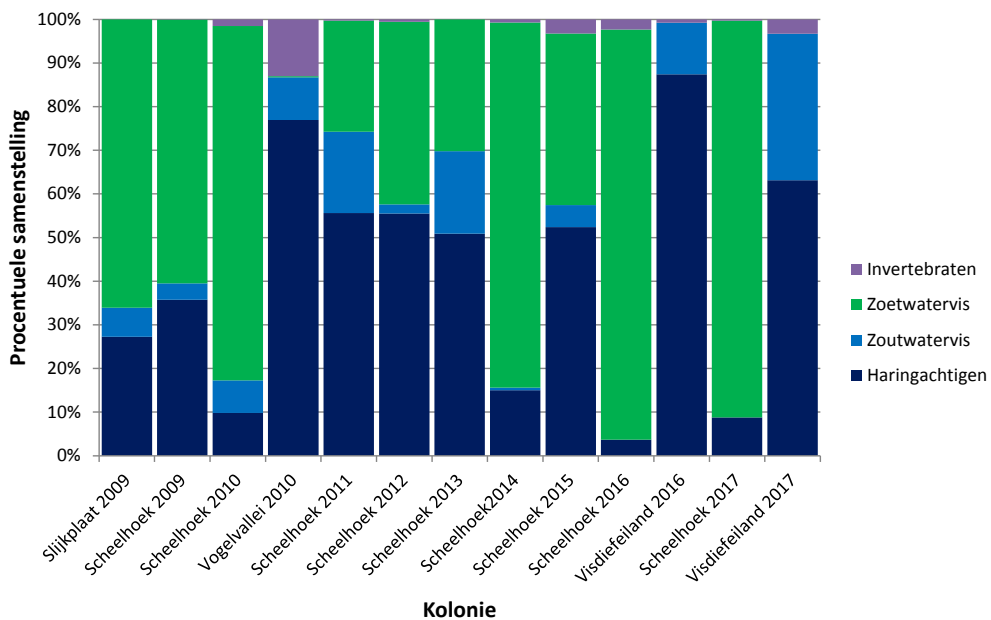
De aanvoertijd voor de haringachtigen <2 SL was dit jaar op de Scheelhoek korter dan gemiddeld in de periode 2009-2017 (figuur 3.5.1.5). Voor haringachtigen langer dan 2 SL was de aanvoertijd dan weer tot 20 minuten langer. Hetzelfde patroon is te zien bij de zandspieringachtigen waar de foerageerduur voor exemplaren <2.5 SL korter is dan gemiddeld en voor de grotere individuen langer dan gemiddeld.



Figuur 3.5.1.5 Gemiddelde foerageduur (min + s.e.) voor haringachtigen (links) en zandspieringachtigen (rechts) op de Scheelhoek in 2017 (rode bollen) in vergelijking met het gemiddelde voor de periode 2009-2016 (zwarte bollen).

3.5.2 Voedseleecologie visdief

De dieetsamenstelling van visdiefkuikens op de Scheelhoek bestond zoals in de meeste jaren vooral uit zoetwatervis (91%) en was erg vergelijkbaar met de samenstelling in 2016 (figuur 3.5.2.1). De dieetsamenstelling op het Visdiefeiland was tegenovergesteld hieraan met 96.7% zoutwatervis, in het bijzonder veel haringachtigen (63.1%). Voor een verdere analyse van het kuikendieet op het Visdiefeiland wordt verwezen naar Bijlage II.



Figuur 3.5.2.1 Procentuele dieetsamenstelling van kuikens in alle visdiefkolonies in het Deltagebied waar protocollen vanuit een schuilhut werden gemaakt in de periode 2009-2017.

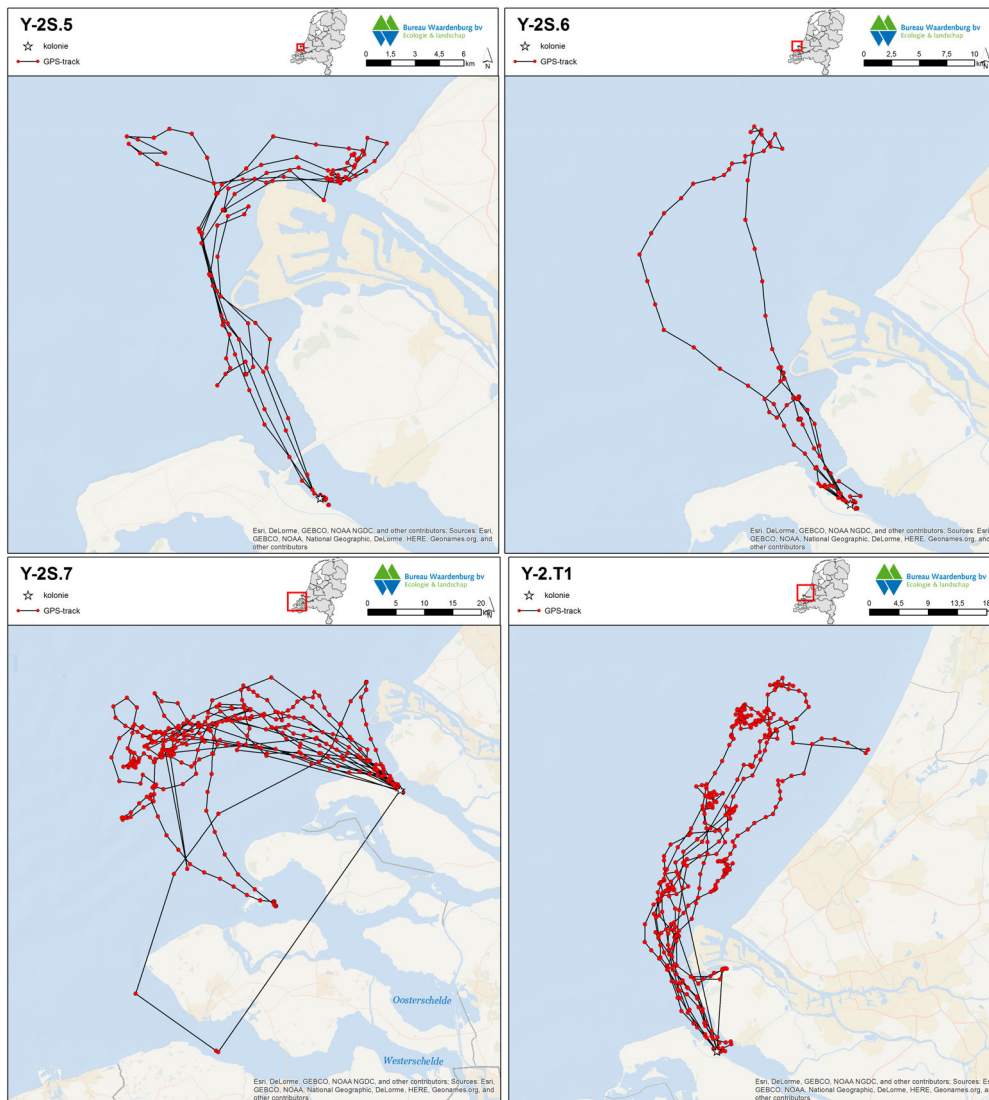
3.6 Gebiedsgebruik grote sterns met GPS-logger

In totaal hebben acht van de tien (2 van de 3 zonnepaneel-, en 6 van de 7 reguliere) loggers GPS-posities opgeslagen en doorgezonden naar de ontvanger in de kolonie. Van de andere twee loggers is geen enkel signaal ontvangen. Een fout in de loggers, vroegtijdige batterij ontlading, of logger-verlies kan hier de oorzaak van zijn, maar ook het direct en definitief verlaten van de kolonie kan hieraan ten grondslag liggen. In totaal werden meer dan 150 trips vastgelegd, waarvan het grootste deel compleet was. Door het gebruik van drie loggers met zonnepaneeltjes is de hoeveelheid gegevens per logger enorm toegenomen ten opzichte van de periode 2012 - 2015.

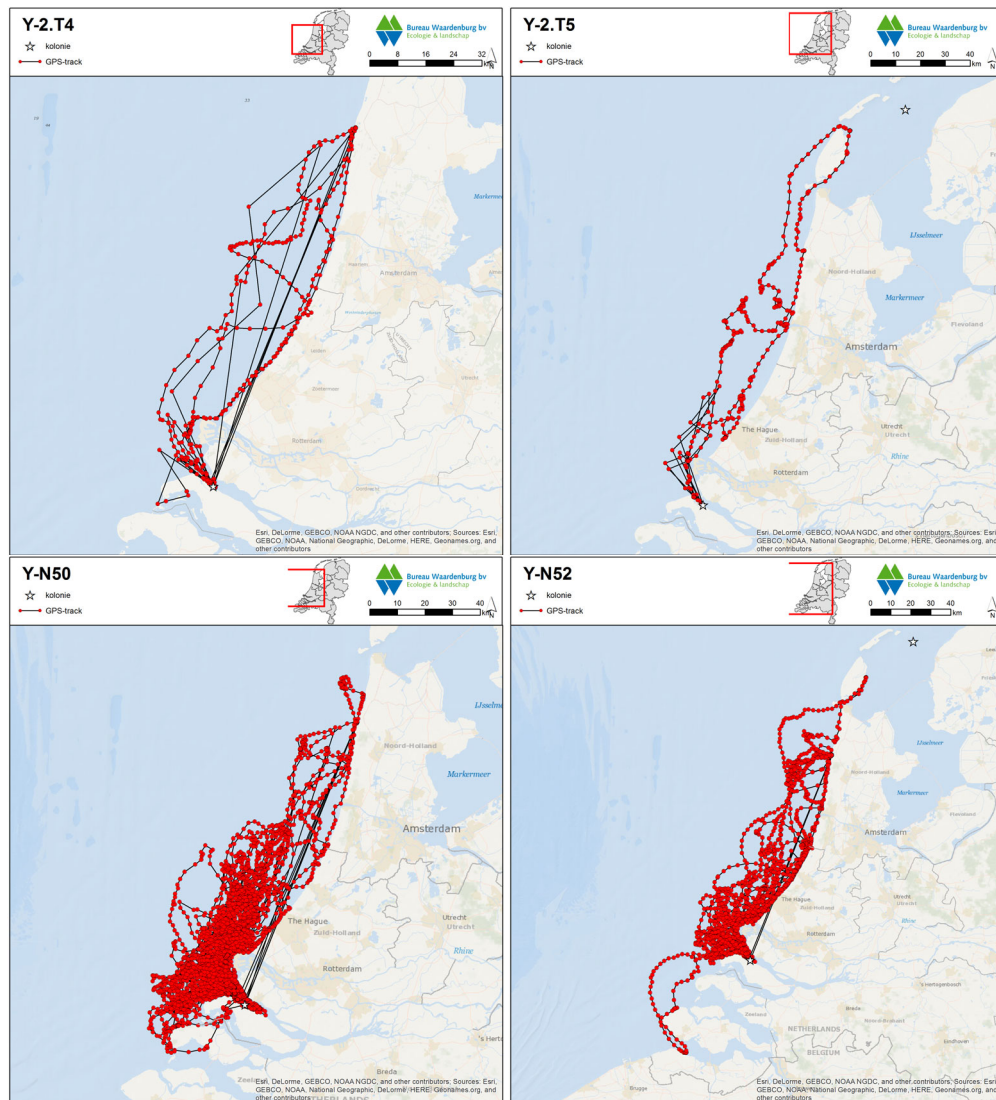
Grote sterns foerageerden in 2017 binnen het ingestelde bodembeschermingsgebied en Natura 2000-gebied maar ook (ver) daarbuiten (figuur 3.6.1a - b). Foerageerplaatsen van grote sterns lagen veelal binnen de begrenzing van het Natura 2000-gebied, echter ook de kust ten noorden van Hoek van Holland tot grofweg de hoogte van Haarlem, werd gebruikt om te foerageren.

Individu Y-2S.5 bleek met name vlak ten noorden van de Nieuwe Waterweg bij Hoek van Holland te foerageren, en vloog daarheen langs de buitencontour van de Tweede Maasvlakte. Y-2S.6 maakte één lange foerageertocht ver op zee, en enkele korte tochten in de monding van de Haringvliet. Y-2S.7 maakte vele tochten naar de grens van het Natura 2000-gebied, ten zuiden van de Haringvliet monding. Y-2.T1 maakte zeer lange tochten en foerageerde tussen de 10 en 15 km uit de kust voor de kust van Zuid Holland. Y-2.T4 vertoonde afwijkend gedrag en maakte een aantal zeer lange tochten langs de kust de dag na vangst. Hetzelfde geldt voor Y-2.T5 die na vangst een hele lange tocht langs de Hollandse kust maakte en vervolgens nog enkele meer reguliere foerageertochten in de Delta. Y-N50 en Y- N52 zijn vogels die een zonnepaneellogger hebben gekregen en het grootste deel van het broedseizoen gevolgd konden worden.

Door de grote hoeveelheid data verkregen met de zonnepaneelloggers wordt een analyse van de triplengtes (km), tripduren (min) en maximale afstanden buiten de kolonie (km) van foerageervluchten gepresenteerd in het jaarrapport van 2018. Daarnaast hebben wij dit jaar voor een project buiten de PMR-NCV context, ook een op afstand bestuurbare HD camera geplaatst bij de enclosure met gezenderde vogels. Deze webcam was bedoeld om beter inzicht te krijgen op drukfactoren van buitenaf op een kolonie grote sterns. Hierdoor konden wij ook nauwkeurig de effecten van loggers op individuele vogels vaststellen, maar belangrijker nog, ook de aangevoerde prooien van vogels met loggers. De uitwerking van dit onderdeel is momenteel ook nog in volle gang, en ook hiervan worden de resultaten gepresenteerd in het jaarrapport van 2018.



Figuur 3.6.1a Afgelegde vliegroutes van vier grote sterns met GPS-logger gevangen op de Scheelhoek in 2017.



Figuur 3.6.1b Afgelegde vliegroutes van vier grote sterns met GPS-logger gevangen op de Scheelhoek in 2017.

3.7 Verstoringsonderzoek

In deze paragraaf worden achtereenvolgens 1) de potentiële verstoringbronnen in de Voordelta gepresenteerd op basis van de vliegtuigtellingen en 2) de aantallen rustende grote sterns binnen en buiten de rustgebieden tijdens de vliegtuigtellingen. Een detail uitwerking van de aanvullende modules aan verstoring van sterns en het gebruik van de rustgebieden zijn opgenomen in Bijlage V.

3.7.1 Verstoringbronnen

Het onderzoek was gericht op verstoringbronnen die een effect op rustende grote sterns konden hebben vanaf het water ((kite)surfers, kanoërs, boten) of vanaf het land (wandelaars, hardlopers).

Vanaf de stranden van de Tweede Maasvlakte, Ouddorp en de Brouwersdam gaan veel (kite)surfers en kanoërs het water op (figuur 3.6.1.1). Deze recreanten kunnen daardoor in potentie rustgebieden van (grote) sterns bereiken. Hetzelfde geldt voor wandelaars die bij laag water vanaf het land de Verklikkersplaten kunnen bereiken.

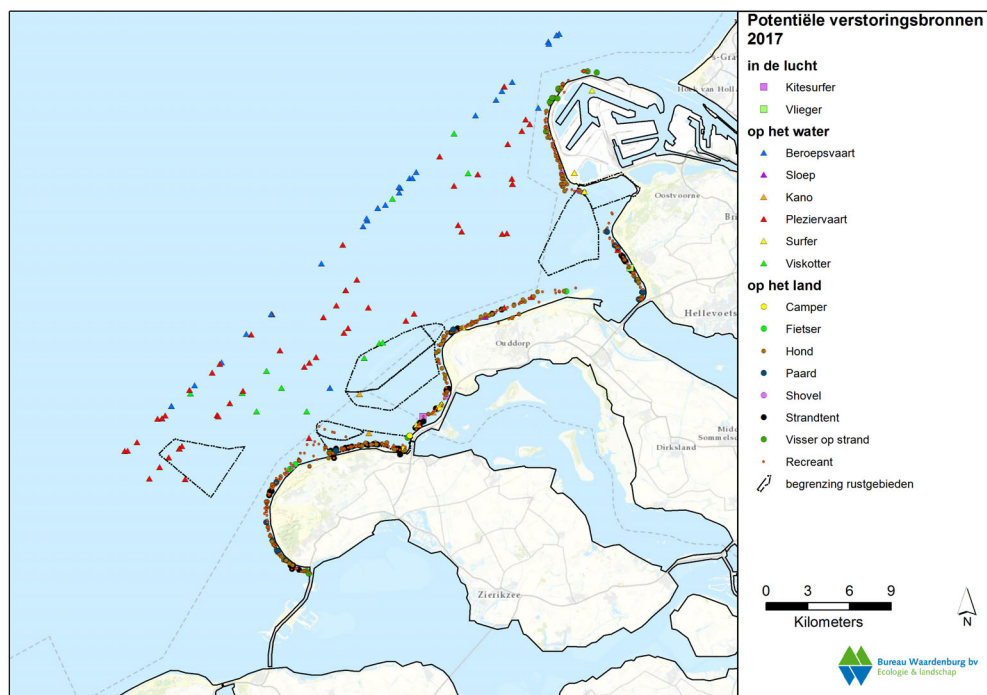


Figuur 3.6.1.1 Kitesurfers langs de stranden van de Voordelta met de Maasvlakte op de achtergrond.

Tijdens de vliegtuigtellingen op het open water werden regelmatig zowel beroeps- als recreatievaart in het gebied aangetroffen (figuur 3.6.1.2). Ook langs grote delen van de kust zijn eigenlijk altijd potentiële verstoringsbronnen aanwezig in de vorm van wandelaars, fietsers en (kite-)surfers.

Binnen de ingestelde rustgebieden zijn geen potentiële verstoringsbronnen waargenomen. Alleen aan de randen de Bollen van de Ooster is een enkele keer een viskotter of kite-surfer gezien, en ook in het Hinderplaatgebied komen (kite-)surfers nabij het rustgebied, maar betredingen worden maar zeer zelden gezien (zie ook bijvoorbeeld Bijlage V).

Op plaatsen waar sterns regelmatig rusten (figuur 3.2.1.1) worden maar weinig verstoringsbronnen vastgesteld met uitzondering van de Verklikkerplaat, waarbij zeer regelmatig wandelaar en ruiters gezien worden.

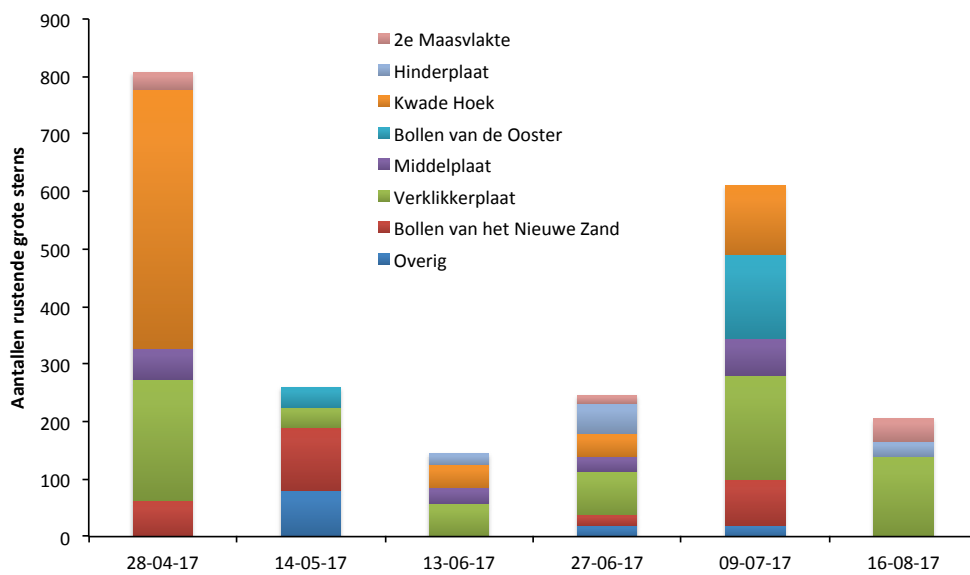


Figuur 3.6.1.2 Cumulatief kaartbeeld van alle waargenomen potentiële menselijke verstoringsbronnen tijdens de vliegtuigtellingen in 2017. N.B. Op zee betreft dit een steekproef langs transecten en geen integraal verspreidingsbeeld.

3.6.2 Aantal rustende sterns binnen de Voordelta

Tijdens de vliegtuigtellingen werd op gestandaardiseerde wijze geregistreerd hoeveel rustende sterns er aanwezig zijn op de verschillende stranden en platen. In totaal werden tijdens 6 tellingen ruim 2.200 rustende grote sterns in de Voordelta geteld. Dat komt neer op een gemiddelde van ca. 380 vogels per teldag (figuur 3.6.2.1).

Het gebruik van de verschillende platen varieerde gedurende het broedseizoen. Op de Verklikkerplaat en tijdens sommige tellingen ook de Kwade Hoek, zaten bijna de hele onderzoeksperiode de grootste aantallen rustende grote sterns, en werden de andere platen onregelmatig gebruikt (figuur 3.6.2.1). Juist op de Bollen van de Ooster en Hinderplaat die voor grote sterns aangewezen zijn als rustgebieden werden kleinere aantallen aangetroffen. Een uitzondering hierop vormde de waarneming tijdens de juli-telling rond het uitvliegen van de jongen, waarbij wel veel rustende dieren op de Bollen van de Ooster werden gezien. De grootste aantallen rustende grote sterns zaten vanaf de tweede week van juli (na het uitvliegen van de jongen) op de platen en uitsluitend in die periode zijn ook grotere aantallen grote sterns op de Bollen van de Ooster gezien. Uit eerdere jaren is bekend dat ook in het voor- en naseizoen de platen belangrijk zijn voor (doortrekkende) sterns. In het komende jaar zal hier meer de nadruk op gelegd worden door middel van aanvullende observaties in de periode maart – september en ook in de uitwerking van de kleurringdata.



Figuur 3.6.2.1 Aantallen grote sterns op de verschillende platen en stranden in de Voordelta in de onderzoeksperiode van 28 april tot 16 augustus 2017.

4 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.
- 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.
- Buckland, S.T., D.R. Anderson, K.P. Burnham & J.L. Laake, 1993. DISTANCE Sampling: Estimating abundance of biological populations. Chapman & Hall, London, reprinted 1999 by RUWPA, University of St. Andrews, Scotland.
- Buckland, S.T., Anderson, D.R., Burnham, K.P., Laake, J.L., Borchers, D.L., Thomas, L. 2001. Introduction to Distance Sampling. Oxford University Press, Oxford. 432pp.
- Buckland, S.T., Anderson, D.R., Burnham, K.P., Laake, J.L., Borchers, D.L., Thomas, L. (eds) 2004. Advanced Distance Sampling. Oxford University Press, Oxford. 434pp.
- Camphuysen, C. J., Fox, A. D., Leopold, M. F., & Petersen, I. K. (2004). Towards Standardised Seabirds at Sea Census Techniques in Connection with Environmental Impact Assessments for Offshore Wind Farms in the UK: a comparison of ship and aerial sampling methods for marine birds and their applicability to offshore wind farm assessments. COWRIE – BAM 02-2002. NIOZ, Texel, The Netherlands.
- Dean B.J., Webb A., McSorley C.A. & Reid J.B. 2003. Aerial surveys of UK inshore areas for wintering seaduck, divers and grebes: 2000/01 and 2001/02. JNCC Report No. 333, Joint Nature Conservation Committee, Peterborough.
- Kahlert J., Desholm, M., Clausager, I. & Petersen, I.K. 2000. Environmental impact assessment of an offshore wind park at Rødsand. Technical report on birds. - NERI, Rønde.
- Meininger P.L., Arts, F.A. & 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 MVII; 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.
- 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., Courtens, W., Vanermen, N. & Verstraete, H. 2013. Terns as health indicators for the pelagic realm. In proceedings of the Waterbird Society 37th Annual Meeting, Willemshaven.
- 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.
- Vanoverbeke 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.

Bijlagen

I Dichtheidsveranderingen langs kust MVII

Inleiding & Methode

De aanleg van de Tweede Maasvlakte heeft ervoor gezorgd dat een stuk zeegebied, dat door grote sterns en visdieven werd gebruikt als foerageer- en rustgebied, niet meer beschikbaar is voor deze soorten. Voorafgaand aan de aanleg is ingeschat dat sterns hun foerageer- en rustgebieden zouden verplaatsen en zich aan zouden passen aan de nieuwe situatie. In een aanvullende module is voorgesteld om met de data uit de vliegtuigtellingen tussen 2009 en 2017 te gaan kijken of een dergelijke verplaatsing van sterns uit het Tweede Maasvlakte gebied naar aangrenzende deelgebieden aangetoond kan worden. Tijdens de analyse bleek dat een kwantitatieve analyse van de telgegevens op deelgebied niveau niet mogelijk was, omdat het aantal waarnemingen per telling te gering was. Daarom is er voor een kwalitatieve benadering gekozen. De resultaten en met name de interpretatie van deze analyse worden in het integratie-rapport besproken. In dit jaarrapport wordt een verkort overzicht gegeven van de uitkomsten.

Resultaten - grote stern

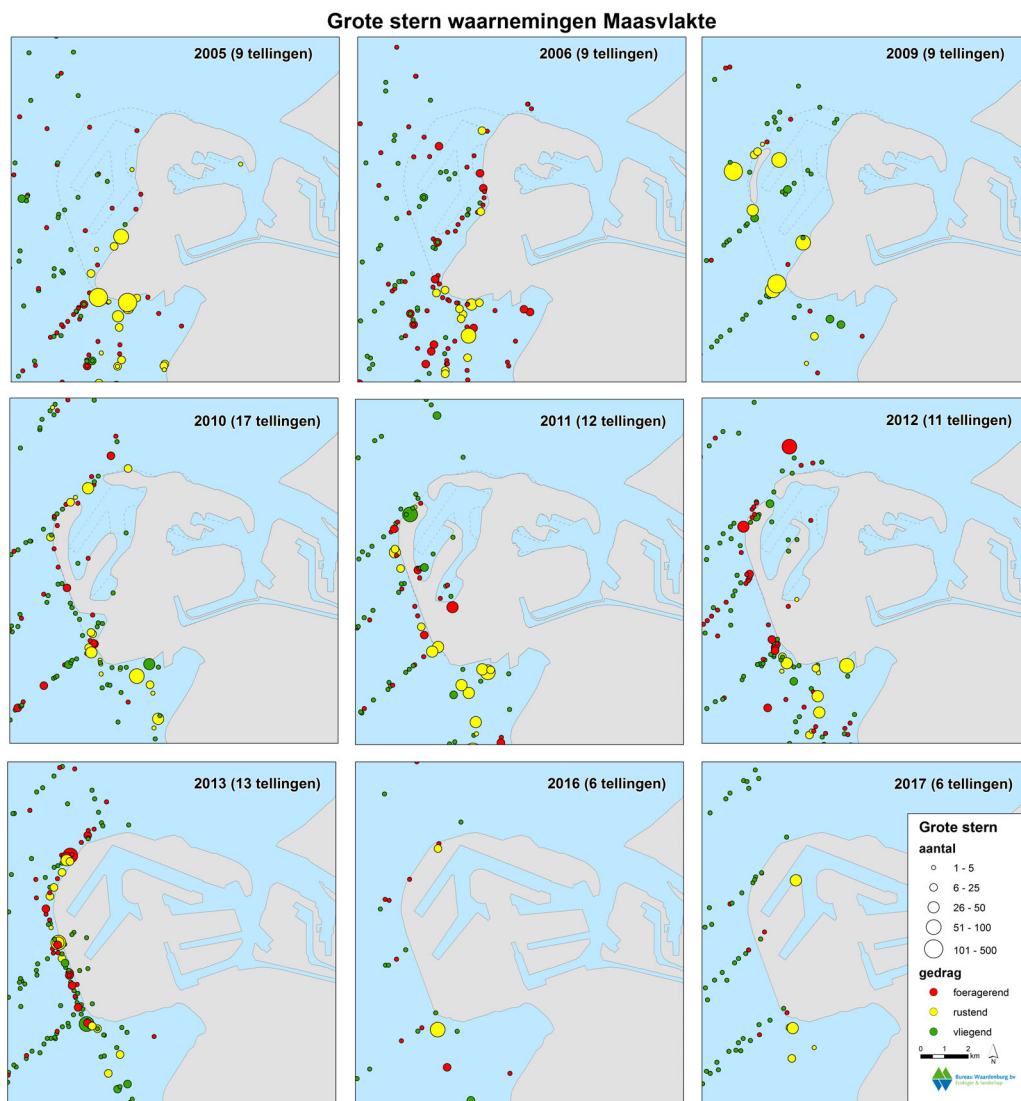
Op basis van de gegevens uit de vliegtuigtellingen tijdens de nulmeting (2005-2006) is een maximum per telling (geëxtrapoleerd naar het hele gebied op basis van de waarnemingen tijdens de gevlogene raaien) van 0-90 vliegende grote sterns in het verdwenen zeegebied van MVII berekend. Daarnaast zijn per telling ook vaak enkele tientallen rustende sterns op de zachte zeewering van MVI waargenomen.

Naast vliegende grote sterns, waarvan geen direct herleidbaar gedrag genoteerd is, werden tijdens de nulmeting in het gebied van de latere MVII ook grote aantallen foeragerende grote sterns aangetroffen (figuur I.1). Grote sterns visten met name langs de toenmalige zachte zeewering, maar ook nabij de overgang van zachte naar harde zeewering. In de jaren na de aanleg werden voornamelijk langs de zachte zeewering foeragerende grote sterns gezien,.

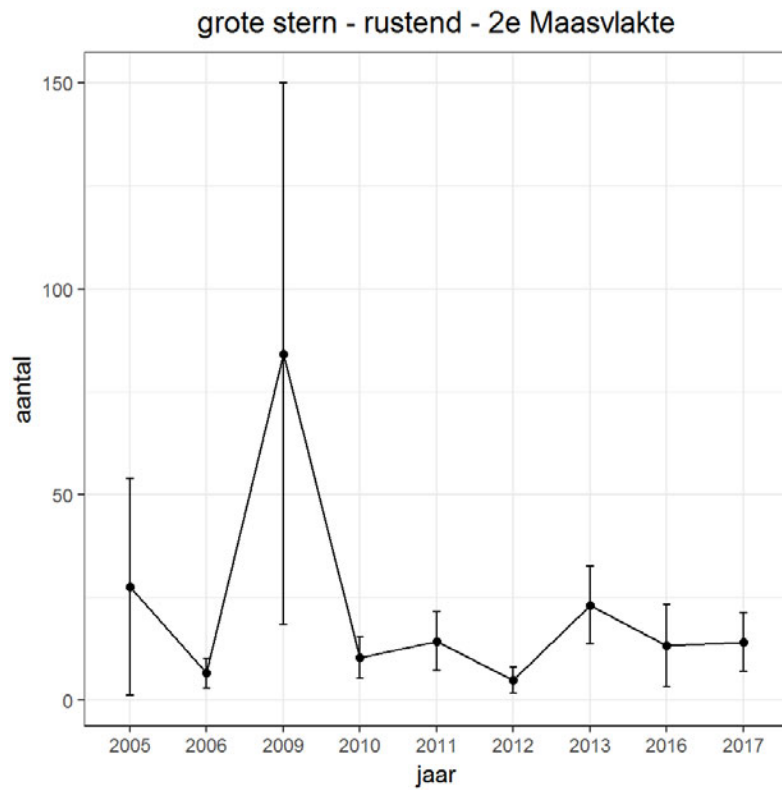
Grote sterns foerageerden tijdens de nulmeting niet alleen langs de zachte zeewering van MVI, maar gebruikten dit stuk ook om te rusten. Het zwaartepunt van rustende sterns lag op de zuidpunt, het Slufferstrand. Deze functie is overgenomen door de zachte zeewering van MVII. Het gemiddelde aantal rustende grote sterns per telling rond de MV is afgezien van en uitschieter in 2009 vrij constant gebleven (figuur I.2, alhoewel in recentere jaren de verspreiding zich steeds meer beperkt tot de zuidpunt van het slufferstrand (figuur I.1 en I.3).

Al met al kan worden geconcludeerd dat het zeegebied en de kust van de MVI (dus tijdens de nulmeting) in geringe mate gebruikt werden als foerageergebied voor grote sterns. Daarnaast werd op de oorspronkelijke zeewering, op de toenmalige stranden

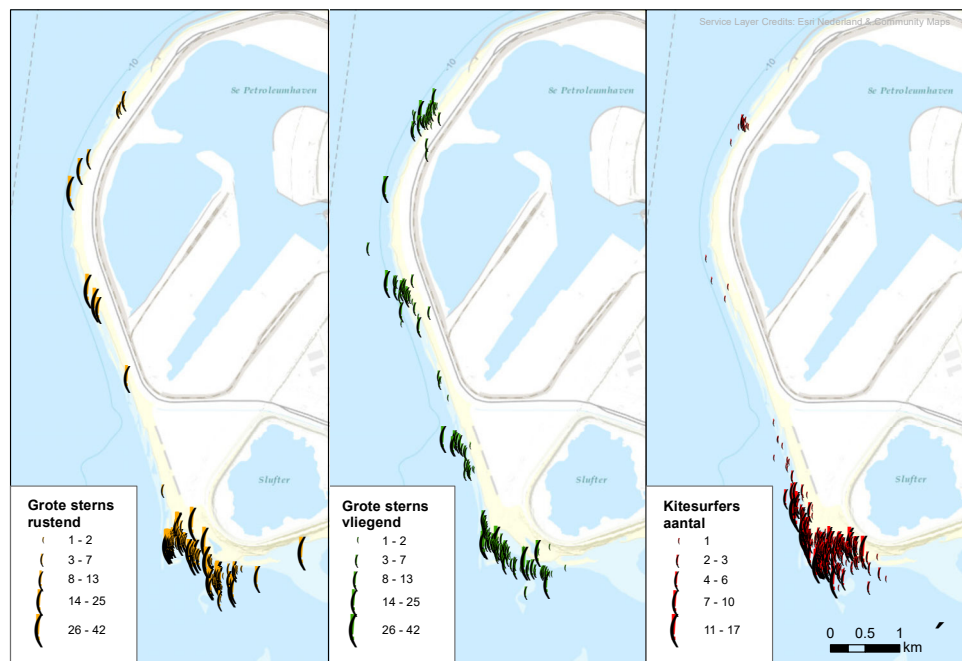
ook gerust. Tijdens de aanleg van MVII profiteerde rustende grote sterns van de relatieve rust op de vrijliggende nieuwe zandplaten en de afgesloten stranden. Na aanleg bleek de foerageerfunctie van het gebied overgenomen door met name de zachte zeewering van MVII. Rustende sterns zaten geconcentreerd op de zuidpunt van MV, bij het Slufferstrand en de Hinderplaat. Er zijn dus aanwijzingen dat de nieuwe zeewering in ieder geval een deel van de functie van de oude zeewering heeft overgenomen, maar in het integratierapport wordt hierop in meer detail ingegaan.



Figuur I.1 Cumulatieve aantallen grote sterns, gesplitst per gedragscategorie, rond de Tweede Maasvlakte tijdens de onderzoeksjaren 2005-2006 (PMR-NCV nulmeting), 2009-2013 (PMR-NCV Fase 1), 2016-2017 (PMR-NCV Fase 2).



Figuur I.2 Gemiddelde aantallen rustende grote sterns per telling rond de Tweede Maasvlakte in de periode 2005-2017.



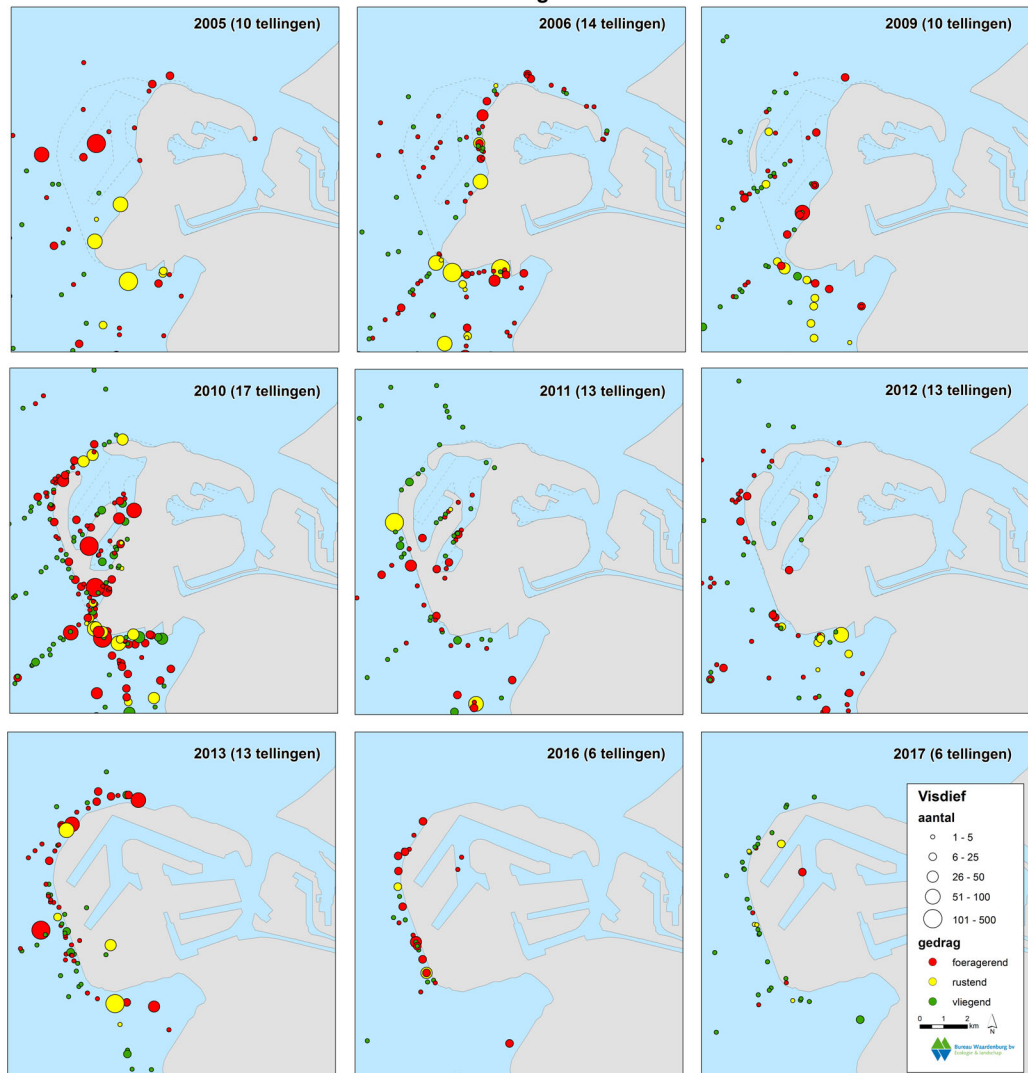
Figuur I.3 Waarnemingen van grote sterns en kitesurfers rond de Tweede Maasvlakte in de periode maart – augustus 2017.

Resultaten - visdief

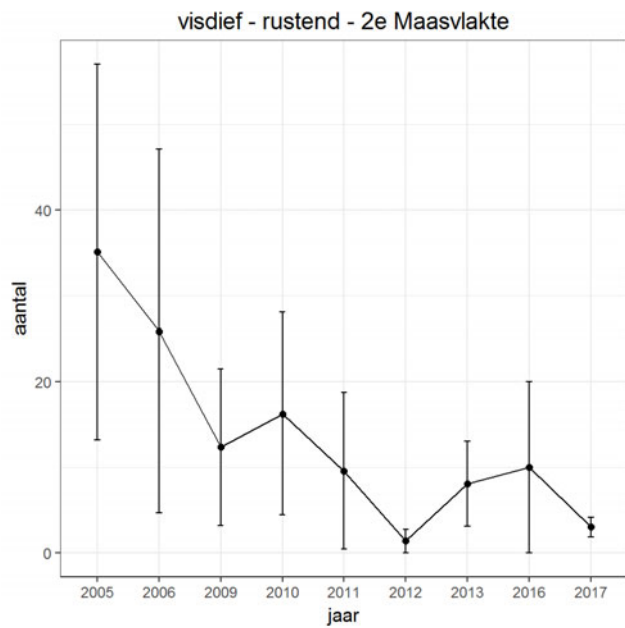
Op basis van de gegevens uit de vliegtuigtellingen tijdens de nulmeting (2005-2006) is een aantal van 0-330 vliegende visdieven in het verdwenen zeegebied van MVII berekend. Oorspronkelijk werd het zeegebied, en met name de kust van MVI, voornamelijk gebruikt door foeragerende visdieven (figuur I.4). Het deel van de visdieven dat op het moment van waarnemen vloog zonder dat daarbij een gedrag werd genoteerd, is veel kleiner dan bij grote sterns, wat aangeeft dat het aantal pendelende visdieven in het gebied relatief klein is. Opvallend is verder dat in 2005 relatief weinig gevoerageerd werd in de kustzone, terwijl in 2006 concentraties visdieven foerageerden bij de harde zeewering, en op de overgang van harde naar zacht zeewering. Tijdens de aanleg van MVII in 2009 en met name 2010 foerageerden grote aantallen visdieven in het zeegebied, en met name de suppletieschepen trokken massaal foeragerende visdieven aan. Visdieven zijn liefhebbers van turbulent water, en foerageren in de Voordelta met name in spui-openingen en dicht aan de kust (net achter de branding), en bleken ook een voorkeur voor actieve suppletieschepen te hebben. Na aanleg van de MVII zijn foeragerende visdieven met name langs de kusten van MVII aangetroffen en in veel kleinere aantallen verder op zee.

Tijdens de nulmeting rustten en foerageerden visdieven op en bij de zachte zeewering van de MVI, en lag het zwaartepunt van rustende sterns op de zuidpunt, het Slufferstrand. Deze functie is deels overgenomen door de zachte zeewering van MVII, maar de aantallen rustende visdieven zijn sterk gedaald ten opzichte van de tellingen tijdens de nulmeting (figuur I.5). Nog altijd is met name de zuidpunt, het Slufferstrand, in gebruik door visdieven (figuur I.4, I.6).

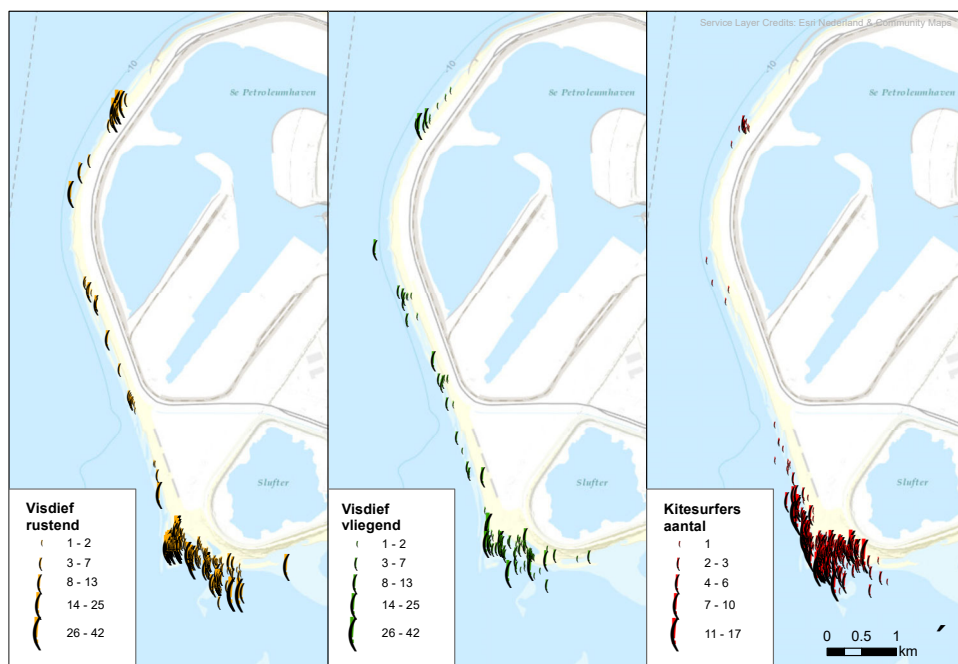
Visdief waarnemingen Maasvlakte



Figuur 1.4 Cumulatieve aantallen visdieven, gesplitst per gedragscategorie, rond de Tweede Maasvlakte tijdens de onderzoeksjaren 2005-2006 (PMR-NCV nulmeting), 2009-2013 (PMR-NCV Fase 1), 2016-2017 (PMR-NCV Fase 2).



Figuur I.5 Gemiddelde aantallen rustende visdieven per telling rond de Tweede Maasvlakte in de periode 2005-2017.



Figuur I.6 Waarnemingen van visdieven en kitesurfers rond de Tweede Maasvlakte in de periode maart – augustus 2017.

II Energiemodel visdieven kolonie Visdiefeiland

1. Inleiding

Door de aanleg van de Tweede Maasvlakte (MVII) is potentieel leef- en foerageergebied voor stern verloren gegaan in het Natura 2000-gebied Voordelta. Om de negatieve effecten van de aanleg te compenseren zijn rustgebieden aangewezen en is een bodembeschermingsgebied ingesteld. Om na te gaan of deze twee maatregelen bijdragen tot het herstellen van de leef- en foerageerfunctie van de Voordelta voor grote stern en visdief, werd een onderzoeksprogramma opgesteld dat zich richt op de broedbiologie en voedsel生态学 van deze soorten. In voorliggend rapport ligt de focus op visdief, en wordt besproken wat de mogelijke gevolgen zijn van de aanleg van MVII in termen van voedselaanvoer, groei en overleving van de kuikens.

Vanwege de relatief korte foerageer afstand van visdief tijdens het broedseizoen (tot maximaal 10 km), wordt verwacht dat de meeste visdiefkolonies in het Deltagebied weinig tot geen nadeel zullen ondervinden van de aanleg van MVII. Alleen de kolonies op het Visdiefeiland in de Slufter en in de Vogelvallei ondervinden potentieel hinder van de aanleg van MVII, omdat deze een deel van het voorheen geschikt foerageergebied inneemt en ze dus verder moeten vliegen. In dit rapport wordt op basis van voedselprotocollen uit 2017 een energetisch model opgesteld voor de kolonie op het visdiefeiland in de slufter en wordt besproken wat het effect is van de extra vliegtijd op de energieaanvoer naar de kolonie. Vervolgens worden de gedetailleerde voedselprotocollen van de Vogelvallei uit 2010 (die in tegenstelling tot deze van het Visdiefeiland vanuit de schuilhut zijn gemaakt) gebruikt om een relatie te leggen tussen energieaanvoer enerzijds en de groei en overleving van de kuikens anderzijds. Op deze manier kan er een link gelegd worden tussen de (potentiële) extra vliegduur en het broedsucces van de kolonie op het Visdiefeiland. Daarnaast wordt op basis van literatuurgegevens ook berekend wat de extra vliegtijd betekent voor de oudervogels in termen van energie-uitgave. Omdat de bezoekfrequentie van de twee bovengenoemde Maasvlaktekolonies niet groot was, wordt tot slot ook een vergelijking gemaakt met gegevens die werden verzameld in de kolonies op de Scheelhoek en/of in Zeebrugge. Van deze kolonies zijn meer voedselprotocollen gemaakt en is de groei en de overleving van de kuikens veel nauwkeuriger bijgehouden. Deze gegevens worden gebruikt om het bovenstaande model voor de kolonie op het visdiefeiland in de slufter te valideren.

2. Materiaal en methoden

2.1 Dieetsamenstelling, prooilengte- en aanvoer kuikens Visdiefeiland

Tussen 8 en 30 juni 2017 werd gedurende zeven voedselprotocollen de aanvoer van prooien gemeten vanop de dijk van de Slufter, waarbij zowel de soortgroep als de lengte van de aangebrachte prooien werd genoteerd. Om de prooilengte in te schatten werd de snavelengte (SL) van de oudervogel als referentie gebruikt, wat voor visdief overeenkomt met 36,2 mm. Prooilengtes werden geschat tot op 0,25 SL nauwkeurig. De tellingen vonden plaats binnen vier zones op de dijk, die overeenkomen met de vier aanvliegeroutes naar de kolonie: noord, noordwest, zuidwest en zuidoost (Figuur II.1).



Figuur II.1 Aanvliegeroutes van adulte visdieven met prooi naar het Visdiefeiland tijdens het broedseizoen 2017. Inzet: overeenkomstige foerageergebieden van de verschillende aanvliegeroutes

Op basis van de tellingen werden per aanvliegeroute de volgende zaken bepaald:

- *Dieetsamenstelling*: de procentuele samenstelling van het kuikendieet
- *Lengte van de prooien*: de lengtefrequentieverdeling van de prooisorten in stappen van 0,25 SL
- *Aanvoerfrequentie*: het aantal prooien dat per uur naar de kuikens wordt gebracht

Op basis van de waargenomen prooien en hun respectievelijke lengtes werd vervolgens de energetische samenstelling van het kuikendieet bepaald. De energie-inhoud van haring en zandspiering werd bepaald aan de hand van de formules in Stienen & Brenninkmeijer (2002). De gebruikte formule voor haringachtigen is $E =$

$0,03571 \cdot L^{2,996}$ en voor zandspieringen $E = 0,01499 \cdot L^{2,982}$. Hierin is E de energie-inhoud in kJ en L de vislengte in cm. Voor andere vissoorten (vnl. grondels, Gobiidae) enerzijds en garnalen en krabben anderzijds werden formules opgesteld op basis van gegevens van FishBase (ver. 06/2017). De gebruikte formule voor andere vissoorten is $E = 0,01512 \cdot L^{2,400}$ en voor garnalen/krabben $E = 0,01200 \cdot L^{2,849}$. Voor *Nereis*-wormen werd standaard een energie-inhoud van 1 kJ per worm gehanteerd.

Op basis van deze gegevens werden per aanvliegroute de volgende zaken bepaald:

- *Energetische samenstelling van het dieet*: de procentuele bijdrage van elke prooi-soort aan de totale energieaanvoer
- *De aanvoerfrequentie uitgedrukt in energie-eenheden*: de hoeveelheid energie (in kJ) die per uur naar de kuikens wordt gebracht

Tot slot werd voor haringachtigen, de belangrijkste prooi-soort op het Visdeifeiland, de lengtefrequentieverdeling bepaald voor de verschillende aanvoerroutes.

2.2 Effect aanleg Tweede maasvlakte op energieaanvoer, groei en overleving van de kuikens op het Visdiefeland

2.2.1 Energieaanvoer

Bovenstaande gegevens werden gebruikt om de invloed van de aanleg van MVII op de totale energieaanvoer naar de kolonie te berekenen. Hiervoor werd eerst een inschatting gemaakt van de extra afstand over land die de visdieven moeten afleggen om hun foerageergebied te bereiken. Op basis van vliegtuigtellingen van foeragerende visdieven daterend van voor de aanleg van de MVII, werd afgeleid dat voornamelijk de noordwestelijke route aanzienlijk langer is geworden. Waar de visdieven vroeger meteen achter de dijk van de Slufter gingen foerageren, moeten ze nu eerst de MVII oversteken. Heen en terug betekent dit een extra afstand van ongeveer 7 km die ze dienen te overbruggen, of 12 min extra vliegtijd bij een gemiddelde vliegsnelheid van 35 km/h (Nisbet 2002, Wakeling & Hodgson 1992). De andere routes (noord, zuidwest en zuidoost) bleven nagenoeg ongewijzigd.

Om een vergelijking te maken met de situatie vóór de aanleg van de Tweede Maasvlakte, werd er teruggerekend hoeveel extra prooien er zouden kunnen worden aangebracht langs de noordwestelijke route indien de foerageertijd 12 min korter was. Deze stap is noodzakelijk omdat er voor de aanleg van MVII geen voedselprotocollen werden uitgevoerd, en er dus geen gegevens over prooi-of energieaanvoer beschikbaar zijn. Als referentie voor de gemiddelde foerageertijd vóór aanleg van MVII, werden de voedselprotocollen vanuit de schuilhut op de Vogelvallei in 2010 gebruikt. Als consensus werd voor de noordwestelijke route een foerageertijd van 45 min gehanteerd vóór aanleg van de Maasvlakte, en een foerageertijd van 57 min ná aanleg van de MVII. Het aantal extra aangebrachte prooien dat op deze manier werd berekend, werd vervolgens vermenigvuldigd met de gemiddelde energie-inhoud van de prooien die langs de noordwestelijke route werden aangebracht. Door deze extra

energieaanvoer op te tellen bij de waarden van 2017, werd uiteindelijk een energieaanvoer berekend die als referentie kan dienen voor de situatie vóór aanleg van MVII. Hierbij dient te worden opgemerkt dat een eventuele verbetering van het voedselaanbod na de aanleg van MVII (zachte oevers vormen potentieel een beter habitat voor haringachtigen dan harde oevers) niet in deze berekeningen konden worden meegenomen door gebrek aan gegevens.

2.2.2 Groei en overleving

Vervolgens werd berekend wat het verschil in energieaanvoer vóór en ná aanleg van MVII betekent in termen van groei en overleving van de kuikens. Hiervoor werd eerst de relatie tussen energieaanvoer enerzijds en de kuikenconditie anderzijds bepaald, aan de hand van de gedetailleerde voedselprotocollen van de Vogelvallei uit 2010. Omdat er tijdens deze voedselprotocollen individuele kuikens gevolgd werden vanuit de schuilhut, konden er per kuikenleeftijd vergelijkingen worden opgesteld die de relatie tussen energieaanvoer en kuikenconditie beschrijven. Deze werden vervolgens toegepast op de kuikencondities die werden opgemeten binnen de enclosure op het Visdiefeiland in 2017. Op deze manier kon het verschil in energieaanvoer vóór en ná aanleg van MVII, vertaald worden naar een verschil in kuikenconditie.

Om dit verschil in kuikenconditie vervolgens om te rekenen naar de groei en overleving van de kuikens, werd er een vergelijking gemaakt met gegevens over de gemiddelde kuikenconditie binnen de volledige Delta tussen 2009 en 2016. [De gegevens van de Vogelvallei uit 2010 alleen volstaan hier niet, omdat de overleving van de kuikens in functie van hun conditie hier moeilijk in te schatten valt door de hoge mate van predatie.] Door de gegevens m.b.t. kuikenconditie- en overleving over alle jaren en alle kolonies te combineren, werd bepaald dat een conditie die minder dan 85 % bedraagt van de gemiddelde kuikenconditie in de Delta, resulteert in kuikensterfte. Op deze manier werd uiteindelijk ingeschat wat het effect is van de extra vliegtijd door aanleg van MVII op de kuikenoverleving op het Visdiefeiland.

2.3 Effect extra vliegtijd op energie-uitgave van de oudervogels

De extra foerageertijd langs de noordwestelijke route heeft niet alleen een impact op de voedselvoorziening, groei en overleving van de kuikens, maar ook op de energie-uitgave van de oudervogels. Om dit kwantitatief uit te drukken werden de formules uit Brenninkmeijer et al. (2002) gebruikt voor de energie-uitgave van vliegende sterns:

$$\text{Energy expenditure} = t_{\text{flight}} \times 4,77 \text{ BMR}$$

Met t_{flight} de tijd die ze al vliegend doorbrengen en BMR het basaal metabolisme of 'basal metabolic rate'. Deze laatste waarde wordt gegeven door:

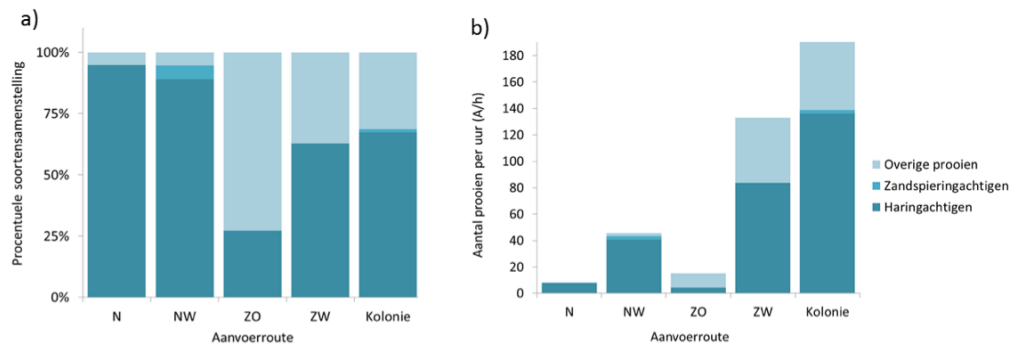
$$\text{BMR} = [0,617 (\pm 0,313) + 0,029 (\pm 0,012) \times L] M^{0,833 (\pm 0,075)}, r^2 = 0,963$$

Met L de lengtegraad (=51,931057 voor het visdiefeiland) en M de massa van een adulte vogel. Voor M werd de gemiddelde massa genomen van alle adulten die in het deltagebied werden opgemeten sinds 2009: M = 122 ($\pm 7,49$) g, n = 156.

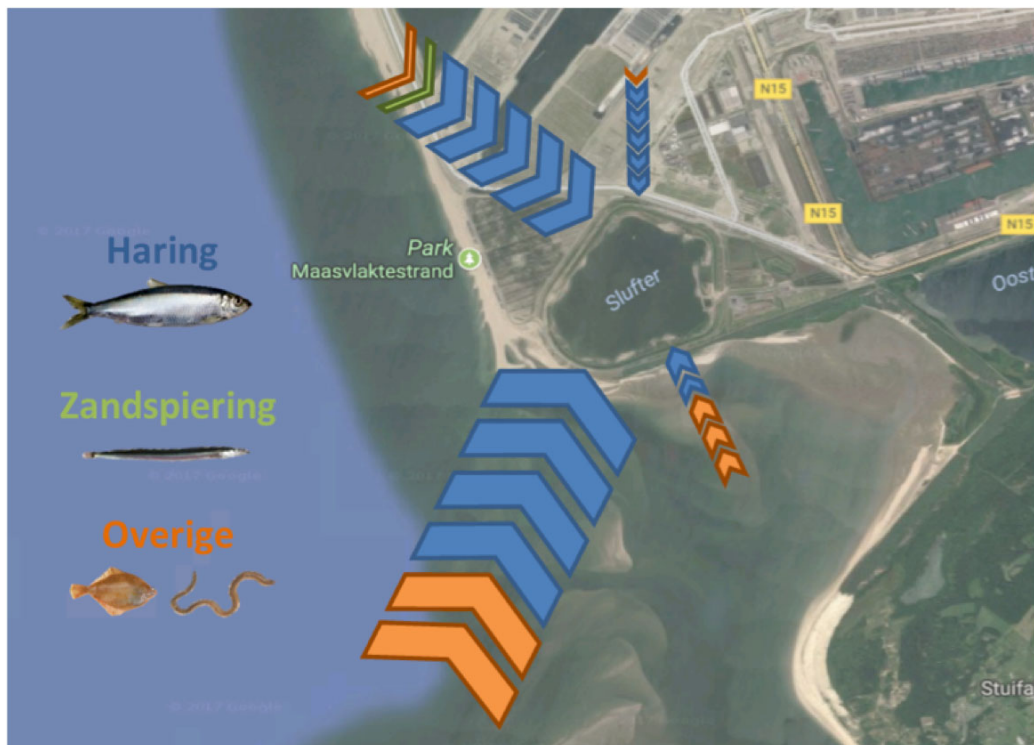
3. Resultaten

3.1 Dieetsamenstelling, prooilengte- en aanvoer kuikens Visdiefeiland

Figuur II.2a geeft de procentuele soortensamenstelling van het dieet van de kuikens op het Visdiefeiland, met opsplitsing voor de verschillende aanvoerroutes. Er is een significant verschil in soortensamenstelling tussen de verschillende aanvoerroutes ($X^2 = 38,4$; df = 6; $p < 0,001$), maar haringachtigen (*Clupeidae*) vormen voor alle aanvoerroutes de grootste prooigroep. Zandspierungen (*Ammodytidae*) werden alleen langs de noordwestelijke route aangebracht, waar ze 6 % van de totale prooiaanvoer vertegenwoordigen. Overige prooisorten, voornamelijk grondels (*Gobiidae*), platvissen (*Pleuronectiformes*) en borstelwormen (*Nereis sp.*), vormen voornamelijk voor de zuidelijke routes een aanzienlijk deel van de totale prooiaanvoer (ZO: 73% en ZW: 37%). In absolute aantallen voorzien de noordwestelijke en zuidwestelijke routes in de grootste prooiaanvoer, met een gemiddelde van respectievelijk 46 prooien/uur en 133 prooien/uur (Figuur II.2b). Gemiddelde prooiaanvoer per uur met bijhorende procentuele soortensamenstelling wordt samenvattend weergegeven in Figuur II.3.

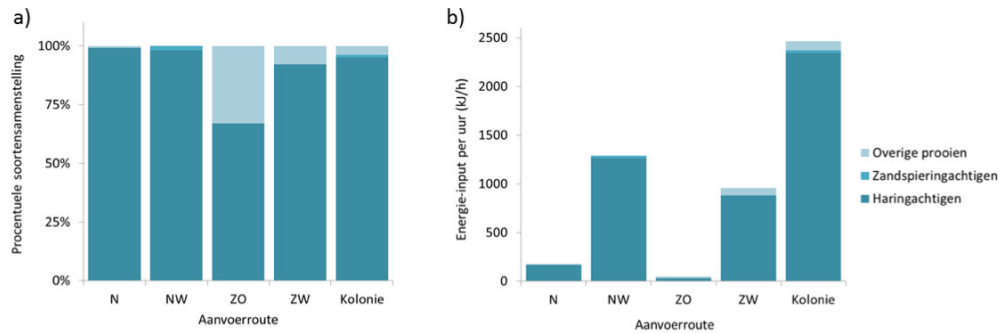


Figuur II.2 (a) procentuele soortensamenstelling (op basis van aantallen) van het dieet van de kuikens op het Visdiefeiland, met opsplitsing voor de verschillende aanvoerroutes, (b) aanvoer van de verschillende prooisorten (in absolute aantallen per uur) voor de verschillende aanvoerroutes.

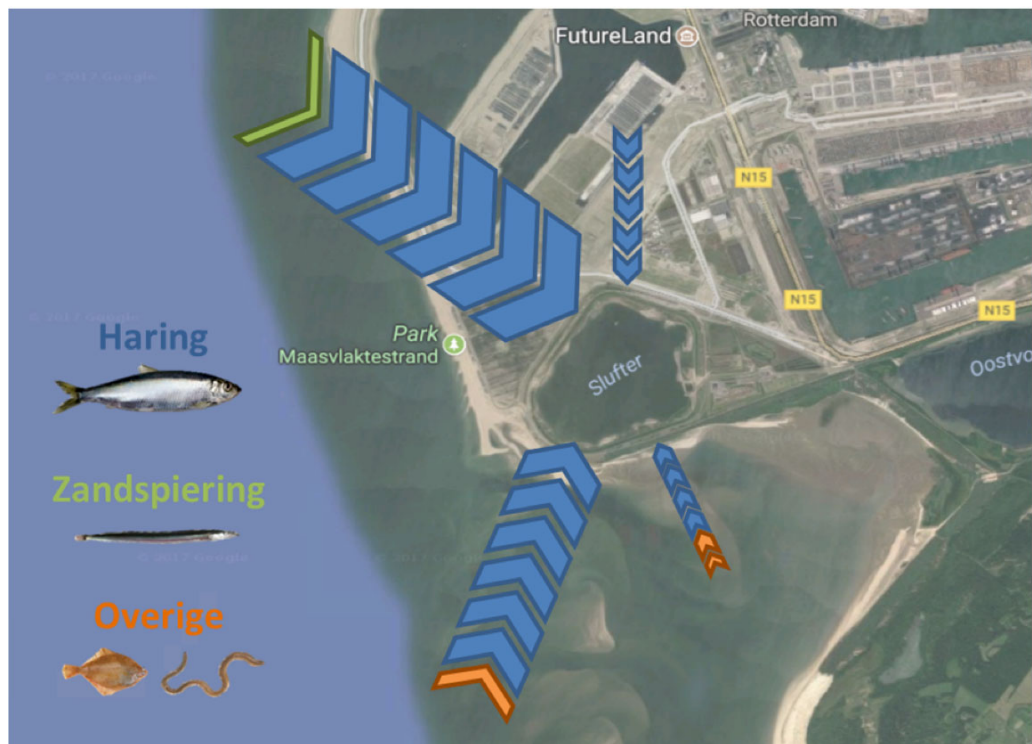


Figuur II.3 Visuele voorstelling van de verhoudingen in gemiddelde prooiaanvoer per uur en procentuele soortensamenstelling voor de verschillende aanvoerroutes naar het Visdiefeiland in 2017.

Op basis van de waargenomen aantallen prooivissen en hun respectievelijke lengtes werd de de energetische samenstelling van het kuikendieet bepaald. Figuur II.4a geeft de procentuele energiebijdrage van de verschillende prooisoorten binnen het dieet van de kuikens op het Visdiefeiland, met opsplitsing voor de verschillende aanvoerroutes. Net zoals voor de aantallen prooisoorten is er ook voor de procentuele energiebijdrage van de verschillende prooisoorten een significant verschil tussen de aanvoerroutes ($X^2 = 225,9$; $df = 6$; $p < 0,001$). Dankzij de hogere energie-inhoud van haringachtigen relatief t.o.v. andere prooisoorten, komt het overgewicht van de haringachtigen hier nog sterker tot uiting dan op basis van aantallen alleen. Zandspieringen, die 6 % van de noordwestelijke route vertegenwoordigen, leveren slechts een energiebijdrage van 2 %. Waar de overige prooisoorten nog 73 % en 37 % van de totale aantallen vertegenwoordigen langs de invoerroutes vanuit het zuidoosten en het zuidwesten, leveren ze respectievelijk slechts 33 % en 8 % van de energieaanvoer via deze routes. In absolute hoeveelheden is de energieaanvoer van de kolonie voornamelijk afhankelijk van de noordwestelijke route (gemiddeld 1289 kJ/h of 52 % van de totale energieaanvoer) en de zuidwestelijke route (gemiddeld 957 kJ/h of 39 % van de totale energieaanvoer), Figuur II.4b. Gemiddelde energieaanvoer per uur met procentuele soortensamenstelling wordt samenvattend weergegeven in Figuur II.5.

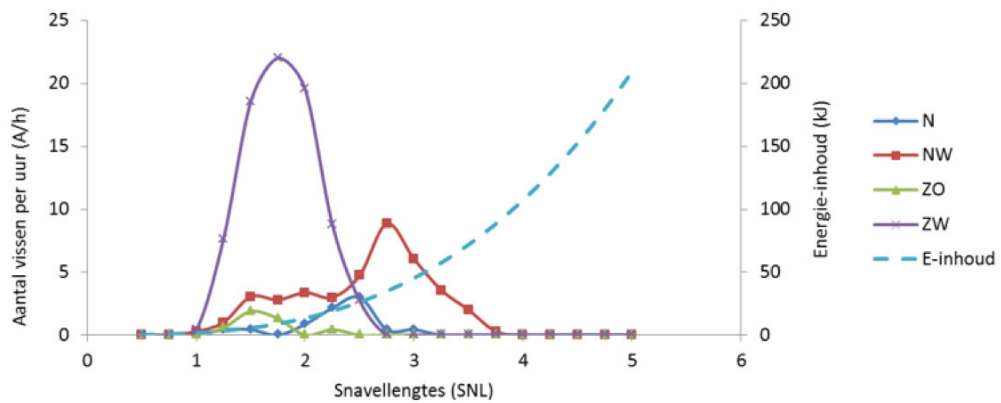


Figuur II.4: (a) procentuele soortensamenstelling (op basis van energie-inhoud) van het dieet van de kuikens op het Visdiefeiland, met opsplitsing voor de verschillende aanvoerroutes, (b) aanvoer van de verschillende prooi-soorten (in energieaanvoer per uur) voor de verschillende aanvoerroutes.



Figuur II.5 Visuele voorstelling van de verhoudingen in gemiddelde energieaanvoer per uur en procentuele soortensamenstelling voor de verschillende aanvoerroutes naar het Visdiefeiland in 2017.

Hoewel het totale aantal aangebrachte prooien per uur groter is langs de zuidwestelijke route, zorgt de noordwestelijke route voor de hoogste energieaanvoer. De verklaring hiervoor is dat aangebrachte haringachtigen (de voornaamste prooi-soort) langs de noordwestelijke route gemiddeld 0,75 SL (2,7 cm) groter zijn dan deze die via het zuidwesten worden aangebracht (Figuur II.6). Doordat de energie-inhoud van haring exponentieel toeneemt met de lengte (Figuur II.6), resulteert dit in een hogere energieaanvoer voor de noordwestelijke route ondanks het relatief lagere prooiaantal.

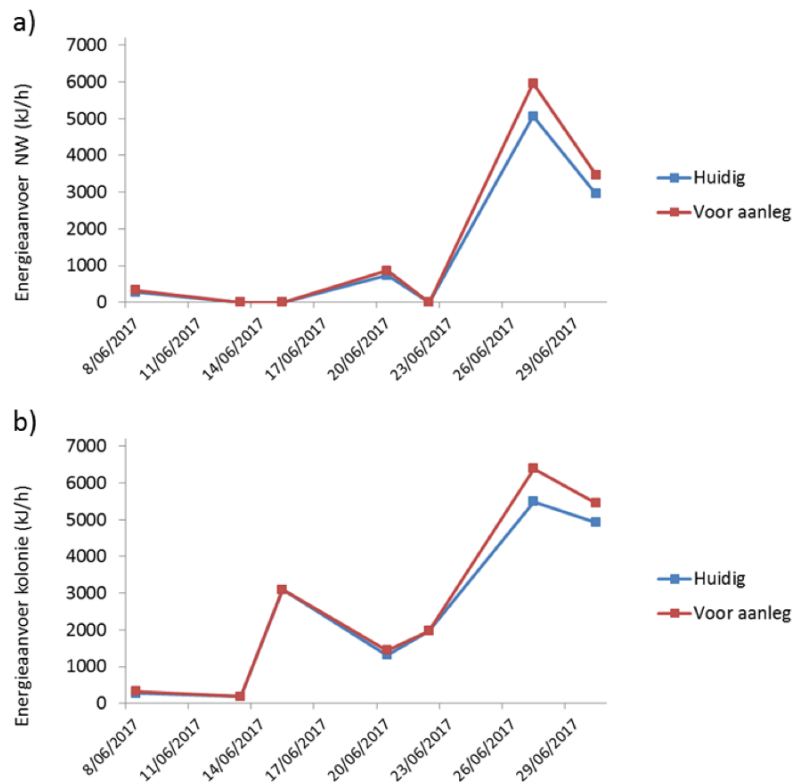


Figuur II.6 Linker as: lengtefrequentieverdeling van de haringachtigen voor de verschillende aanvoerroutes. Rechter as: energie-inhoud van haring in functie van de lengte.

3.2 Effect aanleg Tweede maasvlakte op energietoevoer, groei en overleving van de kuikens op het Visdiefeiland

3.2.1 Energieaanvoer

Door de aanleg van MVII werd de belangrijkste aanvoerroute voor het Visdiefeiland verlengd met ongeveer 7 km, wat overeenkomt met een extra vliegtijd van 12 min. Uitgaande van een foerageertijd van 45 min via de noordwestelijke route vóór de aanleg van MVII, betekent dit dat de visdieven in 2017 gemiddeld 57 min nodig hadden voor een foerageertrip, waardoor ze respectievelijk 26 % minder prooien en dus ook 26 % minder energie konden aanvoeren via deze route. Doordat het belang van de noordwestelijke route gedurende het broedseizoen stijgt (Figuur II.7a), zou het huidige (lagere) aantal prooien voornamelijk op het einde van het broedseizoen een wezenlijk verschil betekenen voor de kolonie (Figuur II.7b). Net voor het uitvliegen van de kuikens (30/06 – 31/06 in 2017) zou de verminderde energietoevoer via de noordwestelijke route een afname van 15 tot 20 % van de totale energietoevoer naar de kolonie betekenen, ten opzichte van de situatie voor aanleg van MVII.



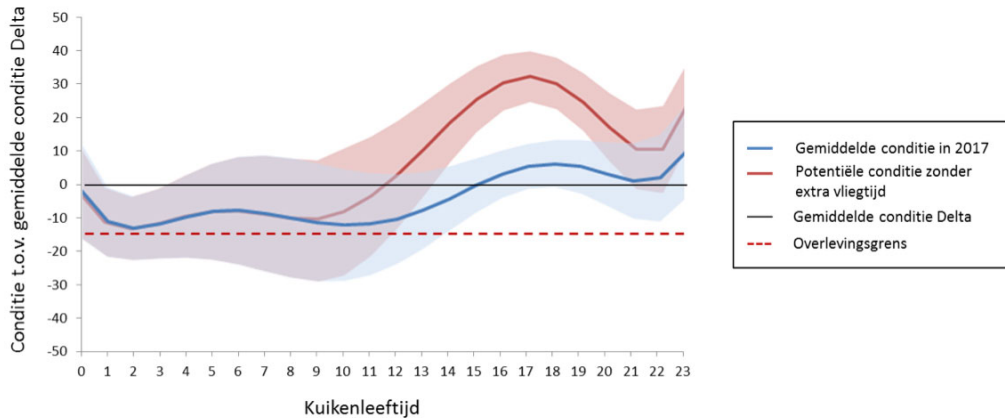
Figuur II.7 Verskil in energieaanvoer voor en na aanleg van MVII voor de noordwestelijke route (a) en voor de totale energieaanvoer naar de kolonie (b).

3.2.2 Groei en overleving

Het verschil tussen de huidige energieaanvoer en de potentiële energieaanvoer voor aanleg van MVII, vertaalt zich ook naar een verschil in kuikenconditie. Dit verschil komt vooral tot uiting vanaf een kuikenleeftijd van 10 dagen, omdat deze leeftijd gemiddeld gezien overeenkomt met het moment dat de noordwestelijke route in belang toeneemt. Waar de gemiddelde conditie op het Visdiefeiland in de tweede helft van de kuikenfase net boven het gemiddelde van de Delta uitstijgt, zou de conditie vóór aanleg van MVII zelfs tot 30 % hoger kunnen liggen dan het gemiddelde van de Delta (Figuur II.8). Echter, in beide gevallen ligt de conditie in de tweede helft van de kuikenfase ver boven de overlevingsgrens, waardoor het verschil in kuikenoverleving minimaal is.

Voor het Visdiefeiland lijkt dus voornamelijk de eerste helft van de kuikenfase cruciaal te zijn voor de kuikenoverleving. Tot een leeftijd van 10 tot 12 dagen ligt de waargenomen conditie in 2017 ongeveer 10 % onder het gemiddelde van het volledige Deltagebied. Wanneer de conditie voor elk kuiken individueel bekeken wordt, haalt naar schatting 46 % van de kuikens het vliegvlugge stadium niet. Wanneer voor deze kuikens echter de potentiële conditie voor aanleg van MVII wordt berekend, zouden er zich in de leeftijdscategorie 10 tot 14 dagen beduidend minder kuikens onder de overlevingsgrens bevinden ten gevolge van de betere conditie in deze periode, en zou slechts 40 % van de kuikens het vliegvlugge stadium niet

bereiken. Concreet betekent dit dat de extra vliegtijd door de aanleg van MVII tot gevolg heeft dat de kuikenoverleving naar schatting met 6 % is gedaald.



Figuur II.8 Huidige en potentiële conditie van de visdiefkuikens op het Visdiefeiland t.o.v. de gemiddelde conditie binnen het Deltagebied sinds 2009. De overlevingsgrens geeft de minimale conditie aan waarbij kuikens tot het vliegvlugge stadium kunnen overleven.

3.2.3 Effect extra vliegtijd op energie-uitgave van de oudervogels

Een adulte visdief met een gemiddelde massa van 122 (\pm 7,49) g zou voor aanleg van MVII 17,31 kJ verliezen tijdens een foerageertrip van 45 min langs de noordwestelijke route. Na aanleg van MVII zou dezelfde foerageertrip een energiekost van 21,92 kJ met zich meebrengen, als gevolg van een verlenging van de vliegtijd met ongeveer 12 min. Concreet betekent dit bijvoorbeeld dat een adult voor aanleg van MVII een haring van 7,9 cm moest eten om de energie te compenseren die tijdens een enkele foerageertrip werd uitgegeven. In de huidige situatie wordt de foerageertrip pas gecompenseerd bij consumptie van een haring van 8,5 cm.

4. Discussie

Door de relatief korte foerageer afstand van visdieven tijdens het broedseizoen, worden er voor de meeste kolonies binnen de Voordelta geen veranderingen verwacht ten opzichte van de periode vóór de aanleg van MVII. Alleen de kolonies op het Visdiefeiland in de Slufter en de (nieuwe) Vogelvallei ondervinden potentieel hinder, omdat MVII een deel inneemt van voorheen geschikt foerageergebied. Aan de hand van voedselprotocollen vanaf de dijk van de Slufter in 2017 werd vastgesteld dat de prooiaanvoer naar de kolonie op het Visdiefeiland via vier verschillende routes verloopt, overeenkomstig de vier belangrijkste foerageergebieden. Over het volledige broedseizoen leverde de noordwestelijke route de grootste bijdrage aan de totale energieaanvoer naar de kolonie, voornamelijk omdat er tegen het einde van het broedseizoen veel en grote haringen werden aangebracht via deze route.

Gebaseerd op de waarnemingen in 2017 lijkt het erop dat de noordwestelijke route als gevolg van de aanleg van MVII aanzienlijk verlengd ten opzichte van de situatie voor de aanleg. In de eerste helft van de kuikenfase had dit waarschijnlijk slechts beperkte gevolgen voor de energieaanvoer, omdat er in deze fase slechts weinig werd gevoerd via de noordwestelijke route. Mogelijk wordt dit veroorzaakt doordat er vroeg in het seizoen nog onvoldoende grote haring beschikbaar is. Dit beperkte verschil in energieaanvoer zou zich echter wel vertaald hebben in een lagere overlevingskans voor de kuikens (-6 %), omdat de gemiddelde kuikenconditie in deze periode slechts iets hoger lag dan de overlevingsgrens.

In de tweede helft van de kuikenfase nam de aanvoer van haring via de noordwestelijke route toe, waardoor de langere afstand die ze dienen te overbruggen over MVII een afname van 15 tot 20 % in de totale energieaanvoer naar de kolonie zou kunnen betekenen. Omdat de kuikenconditie op het Visdiefeiland in de tweede helft van de kuikenfase echter erg hoog lag relatief t.o.v. het gemiddelde van het Deltagebied, was het effect op de groei en overleving van de kuikens in deze fase waarschijnlijk verwaarloosbaar.

Naast de gevolgen voor de conditie, groei en overleving van de kuikens, heeft de aanleg van MVII ook een impact op de energie-uitgave van de adulte vogels. Door de extra vliegtijd langs de noordwestelijke route, is de energie-uitgave gedurende een enkele foerageertrip langs deze route toegenomen met naar schatting 26 %. Deze extra energie-uitgave moet gecompenseerd worden door voor zichzelf ofwel op grotere vissen te foerageren, of door meer vissen te vangen. In beide gevallen kan verwacht worden dat de adulte vogels hierdoor meer tijd moeten investeren in hun eigen voedselvoorziening, waardoor de foerageertijd in functie van de kuikens wordt ingekort. Door deze extra kost mee in rekening te brengen, kan verwacht worden dat de overleving van de kuikens op het Visdiefeiland wellicht met meer dan 6 % gedaald is ten opzichte van de situatie voor de aanleg van MVII.

Omdat deze resultaten gebaseerd zijn op een beperkt aantal voedselprotocollen uit 2017, is het raadzaam ze slechts als een indicatie te beschouwen voor het potentiële effect van de aanleg van MVII op de visdiefkolonies die zich in de invloedssfeer ervan bevinden. Om het effect van de aanleg van MVII op de kolonie op het Visdiefeiland nauwkeuriger te kunnen inschatten, is het aangewezen om in verschillende jaren vergelijkbare voedselprotocollen te maken die de energieaanvoer naar de kolonie gedetailleerd in beeld brengen gedurende het volledige broedseizoen. In combinatie met een goede opvolging van de gemiddelde kuikenleeftijd en -conditie in de loop van het seizoen, kunnen er dan betrouwbare schattingen gemaakt worden over het effect van de aanleg van Maasvlakte II op de groei en overleving van de kuikens op het Visdiefeiland, en de uiteindelijke gevolgen voor het broedsucces van de kolonie. Ook is het raadzaam te proberen een beeld te krijgen van de eventuele veranderingen in het voedselaanbod in de omgeving van MVII. Zo zou het kunnen dat de huidige zachte oevers een beter habitat vormen voor haringachtigen of andere prooien van visdieven dan de harde oevers vóór de aanleg. Dit zou kunnen resulteren in een hoger voedselaanbod, wat de negatieve effecten van een langere foerageerroute teniet zou kunnen doen doordat de effectieve foerageertijd verkort wordt.

5. Referenties

Brenninkmeijer A., Stienen E.W.M., Klaassen M., Kersten M., 2002. Feeding ecology of wintering terns in Guinea-Bissau. *Ibis* 144: 602-613.

Nisbet, I C T. The Birds of North America Online (2002: series Alan Poole), ed. "Common Tern (*Sterna hirundo*)". Cornell Lab of Ornithology.

Wakeling J.M., Hodgson J., 1992. Short communication. Optimisation of the flight speed of the little, common and sandwich tern. *J. exp. Biol.* 169, 261 – 266.

III Habitat-model grote stern

1. Inleiding

Grote sterns foerageren op zee om voedsel te zoeken voor zowel zichzelf als voor hun kuikens. Met name in het laatste geval is de verspreiding van grote sterns beperkt tot een gebied van ongeveer 60 km rond de kolonie waar gebroed wordt. Dit gebied wordt de home-range van een vogel genoemd. Voor grote sterns in de Voordelta is de home-range beschreven door Fijn *et al.* (2016). Binnen deze home-range wordt waarschijnlijk de verspreiding van grote sterns grotendeels gestuurd door het voedselaanbod. Aangezien in het PMR-NCV onderzoek geen gegevens worden verzameld over het aanbod aan pelagische vis moeten we terugvallen op proxy's voor het voedselaanbod om de verspreiding van grote sterns op zee te kunnen verklaren. Dit is deels mogelijk met de abiotische modelgegevens die worden verzameld door Arcadis binnen PMR-NCV.

Op basis van deze gegevens kan een zogeheten habitatgeschiktheidsmodel gemaakt worden, waarmee het mogelijk kan zijn om de verspreiding van vogels te voorspellen. Hiermee kan statistisch ruimtelijk in kaart gebracht worden welke (abiotische) factoren van belang zijn voor (foeragerende) grote sterns. Deze voorspellingen zijn interpolaties van de habitatkenmerken van gebieden waar sterns met loggers niet kwamen. Ook kunnen voorspellingen gedaan worden voor het verleden, toen alleen abiotische data verzameld zijn. Hiermee is het dus mogelijk om voorspellingen te doen over waar de potentieel belangrijke gebieden voor broedende grote sterns uit de Delta liggen (belangrijk voor de PKB evaluatie) en ook met terugwerkende kracht hoe dat in de T0 kan zijn geweest. Daarmee wordt het dus in retrospectief mogelijk om de effecten van de Tweede Maasvlakte beter in te schatten.

Het opstellen van een habitatgeschiktheidsmodel van de grote stern vereist een uitgebreide analyse. Door ruimtelijke en temporele autocorrelatie in de metingen is het nodig om hier in de analyse rekening mee te houden. Het meest voor de hand liggend is gebruik te maken van R-INLA, een methode gebaseerd op Bayesiaanse statistiek waarbij ruimtelijke en temporele correlatie verdisconteerd kan worden. Dit laatste was niet voorzien in de opdracht die onderdeel was van het jaarplan 2017. Wel stond een verkenning van de data en voorbereidende gesprekken voor een R-INLA analyse met experts op het programma. In het najaar van 2017 is diverse malen gesproken met experts van WMR, zoals Geert Aarts, Ingrid Tulp en Niels Hintzen, en ook externen zoals Henrik Skov (DHI) over de ontwikkeling van een dergelijk habitatgeschiktheidsmodel. In deze gesprekken is gekeken in hoeverre beschikbare de data geschikt zijn en in hoeverre er kan worden aangesloten bij andere modelleertrajecten binnen WMR. Begin 2018 is de verkennende analyse uitgevoerd en deze bijlage vormt de beschrijving van de resultaten. De R-INLA analyse staat als volgende module op het programma.

2. Methode

Uit de GPS-logger data die zijn verzameld tussen 2012 – 2015 zijn op basis van locatie, vliegsnelheid en draaihoek van elk individuele punt bepaald waar vogels foerageren en waar niet (zie Fijn *et al.* 2016 voor de beschrijving van deze methodiek). In totaal zijn voor deze analyse 101 trips van 20 individuen gebruikt, met per 5 minuten een GPS locatie. Een selectie op foerageergedrag (foeragerend of vliegend) leverde 2362 datapunten op met het foerageergedrag en de locatie, datum en tijd.

Aan al deze punten zijn vervolgens abiotische gegevens gekoppeld zoals watertemperatuur, kuikenleeftijd, getij, uur van de dag, bewokingsgraad, golfriochting, waterdiepte, afstand tot kolonie, saliniteit, golfperiode, stroomsnelheid aan het oppervlak, windsnelheid en golfhoogte (geleverd door Arcadis in 2017). Deze data zijn verkend om inzicht te krijgen in mogelijke relaties tussen foerageerplekken en abiotische factoren en dus welke factoren mogelijk sturend zijn in prooiaanbod en daarmee foeragerende sterns. Bij 229 punten ontbrak de waterabiotiek (voornamelijk punten die binnen de zeewering lagen, zoals in het Grevelingenmeer), zodat een selectie van 2133 datapunten (met complete data) is gebruikt voor de verdere analyses.

Na de dataverkenning is een statistisch model gebruikt om te testen welke abiotische factoren een verband hebben met het foerageergedrag van vogels. Uit de loggerdata zijn alle punten geselecteerd waar vogels foerageerden, rustten, naar de kolonie vlogen, van de kolonie af vlogen of jongen bewaakten. Deze data is voor de statistische analyse verdeeld in twee groepen: plekken waarop vogels foerageerden ('foeragerend') versus plekken waar ze niet foerageerden ('niet foeragerend').

De abiotische data zijn gecentreerd naar nul en geschaald door alle waarden te delen door de standaarddeviatie. Deze stap is genomen omdat het statistisch model niet kan omgaan met een verschil in orde grootte van de waarde van de abiotische factoren.

Vanwege het vrij grote aantal abiotische variabelen zijn twee typen analyses uitgevoerd: één door middels een PCA alle abiotische variabelen terug te voeren tot drie 'abiotische assen' en één door met een selectie van abiotische factoren te werken. Voor het tweede type is geanalyseerd of er verbanden zijn tussen de abiotische factoren (collineariteit) middels de variance inflation factor (VIF) en door inspectie van de onderlinge correlaties (relevant vanaf r groter dan 0.5). Dit is een maat voor de voorspelbaarheid van een factor op basis van de andere factoren. Factoren met een VIF veel groter dan 3 zijn factoren uitgesloten). Deze verbanden bleken aanwezig en daarom zijn de volgende variabelen niet meegenomen in de analyse: luchttemperatuur (sterke relatie met watertemperatuur), golfhoogte (sterke relatie met waterdiepte en windsnelheid) en afstand tot de kolonie (sterke relatie met waterdiepte).

Het foerageergedrag is gerelateerd aan de tien overgebleven abiotische variabelen of aan de eerste drie PCA-assen met een GLMM (Generalised Linear Mixed Model met binomiale verdeling: foeragerend = 1, niet-foeragerend = 0). Daarnaast is de factor 'vogel individu' als random variabele toegevoegd omdat er meerdere waarnemingen zijn van één individu. Allereerst zijn de factoren aan het GLMM toegevoegd zonder interacties. Er is in dit stadium gecontroleerd of er sprake is van 'overdispersie'. Daarna is het model stapsgewijs opgebouwd met interacties en zijn significante interacties behouden. Nadat het model met interacties was opgebouwd, is getest of de eerder verwijderde factoren nu wel een significante verbetering opleverden. De significantie is getest met Chi-kwadraat toetsen en vergelijking van AIC (verschil >2 als drempel). Daarnaast zijn twee typen R^2 berekend: een marginale variant voor de mate waarin de abiotiek de variatie in het foerageergedrag vat en een conditionele variant die aangeeft hoe het totale model (inclusief random factoren) de variatie in foerageergedrag vat.

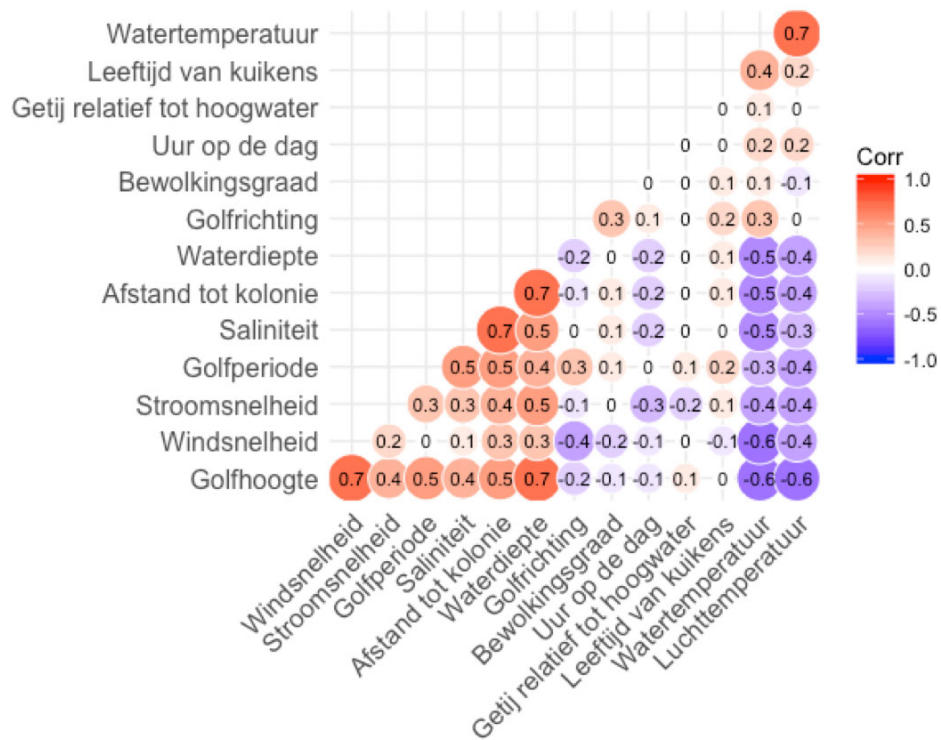
Vanwege het ruimtelijke karakter van de gegevens is ook de mate van ruimtelijke autocorrelatie geanalyseerd door de residuen met een variogram, een ruimtelijke bubble-plot en een berekening van Moran's I.

3. Resultaten

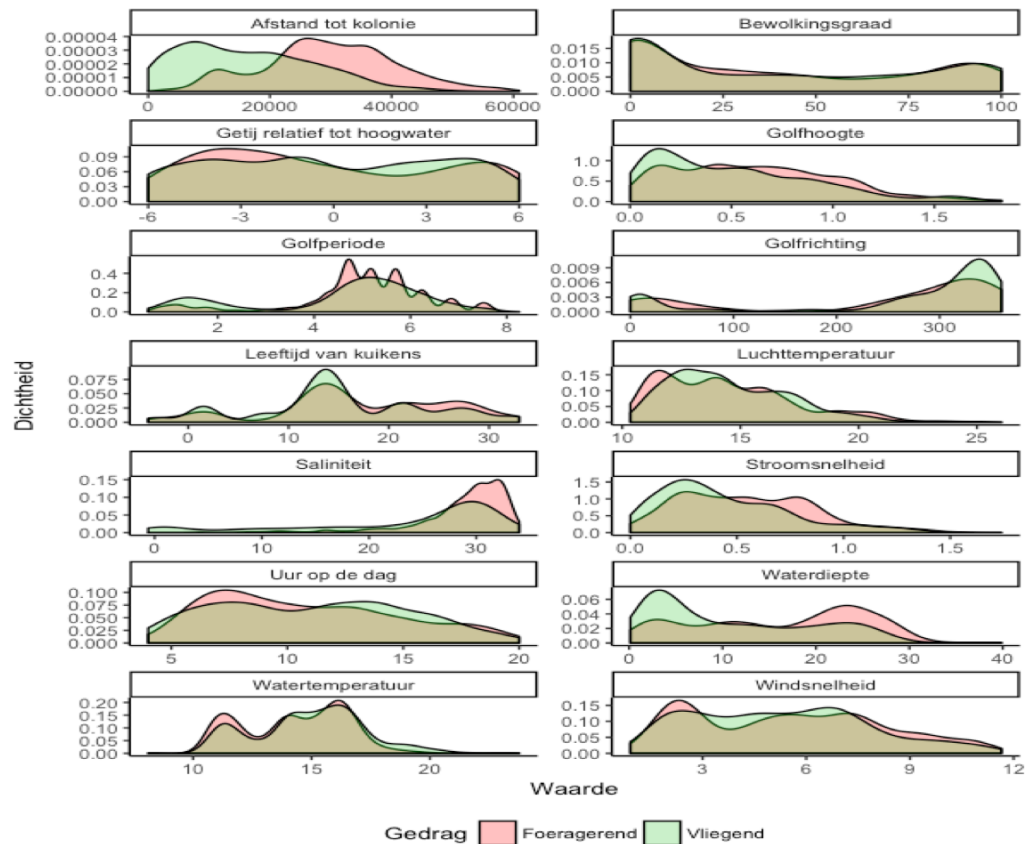
Verkennde analyse

Uit de verkennde analyse blijkt dat de verdeling van de dichtheid aan sterns binnen de abiotische variabelen soms afhankelijk is van hun gedrag (vliegend/foeragerend; figuur III.1). Grote sterns foerageerden vooral op 15 km (kust van MVII) en tussen 25 - 40 km afstand van de kolonie, terwijl op korte afstanden van de kolonie vooral gevlogen werd. Verder werd vooral gefoerageerd bij afgaand tij, bij grotere waterdieptes (20 - 30 m), een noordelijke golfrichting (tussen de 300 – 45 graden), een hoge saliniteit, bij hogere stroomsnelheden (0.5 - 1 m/s) en in de (vroeg) ochtend (figuur III.1).

Veel van de abiotische variabelen waren sterk gecorreleerd met elkaar (figuur III.2) in de periode dat waar binnen de GPS-posities werden genomen (21 sterns, 101 trips, zie methode paragraaf). Dit hangt samen met de ruimtelijke samenhang van variabelen: wateren verder uit de kust zijn dieper, hebben een hoger zoutgehalte, hogere golven deels door een hogere windsnelheid. Dit blijkt ook sterk uit de correlatiefiguur, waarbij vooral de golfhoogte, afstand tot de kolonie, de waterdiepte en water- en luchttemperatuur een grote collineariteit vertonen (figuur III.2, met een r groter dan 0.5 als grens).

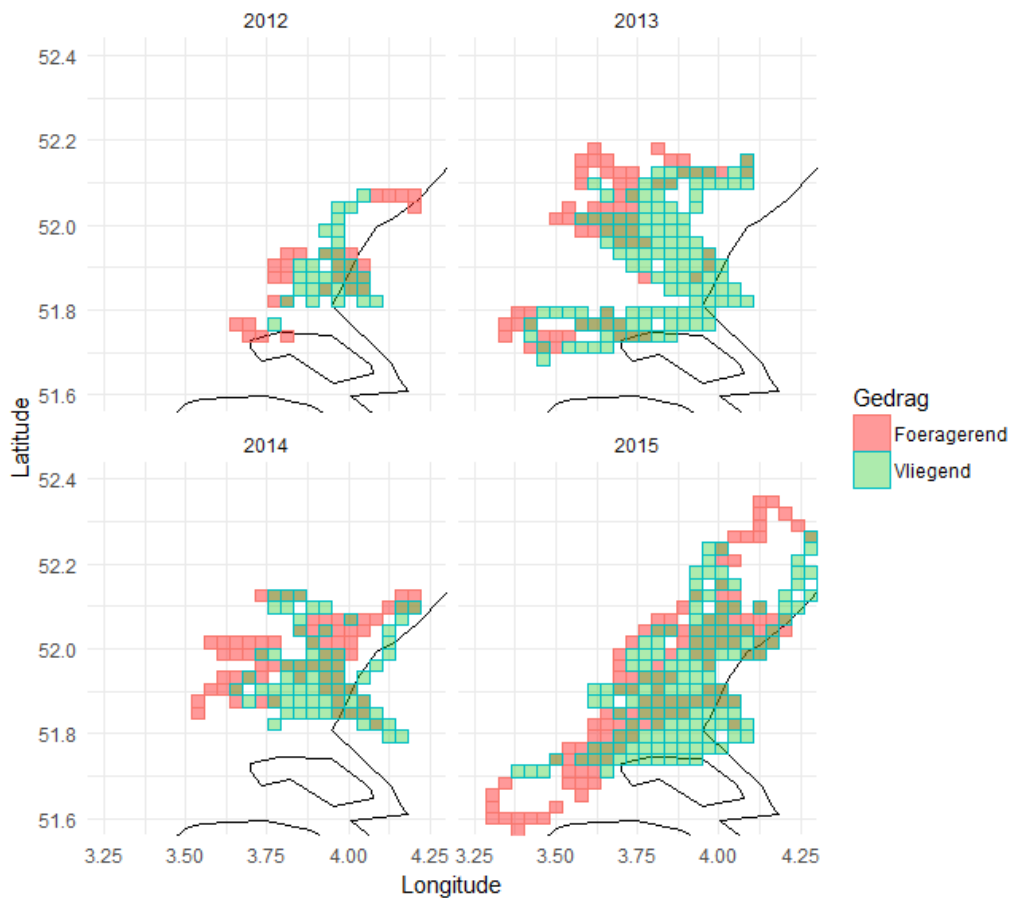


Figuur III.2 Pearson-correlatiecoëfficiënt tussen alle abiotische parameters. Positieve (rode) en negatieve (blauw) correlaties zijn aangegeven.



Figuur III.1 Vergelijkende dichtheids-histogrammen van alle abiotische variabelen in relatie tot het foerageer- en vlieggedrag van grote stern. De dichtheidsfunctie is een gladgemaakte vorm van een histogram. Het oppervlak onder de grafiek is 1. De figuur informeert over de verdeling van de waardes, maar zegt niets over het relatieve belang.

Het gedrag van de grote sterns vertoont een sterk ruimtelijk patroon (figuur III.3). In de periode 2012-2015, fluctueerde dit ruimtelijke patroon fluctueert van jaar tot jaar (zie ook Fijn *et al.* 2016). Hierbij moet worden opgemerkt dat er in de loop der jaren steeds meer data per jaar is verzameld. In totaal zijn voor deze analyse 101 trips gebruikt van 20 individuen. Verder valt op dat grote sterns op bepaalde plekken soms foerageren en soms vliegen (hokken met gemengde kleur rood-groen). Ook valt op dat er vooral aan de buitenkant (zeekant) gefoerageerd wordt en dicht bij de kust gevlogen.

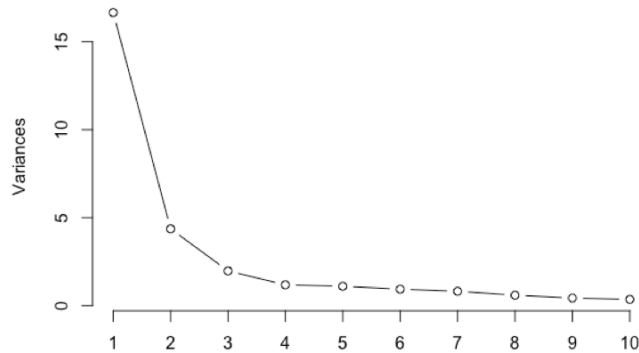


Figuur III.3 Geografische locaties in 2012 (n = 230), 2013 (n = 623), 2014 (n = 542) en 2015 (n = 967) waarop foeragerende (rood) versus niet-foeragerende vogels (groen) zijn waargenomen. In sommige gevallen overlappen beide kleuren, daarbij zijn in hetzelfde gebied vogels soms foeragerend en soms niet-foeragerend waargenomen. In totaal bestaat de dataset uit trips van twintig vogels.

Analyse van abiotische PCA-assen

In het eerste deel van de statistische analyse zijn de drie beste PCA-assen gebruikt in een GLMM. Deze drie PCA-assen besloegen 79% van de variatie (figuur III.4) in de abiotische gegevens (14 parameters). De eerste as bestond vooral uit uur van de dag, de tweede uit golfhoogte, waterdiepte, stroomsnelheid, luchttemperatuur en zoutgehalte, de derde as bestond vooral uit golfrichting en de leeftijd van kuikens.

PCA - abiotiek Noordzee op datapunten Grote stern



Figuur III.4 Relatie tussen de variantie in de dataset die per PCA-as wordt gevangen. Zichtbaar is dat vanaf 3 tot 4 assen het merendeel van de variatie in de dataset gevat wordt in de PCA-assen.

Het GLMM heeft een hogere AICc (tabel III.1) en past daarmee minder goed op de data dan het GLMM met de tien losse afzonderlijke abiotische parameters (volgende paragraaf). Verder is het nadeel van de PCA-methode dat de exacte opbouw van het model lastig te achterhalen is omdat deze informatie opgesloten zit in de opbouw van de PCA-assen.

Tabel III.1 GLMM van foerageergedrag van grote sterns ('foeragerend' versus 'niet-foeragerend') in relatie tot de drie beste PCA-assen van de abiotische factoren. Chi^2 = Chi-kwadraat waarde. df = aantal vrijheidsgraden. AICc = Akaike information criterion als maat voor modelkwaliteit. R2-marginaal = mate waarin abiotiek de variatie in foerageergedrag voorspeld. R2-conditioneel = maat voor de mate waarin het totale model de variatie in het foerageergedrag voorspeld. Overdispersie = als deze teveel afwijkt van 1 dan voldoet de dataverdeling van het model niet.

Abiotische factoren	Chi ²	df	P
PC1	11	1	0,001 ***
PC2	256	1	< 0,001 ***
PC3	6	1	0,014 *
PC1 x PC2	1	1	0,411
PC1 x PC3	4	1	0,051 .
PC2 x PC3	38	1	< 0,001 ***
PC1 x PC2 x PC3	10	1	0,001 ***
AICc (df = 9): 2387			
R2-marginaal = 0,36			
R2-conditioneel = 0,60			
Overdispersie factor 1,012 p = 0,34			

Analyse van de afzonderlijke abiotische factoren

Het beste model bevat zeven abiotische factoren en een aantal interacties daartussen (Tabel III.2). De factoren watertemperatuur, leeftijd van kuikens en stroomsnelheid aan

het wateroppervlak dragen niet significant bij aan het model. De overige abiotische variabelen dragen alle significant bij aan het model. Grote sterns foerageerden vooral in diepere kustwateren met relatief hoge saliniteit. Daarnaast is ook de golfrichting van invloed en werd er minder gefoerageerd bij een golfrichting rond de 330 graden (noordwest). Vier interacties dragen ook bij aan het model: met name de interactie tussen waterdiepte en saliniteit. Afhankelijk van de waterdiepte kan het effect van de saliniteit op het foerageergedrag dus veranderen (en andersom). Het voordeel van het model op basis van de abiotische factoren (in vergelijking met model op basis van PCA-assen) is dat het direct inzicht in welke abiotische parameters nuttig zijn voor een habitatmodellering.

Tabel III.2 GLMM van foerageergedrag van grote sterns ('foeragerend' versus 'niet-foeragerend') in relatie tot abiotische factoren. Chi² = Chi-kwadraat waarde. df = aantal vrijheidsgraden. AICc = Akaike information criterion als maat voor modelkwaliteit. R2-marginaal = mate waarin abiotiek de variatie in foerageergedrag voorspelt. R2-conditioneel = maat voor de mate waarin het totale model de variatie in het foerageergedrag voorspelt. Overdispersie = als deze teveel afwijkt van 1 dan voldoet de dataverdeling van het model niet.

Abiotische factoren	Chi²	df	P	
waterdiepte	43	1	< 0,001	***
saliniteit	125	1	< 0,001	***
golfrichting	7	1	0,006	**
uur van de dag	39	1	< 0,001	***
windsnelheid	12	1	< 0,001	***
bewolkingsgraad	9	1	0,002	**
stroomsnelheid	12	1	0,004	**
waterdiepte x saliniteit	48	1	< 0,001	***
waterdiepte x golfperiode	11	1	0,001	*
windsnelheid x bewolkingsgraad	28	1	< 0,001	***
golfperiode x windsnelheid	14	1	< 0,001	***

AICc (df = 13): 2299

R2-marginaal = 0,37

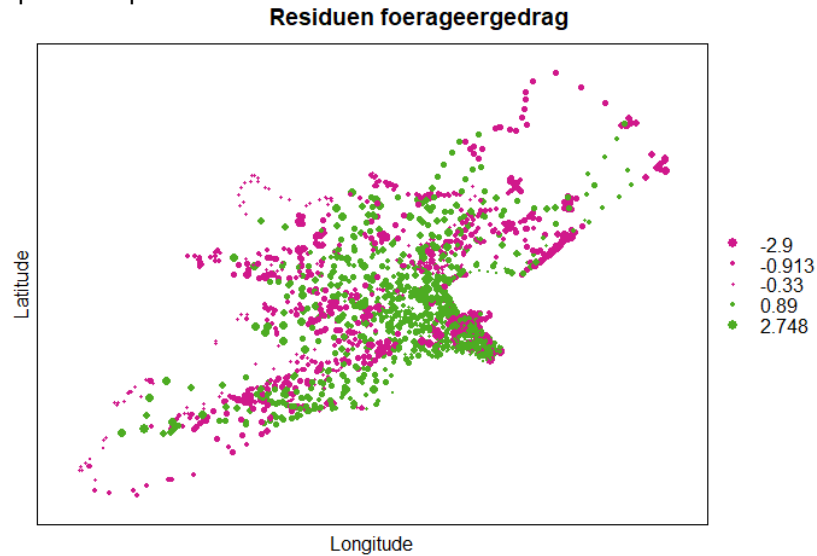
R2-conditioneel = 0,58

Overdispersie factor 1,044 p = 0,08

Moran's I = 0,998 p < 0,001

De verkennende analyse gaf al aan dat er een sterk ruimtelijk patroon leek te zitten in het gedrag van grote sterns. Dit ruimtelijke karakter komt ook sterk naar voren in de modelresiduen (figuur III.5) waarbij met name aan de randen lagere modelresiduen werden gevonden. Een belangrijke aanname, namelijk de onafhankelijkheid van individuele punten, wordt daarmee geschonden: het model voorspelt op sommige plekken te veel en op andere plekken te weinig 'foerageren' of 'vliegen' als gedrag. Om dit in een getal uit te drukken is Moran's I berekend. De hoogte van dit getal geeft aan of er ruimtelijke autocorrelatie is of niet. De verwachte waarde was 0 en met een berekende waarde van 0,998 is er een sterke aanwijzing van ruimtelijke autocorrelatie

($p < 0,001$). Dit is ook wel logisch omdat het telkens om gekoppelde waarnemingen gaat: een punt in een track is sterker afhankelijk van het volgende of vorige punt dan een punt een paar uur verder.



Figuur III.5 Ruimtelijke weergave van de modelresiduen van het GLMM

4. Discussie

Al met al verklaart het statistische model het gedrag van de grote sterns al vrij goed. Desalniettemin zijn er nog vier verbeterpunten mogelijk:

1. Als eerste blijkt uit de hoge Moran's I en het ruimtelijke patroon in de modelresiduen dat er sprake is van sterke ruimtelijke autocorrelatie. Deze ruimtelijke autocorrelatie hangt sterk samen met het temporele autocorrelatie als gevolg van de tracks. De huidige statistische modellering is onvoldoende om het gedrag van de grote stern goed te vatten en schendt de aanname van (ruimtelijke) onafhankelijkheid van datapunten. Deze temporo-spatiale autocorrelatie dient dan ook meegenomen te worden in een volgende stap waarin de ruimtelijke samenhang in het gedrag wordt gemodelleerd. Hiervoor zijn diverse technieken mogelijk en in de verkennende fase is hier ook uitgebreid over gesproken met Geert. Bij een eventuele uiteindelijke ontwikkeling van een ruimtelijk habitatmodel kunnen de huidige problemen goed worden ondervangen.
2. Als tweede zijn alle relaties tussen gedrag en abiotiek nu lineair gemodelleerd, terwijl er vanuit de praktijk soms een optimum curve wordt verwacht, zoals ook bijvoorbeeld de relatie tussen doorzicht (helaas geen goede waarden voor beschikbaar in onze studie) en windsnelheid en foerageergedrag van grote sterns (respectievelijk Baptist & Leopold 2005 en Stienen *et al.* 2000). Door gebruik te maken van een GAMM (Generalised Additive Mixed Model) is het mogelijk om deze niet-lineaire relaties beter te vatten. Ook zou in dit type model de ruimtelijke autocorrelatie die onder 1 genoemd wordt (deels) meegenomen kunnen worden.
3. Naast de gegevens van Arcadis is er nog meer abiotische data beschikbaar op verschillende ruimtelijke schalen. Sedimenttype (als indicator voor de verspreiding

van zandspiering) is mogelijk een goede verklarende variabele voor de verspreiding van grote sterns, maar ook dynamische data van bijvoorbeeld stroomnaden en opwelling kunnen mogelijk goede verklarende factoren zijn. Momenteel is er contact tussen Bureau Waardenburg en WMR (Ingrid Tulp / Chun Chen) en in een apart traject DHI (Henrik Skov) over de toepassing van deze achterliggende data in de habitatgeschiktheidsmodellen.

4. Tenslotte zijn in de kuikenfase van 2017 wederom GPS-logger data verzameld van 7 grote sterns. Momenteel zijn de abiotiek data van deze punten nog niet beschikbaar (verwacht in oktober 2018), maar uitbreiding van de modellering met deze data zou kunnen leiden tot nog robuustere voorspellingen. Naast de GPS-logger data zijn in de periode 2009 – 2017 ook vliegtuigtellingen uitgevoerd, waarbij ook is geregistreerd welke grote sterns foerageerden en welke niet. Dit zou een aanvullende databron kunnen vormen voor het maken van een voorspellende habitatmodel.

Verder is momenteel een aanvullende analyse bezig om te kijken op welke locaties of onder welke omstandigheden sterns besluiten over te gaan van vliegen naar foerageren. Dit is een samenwerking tussen Chris Thaxter (BTO) en Judy Shamoun-Baranes (UvA) die los staat van deze studie. De uitkomsten van deze studie kunnen echter informatief zijn om in te schatten wanneer sterns overgaan van 'vliegende' modus in 'foeragerende' modus.

Wij stellen voor om in een volgende fase aan de hand van alle beschikbare gegevens (GPS en vliegtuigdata) een beter ruimtelijk verspreidingsmodel te ontwikkelen dat voorspellingen kan doen over de verspreiding van grote sterns in en buiten de Voordelta. Wij verwachten dat dit model zal laten zien welke gebieden belangrijk zijn voor grote sterns en waardoor, en kan voorspellen waar nog meer potentieel foerageerhabitat te vinden is waar geen van onze vogels met GPS-loggers geweest zijn. Dit geeft daarmee een duidelijk inzicht welke gebieden binnen de (huidige) Voordelta van belang kunnen zijn voor grote sterns, ook voor kolonies waar geen GPS-gegevens zijn verzameld (Markenje en eventueel Hooge Platen). En daarnaast kan het aan de hand van dit model mogelijk zijn om te reconstrueren hoe de situatie in het verleden was wat toelaat te voorspellen of het gebied waar nu MVII ligt geschikt habitat voor foeragerende sterns vormde.

Literatuur

- Baptist, M. J., & Leopold, M. F. (2010). Prey capture success of Sandwich Terns *Sterna sandvicensis* varies non-linearly with water transparency. *Ibis*, 152(4), 815-825.
- Fijn, R.C., Jong, J. de, Courtens, W., Verstraete, H. & Stienen, E.W.M., Poot, M.J.M. 2016. GPS-tracking and colony observations reveal variation in offshore habitat use and foraging ecology of breeding Sandwich Terns. *Journal of Sea Research* 127: 203-211. Doi: 10.1016/j.seares.2016.11.005
- Stienen, E. W., Van Beers, P. W., Brenninkmeijer, A., Habraken, J. M. P. M., Raaijmakers, M. H. J. E., & Van Tienen, P. G. (2000). Reflections of a specialist: patterns in food provisioning and foraging conditions in Sandwich Terns *Sterna sandvicensis*. *Ardea*, 88(1), 33-49.

IV Dieet adulte grote sterns

1. Inleiding

Aangezien in het PMR-NCV onderzoek geen gegevens worden verzameld over het aanbod aan pelagische vis moeten we terugvallen op proxy's voor het voedselaanbod om het aantal broedende sterns, de conditie van de oudervogels, het broedsucces en de kuikenconditie te verklaren. Adulte vogels zijn minder beperkt in hun voedselkeuze voor zichzelf dan in de keuzes die ze moeten maken wanneer ze prooien voor hun kuikens vangen (*optimal foraging theory*). Het adulte dieet geeft daardoor waarschijnlijk een beter beeld van de reële beschikbaarheid van pelagische vis dan de selectief verzamelde prooien die naar de kuikens worden aangebracht. Door met poep-schalen meerdere malen per week faeces van adulte sterns te verzamelen krijgen we een heel nauwkeurig beeld van de veranderingen in het voedselaanbod gedurende zowel de ei- als de kuikenfase. Op basis van faeces-samples die in de voorgaande onderzoeksjaren werden verzameld kon bijvoorbeeld de aankomst van 'grotere haringachtigen' (het formaat dat naar de kuikens wordt aangebracht) in de kustwateren precies bepaald worden. Ook de vertegenwoordiging van de verschillende jaarklassen van zandspiering kan op deze manier worden bepaald.

Voor veel analyses wordt gebruik gemaakt van 1 data-punt per jaar (bijvoorbeeld relatie dieetsamenstelling en het aantal broedparen, het broedsucces, kuikenconditie, etc.). Hoewel er al behoorlijk wat jaren gegevens werden verzameld zijn dergelijke correlatieve verbanden sterk afhankelijk van de hoeveelheid gegevens en de uiterste waarden, daardoor is elk extra jaar erg waardevol. Daarom werd besloten om voor 2016 de volledige schalen-monsternamereeks te verwerken alsook het algemene sample. In wat volgt worden de resultaten kort besproken, de verwerkte gegevens kunnen in latere analyses worden gebruikt. Hierbij dient worden opgemerkt dat dit *work in progress* is waarbij vooral op vlak van identificatie (vooral van kleinere haringachtigen) nog een aantal zaken kunnen wijzigen, maar de grote lijnen zijn in elk geval wel duidelijk.

2. Materiaal en methoden

Tijdens het broeden defaeceren 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. In 2016 was zowel op Markenje als op de Scheelhoek een kolonie grote sterns gevestigd. In beide kolonies werd op 26 mei de laag uitwerpselen rond een 20-tal nesten verzameld, net voor het uitkomen van de eieren. Hiermee wordt een algemeen beeld verkregen van het adulte dieet tijdens het bebroeden van de eieren en laat toe dit te vergelijken met de tijdsreeks opgebouwd tijdens het volledige PMR-project (2009-2015). In beide kolonies werden ook schalen tussen de nesten gezet die gemiddeld om de 4 dagen (Scheelhoek) of elke week (Markenje) werden geleegd en teruggeplaatst. Doordat bij deze monsternamemethode de precieze periode is gekend waarin de faeces werden geproduceerd laat

ze toe de temporele veranderingen in het adulte dieet te bepalen. Al deze stalen werden onmiddellijk ingevroren en na het veldseizoen verwerkt volgens het protocol beschreven in Courtens *et al.* (2017). Alle otolieten werden op het hoogst mogelijke taxonomische niveau gedetermineerd en gemeten. De vislengtes werden van deze metingen afgeleid aan de hand van volgende formules:

Haring *Clupea harengus*

$$TL = 5 \cdot 10^{-5} \cdot OW^2 - 0,0009 \cdot OW + 31,185 \quad (R^2 = 0,95, n = 106)$$

Sprot *Sprattus sprattus*

$$TL = 9 \cdot 10^{-5} \cdot OW^2 - 0,0378 \cdot OW + 43,603 \quad (R^2 = 0,92, n = 23)$$

Haringachtige sp. *Clupeidae sp.*

$$TL = 5 \cdot 10^{-5} \cdot OW^2 + 0,0015 \cdot OW + 30,471 \quad (R^2 = 0,95, n = 129)$$

Zandspieringachtige sp. *Ammodytidae sp.*

$$TL = 6 \cdot 10^{-6} \cdot OL^2 + 0,0311 \cdot OL + 24,161 \quad (R^2 = 0,96, n = 121)$$

met TL = totale vislengte (mm), OW = breedte otoliet (μm) en OL = lengte otoliet (μm).

Het aantal teruggevonden sagittale otolieten en Nereis-kaken wordt voor elke onderzochte kolonie weergegeven in Tabel IV.1.

Tabel IV.1 Aantal sagittale otolieten en Nereis-kaken in de algemene samples (2009-2016) en schalen-samples (2013-2016) van faeces van adulte grote sterns per onderzochte kolonie.

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	108	4100	212
Scheelhoek	2015	269	34	4157	223
Scheelhoek	2016	470	22	4551	873
Slijkplaat	2014	561	35	2434	64
Markenje	2010	527	164		
Markenje	2011	305	2		
Markenje	2012	299	20		
Markenje	2013	3680	49	4577	23
Markenje	2014	615	18	1375	20
Markenje	2015	469	14	942	5
Markenje	2016	397	1	2545	7

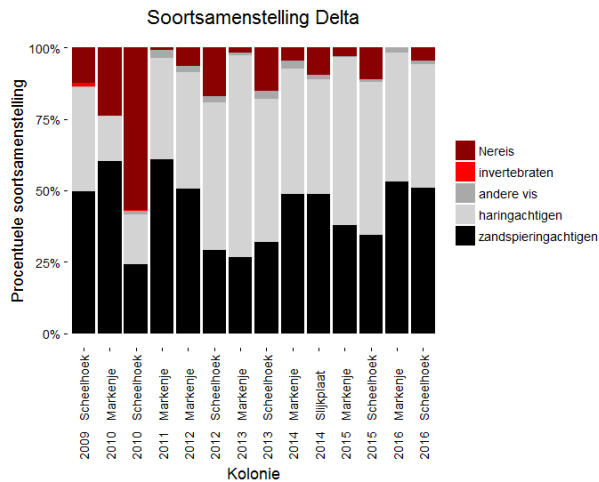
3. Resultaten

3.1 Algemeen sample: soortsaamenstelling en lengtefrequentie

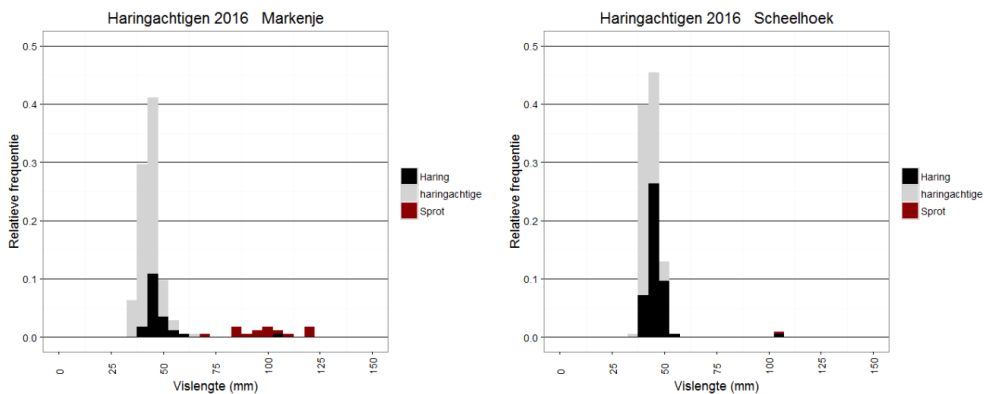
De saamenstelling van het monster dat net voor het uitkomen van de eieren werd verzameld wordt voor alle onderzochte kolonies weergegeven in figuur IV.1. In 2016 was de soortsaamenstelling erg vergelijkbaar in beide kolonies. Wanneer we alleen naar de haring- en zandspieringachtigen kijken is de verhouding in beide kolonies exact hetzelfde: 45,1 % haringachtigen en 54,1 % zandspieringachtigen. Nereis-wormen vormden alleen op de Scheelhoek een klein aandeel (4,5 %) van het adulte dieet, in het dieet van de adulte vogels van Markenje waren ze afwezig in 2016.

De figuren IV.2 en IV.3 geven voor beide kolonies de lengteverdeling van de haringachtigen voor het hoogst onderscheidbare taxonomische niveau. In beide kolonies is de lengteverdeling erg gelijkend met het grootste aandeel aan haringachtigen tussen de 4 en 5 cm (respectievelijk 88 % op de Scheelhoek en 70 % op Markenje). De gemiddelde lengte was $44,4 \pm 7,0$ (n = 209) op de Scheelhoek en $48,9 \pm 16,9$ (n = 175) op Markenje. Op de Scheelhoek werden nagenoeg geen grotere haringachtigen gevonden, op Markenje waren op één na alle haringachtigen groter dan 75 mm Sprotten.

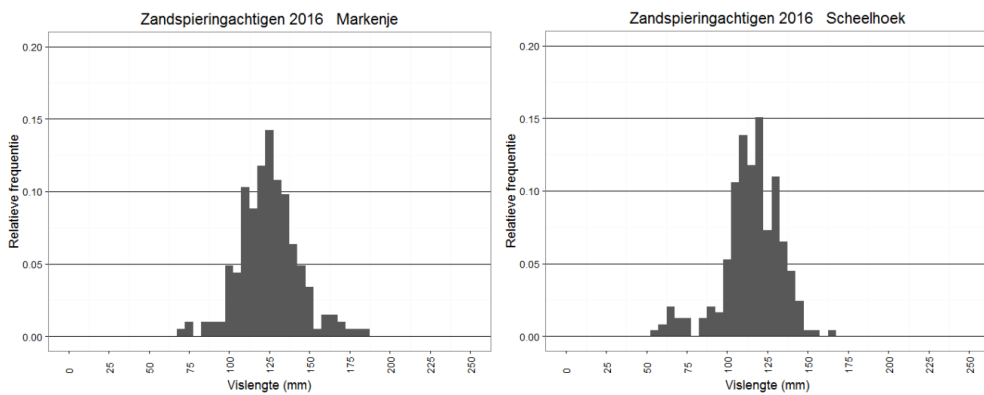
Ook de lengteverdeling van de zandspieringachtigen laat voor beide kolonies een zelfde patroon zien met een beperkte fractie kleiner dan 100 mm, de bulk tussen de 100 en 150 mm en op Markenje een klein aantal zandspieringen groter dan 150 mm. De gemiddelde lengte op de Scheelhoek was $115,1 \pm 18,0$ mm (n = 250) en op Markenje $124,9 \pm 16,9$ mm (n = 204). Wanneer we de relatieve lengtefrequentieverdelingen voor 2016 vergelijken met deze van een aantal andere jaren, dan valt op dat zandspieringen kleiner dan 100 mm tijdens de ei-fase nagenoeg afwezig waren in 2016 daar waar ze in andere jaren vaak de hoofdmoot van de zandspieringen in het adulte dieet uitmaakte (Addendum IV). De relatieve lengtefrequentieverdelingen in Addendum IV tonen voor elk jaar duidelijk de vertegenwoordiging van de verschillende lengteklassen van de gevangen zandspieringen. Bovendien zijn ook de gelijkenissen tussen beide kolonies binnen hetzelfde jaar opvallend.



Figuur IV.1 Procentuele soortensamenstelling van het dieet van adulte grote sterns (gebaseerd op het totale aantal otolieten voor vissoorten en het aantal kaken voor Nereiswormen) voor alle onderzochte kolonies (2009-2016).



Figuur IV.2 Relatieve lengtefrequentieverdeling van haringachtigen (op het hoogst gedetermineerde taxonomische niveau) in het adulte dieet gebaseerd op de monsternamenet voor de eieren uitkwamen (26/5/16) voor de Scheelhoek en Markenje in 2016.



Figuur IV.3 Relatieve lengtefrequentieverdeling van zandspieringachtigen in het adulte dieet gebaseerd op de monsternamenet voor de eieren uitkwamen (26/5/16) voor de Scheelhoek en Markenje in 2016.

3.2 Schalen-samples: soortsamenstelling en lengtefrequentie

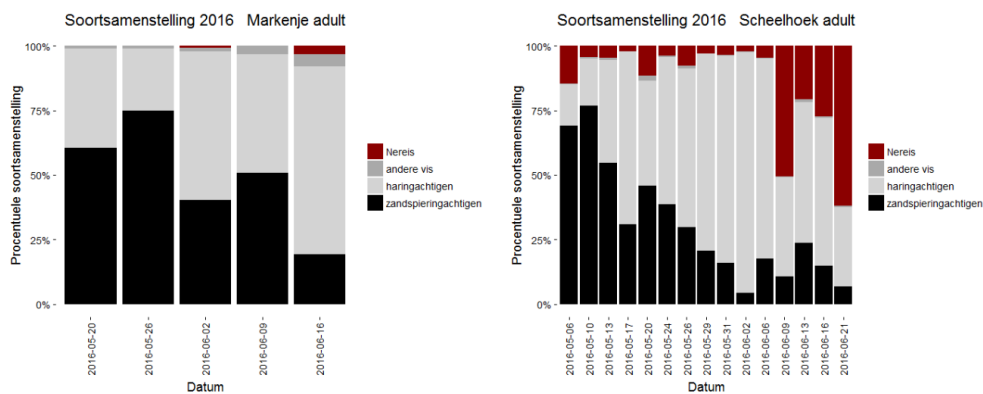
Figuur IV.4 geeft voor Markenje en de Scheelhoek de procentuele soortsamenstelling van het adulte dieet in de loop van het broedseizoen 2016 weer. Als gevolg van de verschillende monsternamen-intervallen is het niet eenvoudig deze één op één te vergelijken, maar een aantal verschillen vallen op. In het dieet op de Scheelhoek werden veel meer Nereis-tanden gevonden dan op Markenje met vooral op het einde van het broedseizoen hoge aantallen. Ook ligt het percentage zandspieringachtigen in het dieet op Markenje hoger dan op de Scheelhoek. Wanneer de aantallen haringachtigen en zandspieringachtigen teruggerekend worden van de meer frequente monsternamen op de Scheelhoek naar de datums waarop op Markenje faeces werd verzameld (door het middelen van de percentages van deze soorten voor de Scheelhoek over de datums die tussen twee monsternamen-momenten op Markenje vielen), zijn deze percentages voor de eerste (20/5) en laatste monsternamen (16/6) erg vergelijkbaar (tabel IV.1), in de tussenliggende periode echter bestond een veel groter deel van het dieet op de Scheelhoek uit haringachtigen dan op Markenje.

In de Addenda I-III zijn alle lengtefrequentieverdelingen per datum voor beide soortgroepen en beide kolonies opgenomen. Deze laten de evolutie in lengte en soortsamenstelling van de haringachtigen zien doorheen het broedseizoen. Tijdens de maand mei bestaat de bulk van de haringachtigen uit erg kleine individuen waarvan de otolieten met de huidige kennis meestal niet op soortniveau te determineren zijn. Vanaf de laatste week van mei zien we een nieuwe klasse haringachtigen opduiken met veel beter ontwikkelde otolieten waarvan een groot deel Haring is, deze blijft tot het eind van het broedseizoen het dieet domineren. 82 % van de geïdentificeerde haringachtigen groter dan 75 mm bleken Sprotten, de overige 18 % waren Haringen. Bij de zandspieringen (waarvan de otolieten met de huidige kennis niet tot op soortniveau te determineren zijn), zien we naarmate het broedseizoen vordert in beide kolonies de lengteklasse <100 mm in relatief belang toenemen. Niettemin blijft deze lengteklasse erg beperkt aanwezig in het adulte dieet in vergelijking met de meeste andere onderzoeksjaren.

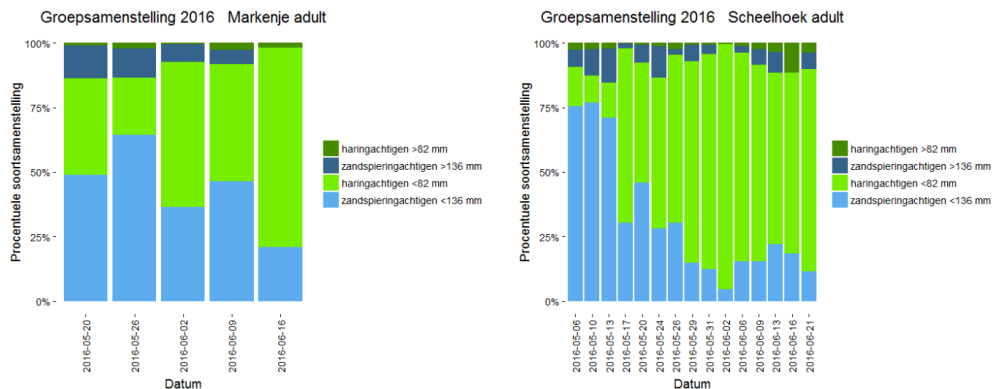
De grootteklassesamenstelling van de haring- en zandspieringachtigen op de Scheelhoek in 2016 vertoont een erg vergelijkbaar verloop met een aantal andere jaren waarbij kleinere zandspieringachtigen in de eerste weken het dieet domineren en kleinere haringachtigen steeds belangrijker worden naarmate het broedseizoen vordert (Figuur 5). Het patroon op Markenje is enigszins vergelijkbaar, de beperktere monsternamen-frequentie in deze kolonie laat echter minder toe een goed beeld te schetsen van de precieze veranderingen in het adulte dieet in deze kolonie.

Tabel IV.2 Percentage haringachtigen in het dieet van adulte grote sterns op Markenje en de Scheelhoek in 2016. De percentages voor de Scheelhoek werden berekend door het gemiddelde percentage te nemen van alle monsternames die tussen twee monsternamenmomenten op Markenje vielen.

	Markenje	Scheelhoek
20/05/2016	38,7	39,1
26/05/2016	24,3	63,4
2/06/2016	58,8	85,9
9/06/2016	47,6	80,0
16/06/2016	78,9	74,6



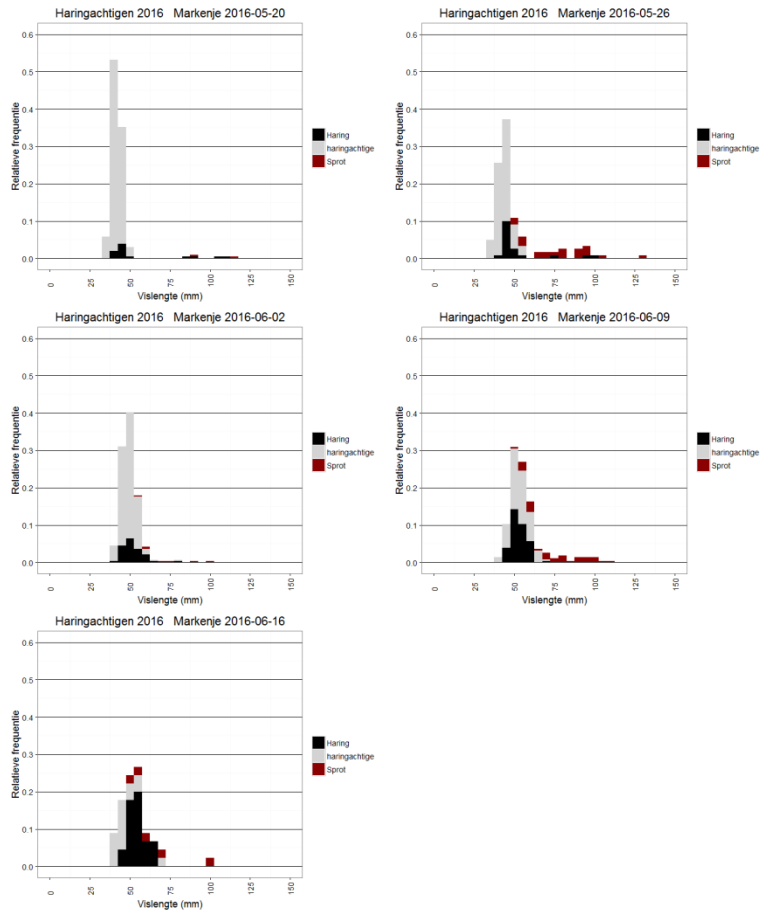
Figuur IV.4 Procentuele soortensamenstelling van het dieet van adulte grote sterns (gebaseerd op het totale aantal otolieten voor vissoorten en het aantal kaken voor Nereis-wormen) op de Scheelhoek en Markenje in 2016.

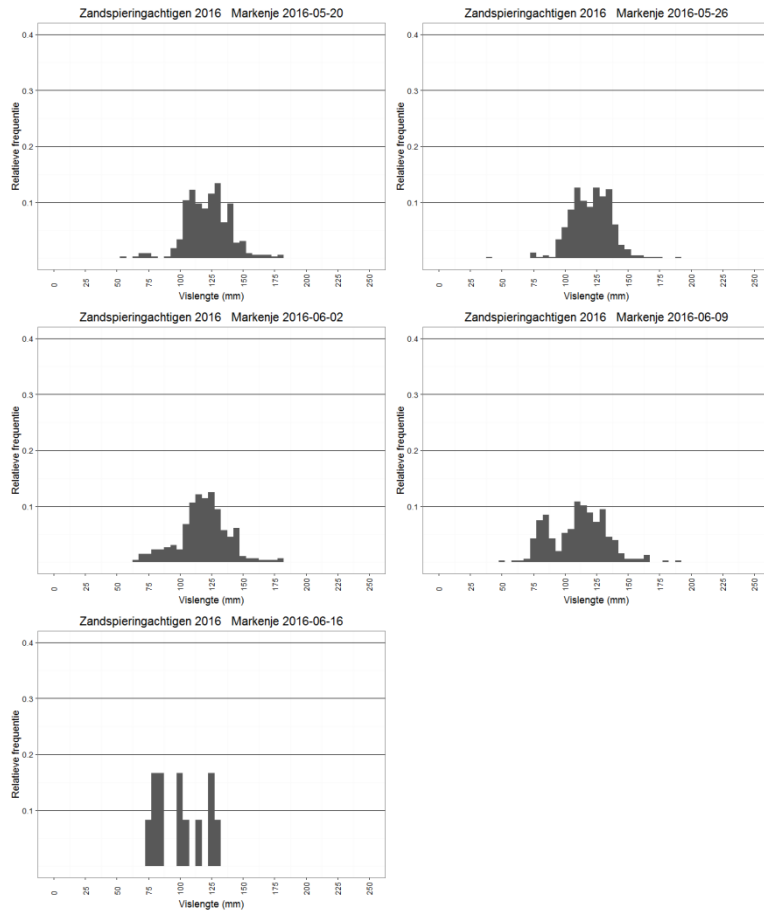


Figuur IV.5 Procentuele grootteklassesamenstelling van haring- en zandspijngachtigen in het dieet van adulte grote sterns op de Scheelhoek en Markenje in 2016.

ADDENDUM I:

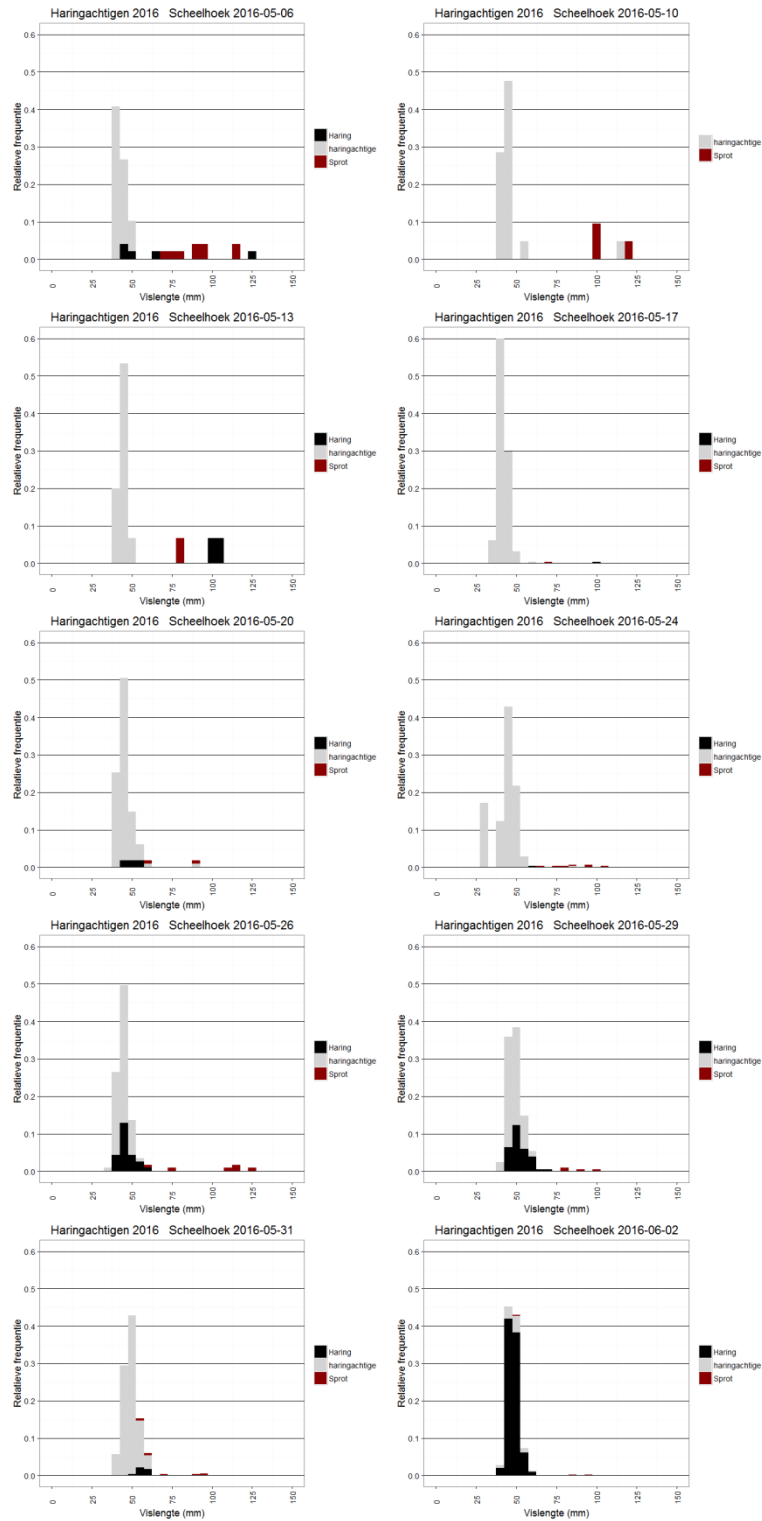
Relatieve lengteverdeling van de haringachtigen en zandspieringachtigen in het adult dieet van grote stern op Markenje in 2016.

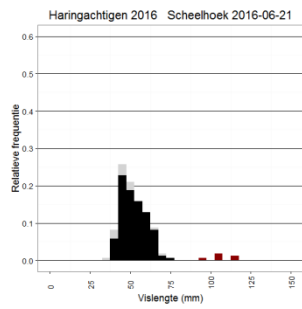
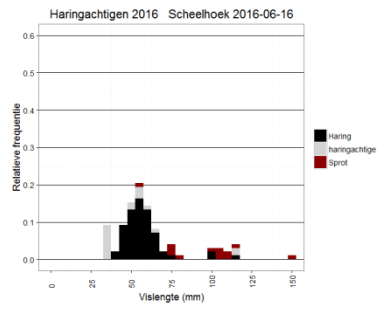
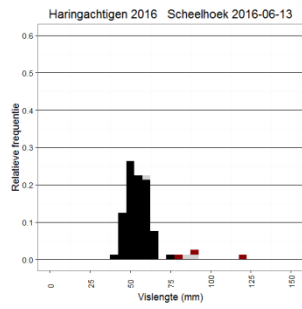
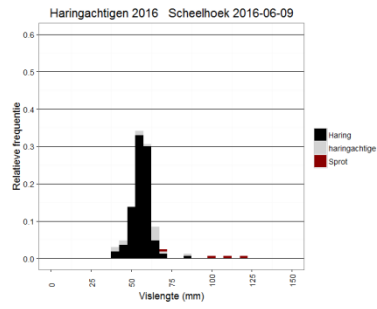
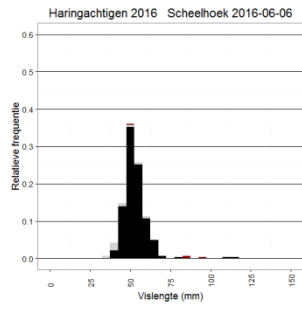




ADDENDUM II:

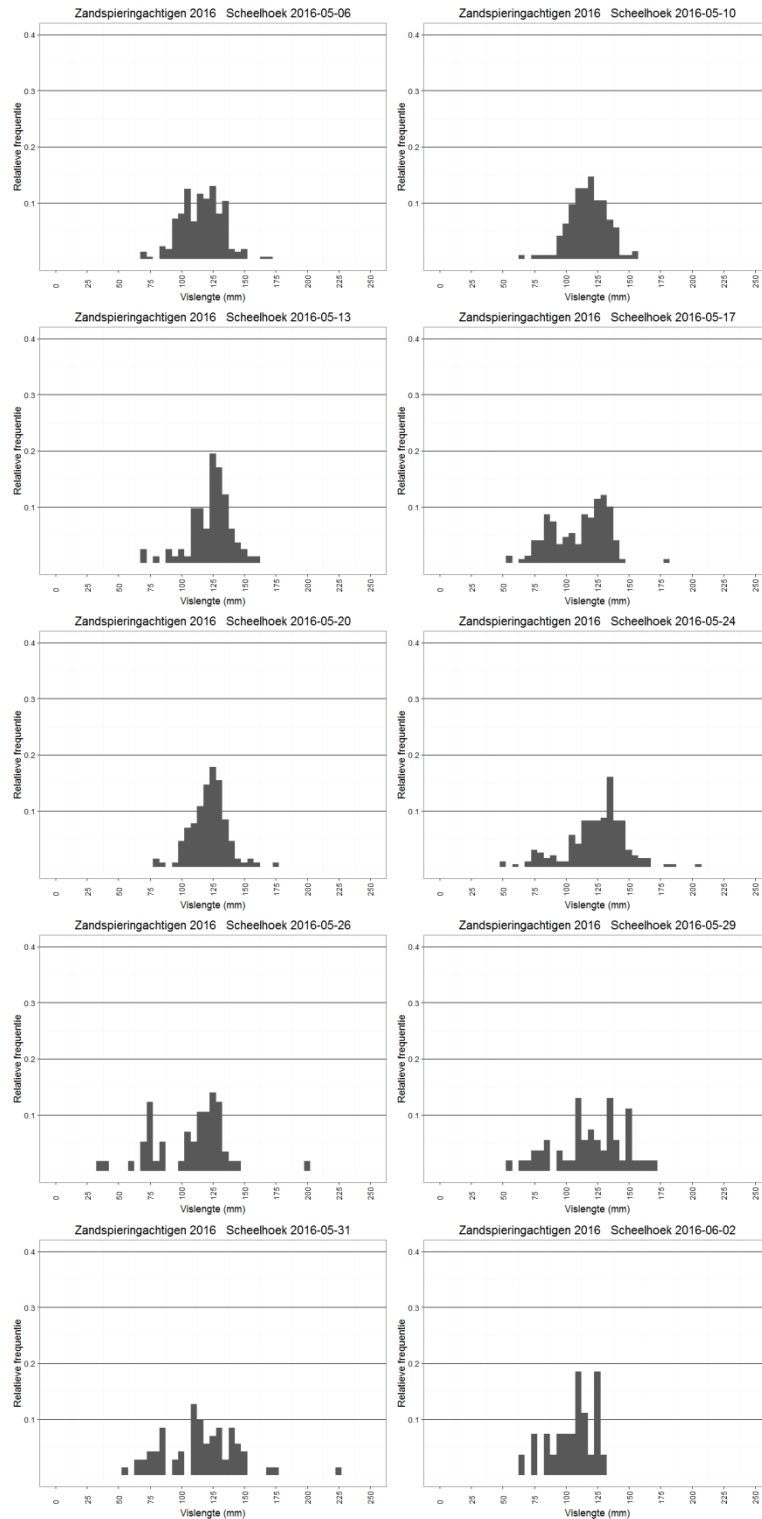
Relatieve lengteverdeling van de haringachtigen in het adult dieet van grote stern op de Scheelhoek in 2016.

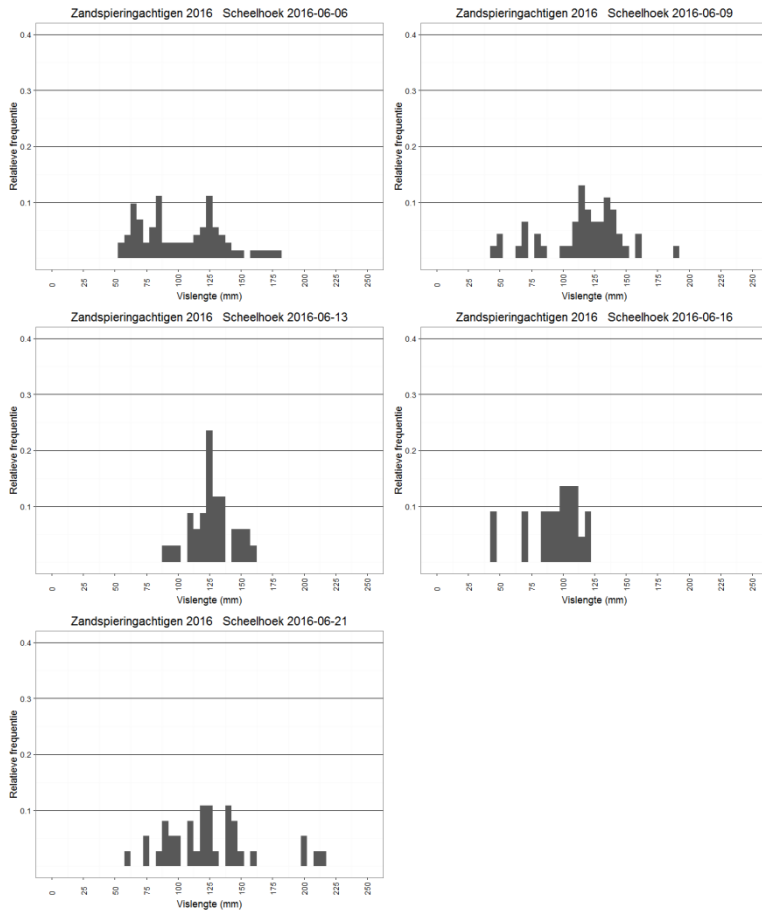




ADDENDUM III:

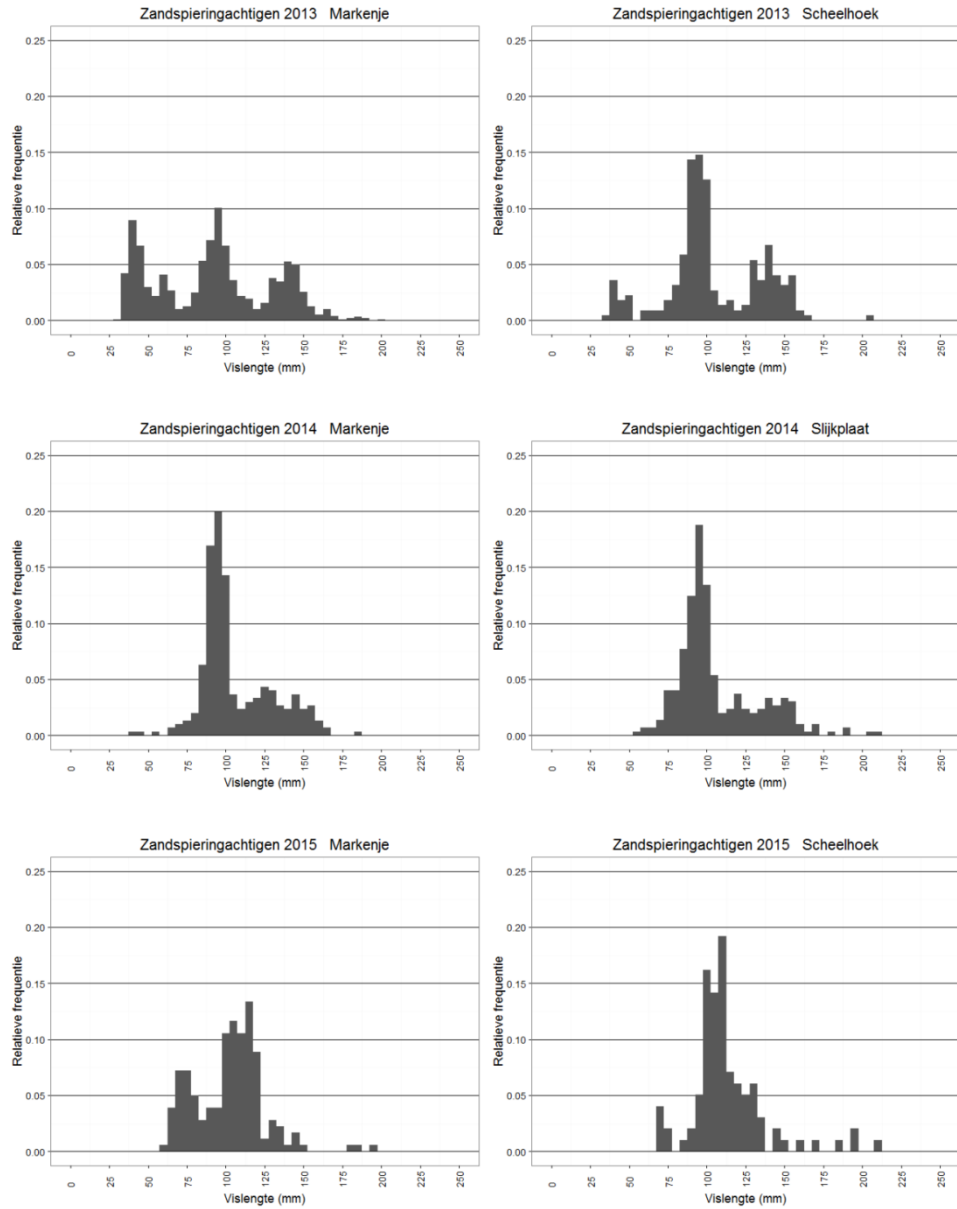
Relatieve lengteverdeling van de zandspieringachtigen in het adult dieet van grote stern op de Scheelhoek in 2016.

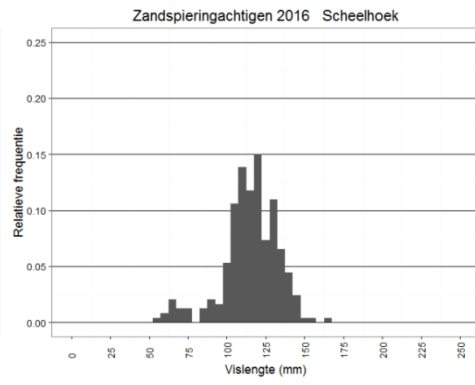
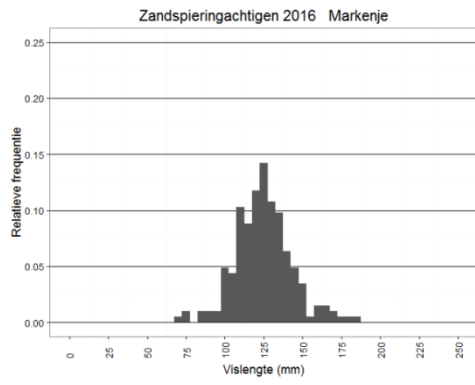




ADDENDUM IV:

Relatieve lengteverdeling van de zandspieringachtigen in het adult dieet van grote stern op de Markenje en de Scheelhoek in de periode 2013-2016.





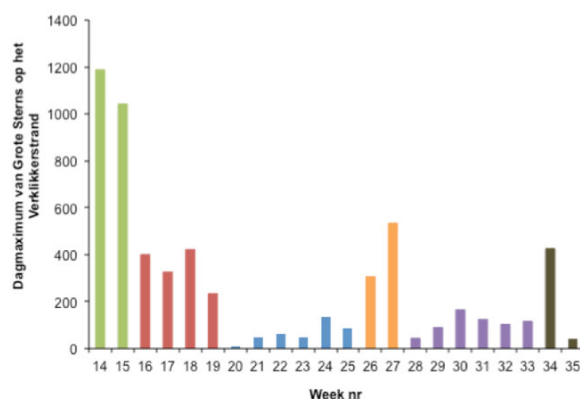
V Gebruik rustgebieden en zachte zeewering MVII

1. Inleiding

Het instellen van rustgebieden voor sterns is één van de twee maatregelen voor deze soortgroep in het kader van de natuurcompensatie voor de aanleg van de Tweede Maasvlakte (MVII). Uit de vliegtuigtellingen, het VHF/GPS onderzoek, en het kleurring-onderzoek bleek dat deze rustgebieden mogelijk niet alleen door broedende sterns uit de Delta gebruikt worden, maar ook door hun jongen, door niet-broedvogels, vogels waarvan het broedsel mislukt is, en misschien ook wel grote sterns van buiten de Delta.

Tijdens het onderzoekseizoen van 2016 is gericht gekeken naar verstoring van rustende sterns in de rustgebieden op de Bollen van de Ooster en in het Hinderplaatgebied, en aanvullend in het voormalige rustgebied op de Verklikkerplaat. Uit dit onderzoek bleek dat verstoringafstanden relatief goed gemeten konden worden in gebieden waar zowel sterns als verstoringbronnen aanwezig waren. Ook konden relatief eenvoudig kleurringen worden afgelezen. Dit onderzoek werd voornamelijk uitgevoerd in de periode rond het uitvliegen van de jongen (begin juli), en daardoor ontbrak een goed beeld van het gebruik van deze gebieden door het seizoen heen. Een dergelijke inschatting kon alleen verkregen worden op basis van de aantallen die werden geteld tijdens de vliegtuigtellingen en tijdens eerdere aanvullend onderzoek in 2011.

Om meer grip te krijgen op de vraag wanneer sterns gebruik maken van de rustgebieden, welke dieren dat zijn, en in hoeverre verstoring een grote rol speelt in hun verspreiding heeft in 2017 een student van de Hogeschool Zeeland in groter detail gekeken naar het gebruik van de rustgebieden tijdens het zomerseizoen van 2017. Dit was een vervolg op een pilotstudie in 2011, waarin een stage-student het gehele jaar, 1 dag per week alle grote sterns telde op het Verklikkerstrand. Daaruit kwamen heel duidelijke pieken in voor-, uitvlieg en naseizoen naar voren (figuur V.1).



Figuur V.1 Seizoensverloop van rustende grote sterns op het Verklikkerstrand in 2011.

Op basis van de gegevens uit de vliegtuigtellingen en het GPS-logger onderzoek kwam ook naar voren dat de (zachte) zeewering van de MVII een potentieel belangrijk foerageer- en mogelijk rustgebied voor (broedende) sterns vormt. Een dergelijke duidelijke functie van dit gebied voor de aanleg van de MVII was er niet.

Om meer grip te krijgen op de functie van de zeewering van MVII voor sterns heeft een student van de Hogeschool van Hall Larenstein het gebruik van de Tweede Maasvlakte (MVII) door recreanten en sterns onderzocht. Om meer zicht te krijgen op het gebruik van dit gebied door sterns, en het gebruik van en eventuele verstoring door kite-surfers en wandelaars is de overlap in ruimte en tijd van kite-surfers en foeragerende sterns voor de kust van de MVII geanalyseerd.

2. Methode

Door beide onderzoekers, en een team van Bureau Waardenburg onderzoekers zijn tussen 27 maart (week 13) en 6 augustus 2017 (week 31) tellingen en gedragsobservaties gedaan van sterns en recreanten langs de zeewering van de MVII en op enkele zandplaten en stranden in de Voordelta, zowel enkele binnen als buiten de aangewezen rustgebieden (figuur V.1).

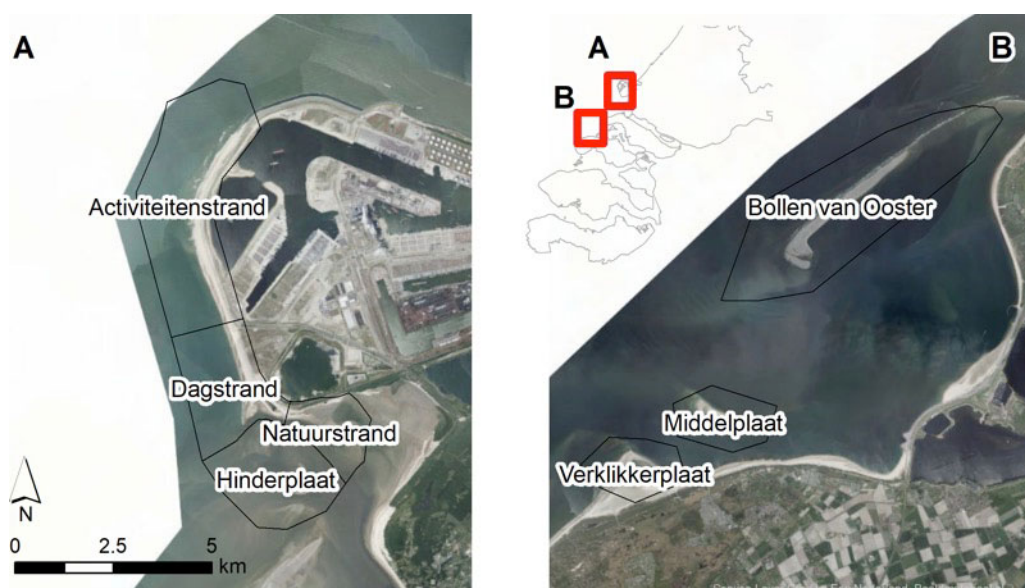
Van zuid naar noord zijn observaties gedaan op het Verklikkerstrand en de aanliggende Verklikkerplaat (zie figuur V1). Dit gebied is een relatief rustig deel van het strand van Schouwen, en bestaat uit een zeer breed strand dat alleen bij zeer hoog water onderloopt. Voor de kust van het Verklikkerstrand ligt een zandbank die met laagwater aan het strand vastligt, en dan een soort 'haak' vormt. De Verklikkerplaat was tot 2015 een aangewezen rustgebied binnen PMR-NCV, maar nu niet meer.

Daarnaast zijn observaties gedaan van sterns op de nabijgelegen Middelplaat, een grote zandplaat die midden in het Watergat (Brouwershavense Gat) ligt. Deze plaat is sinds 2015 aangewezen als rustgebied ter vervanging van het rustgebied op de Verklikkerplaat. Observaties zijn gedaan vanaf de duinen.

Verder is gepoogd om observaties te doen in het rustgebied op de Bollen van de Ooster, een zandrug die uit de kust van de Brouwersdam ligt en begint aan de kop van Goerree. Echter de afstand tot de kust bleek dermate hoog dat vaak door luchtrillingen of beperkt zicht, geen goed beeld kon worden verkregen.

Meer naar het noorden, in de Haringvlietmonding, ligt het volgende rustgebied, te weten de Hinderplaat. Met hoog water blijft maar een heel klein deel van de plaat boven water, maar met laag water is het een uitgestrekt gebied met vele zandplaten. Zicht op de Hinderplaat is goed vanaf de zuidpunt van de Tweede Maasvlakte, alleen het zuidelijk deel van de plaat is beter te zien vanaf de noordpunt van Goerree.

Als laatste is monitoring uitgevoerd op de zachte zeewering van de MVII (zuidelijk deel). Om een goede analyse te kunnen doen van het gebiedsgebruik door sterns en recreanten op de zeewering van MVII is het gebied verdeeld in drie gebieden, die ook in het veld fysiek gescheiden worden door verschillende gebod- en verbodsregels, te weten een stuk voor activiteiten, dagrecreatie en natuur (figuur V.1). In alle gebieden, behalve het stuk voor natuur zijn honden toegestaan mits aangelijnd en zijn gemotoriseerde voer- en vaartuigen verboden op het strand en 200m voor de kustlijn. Daarnaast zijn ook open vuur, zoals BBQ en fakkels, niet toegestaan. Het noordelijkste deel van de zeewering is aangewezen als activiteitenstrand, dit houdt in dat men op dat deel mag vissen, vliegeren, kitesurfen en windsurfen. Ten zuiden van het activiteitenstrand is het dagstrand, bestemd voor dagrecreatie. Op dit stranddeel mag dan ook niet gekitesurft of gewindsurft worden in verband met aanvaringsgevaar. Er is rekening gehouden met grote aantallen bezoekers in de vorm van grote parkeerplaatsen met gemakkelijk begaanbare strandopgangen. Ook is er een KNRM post gestationeerd en zijn er enkele horeca faciliteiten aanwezig.



Figuur. V.1 Ligging van de verschillende onderzochte deelgebieden in de Delta.

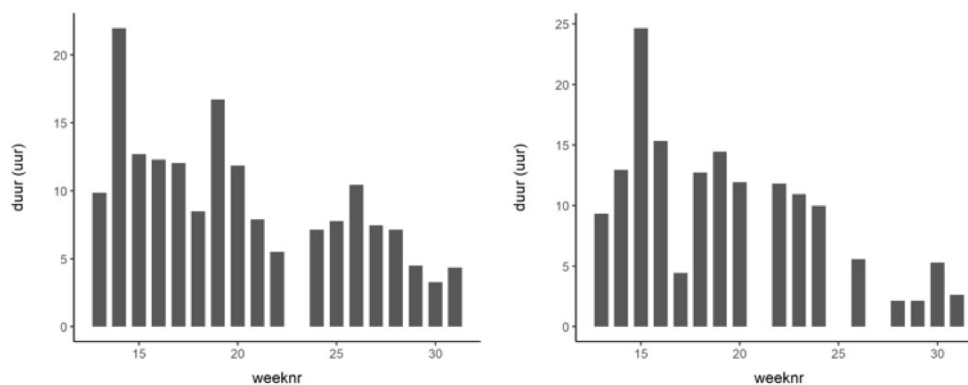
Op de Verklikkerplaat, het zuidelijk deel van de zeewering van de MVII (beide buiten rustgebied) en de Hinderplaat (binnen rustgebied) werden vier keer per week sterns en recreanten geteld gedurende een periode van 6 uur per dag (tabel VI.1). Voor de onderzoeker bleek het niet mogelijk om vanaf de kant betrouwbare sterntellingen te doen van de Bollen van de Ooster en de Middelplaat, en dus zijn de tellingen hiervan stopgezet gedurende het seizoen. Naast deze tellingen werd van 13 maart tot 16 juli één keer in de week, voor een periode van ongeveer 16 uur verspreid over twee aaneengesloten dagen, de aantallen sterns en recreanten geteld langs de hele zeewering van de MVII (tabel V.1). Per stranddeel is het gebruik door grote sterns, visdieven, kitesurfers en wandelaars door de tijd geanalyseerd.

Tabel V.1 Overzicht van de telinspanning en telomstandigheden in de verschillende deelgebieden (MVII = Tweede Maasvlakte, HP = Hinderplaat, BO = Bollen van de Ooster, MP = Middelpmaat, VS = Verklikkerstrand).

Datum*	MVII	HP	BO	MP	VS	Wind	Etmaal gem. temp.	Neerslaguren
28-03-17	X	X				O-3	11	0
29-03-17	X	X				ZW-4	11,8	0
05-04-17	X	X				ZW-5	12,1	0,3
06-04-17	X	X			X	Z-4	16,7	0
07-04-17					X	Z-4	13,8	0,9
11-04-17				X		Z-3	10,5	2,7
14-04-17	X	X				NW-3	9,5	0
15-04-17	X	X		X	X	O-2	8,9	0
16-04-17	X	X			X	NW-3	9,4	0
17-04-17	X	X		X		NW-5	9,2	0
18-04-17	X	X				N-4	8,5	0
21-04-17	X	X				NW-3	10	0
22-04-17	X	X		X	X	N-2	9,5	0
23-04-17				X	X	Z-3	14,4	0
25-04-17				X		NW-4	9,8	0
26-04-17	X	X			X	W-4	10,2	0
29-04-17	X	X				W-5	10,4	0,3
30-04-17	X	X				W-4	9,6	0
03-05-17	X	X				W-4	10,4	1,3
04-05-17	X			X		W-5	9,9	3,7
05-05-17					X	NW-4	8,9	1,9
06-05-17	X	X				N-5	7,5	5,6
07-05-17	X	X				N-4	6,8	3,4
08-05-17	X			X		NO-3	5,8	0
09-05-17	X	X				ZW-3	8,1	0
10-05-17	X	X				W-4	11,1	0
11-05-17	X	X				N-5	8,3	2
12-05-17	X	X		X		NW-4	8,6	0,3
13-05-17					X	W-4	10	3,2
15-05-17	X	X				NW-6	6,9	0,8
16-05-17	X	X				N-4	7,7	0
17-05-17	X	X			X	W-4	7,9	1
18-05-17					X	NW-4	8,7	0,5
26-05-17	X	X				O-3	9,8	0
27-05-17	X	X		X		O-6	13,7	0
28-05-17					X	Z-4	12,1	0,9
31-05-17	X	X				N-3	10,8	2,5
01-06-17	X	X				NO-4	10,7	5,9
02-06-17	X					NO-5	11,8	0,4
04-06-17					X	NO-4	10	0
05-06-17	X	X				NO-5	12,5	0

06-06-17	X	X		N-5	10	0
13-06-17			X	N-5	9,6	0,4
15-06-17	X	X		N-3	8,5	0
16-06-17	X	X		NO-3	9	0
17-06-17	X	X		O-4	16,1	0
18-06-17	X			Z-4	15,6	5
19-06-17	X			ZW-4	13,9	1
20-06-17			X	ZW-4	14,4	0
23-06-17	X	X	X	Z-4	15,9	0,5
25-06-17	X			ZW-3	19,8	0
26-06-17	X	X		Z-3	22,7	0
27-06-17	X	X		N-4	14,2	0,7
01-07-17			X	ZW-4	12,8	0,4
06-07-17	X	X		ZW-3	14	0
09-07-17			X	NO-3	14,6	0
14-07-17	X	X		O-3	18,4	0
15-07-17			X	W-3	15	0
19-07-17	X			NW-3	15	0
21-07-17	X			N-3	15,7	0
26-07-17	X	X		O-4	21,8	0
02-08-17	X		X	Z-5	22,5	0

Tussen week 13 (27-03) en week 31 (04-07) is in totaal 178 uur geobserveerd in de verschillende rustgebieden (Verklikkerplaat, Middelpaat, Hinderplaat en zuidelijke punt MVII) (figuur V.2). Alleen in week 23 (05-06) werd door ziekte niet geteld. De Middelpaat is uitsluitend tot en met week 22 (02-06) geteld. Vanaf de zeewering van MVII is in totaal 164 uur geobserveerd tussen week 13 en 24 (16-06). In week 26 (eind juni), 28, 29, 30 en 31 (allen in juli) zijn deze tellingen overgenomen door werknemers van Bureau Waardenburg. In week 21, 25 en 27 is niet geteld.



Figuur. V.2 Telinspanning van het onderzoek naar het gebruik van de rustgebieden (links) en het gebruik van de zachte zeewering van MVII (rechts).

3. Resultaten

Uit de vliegtuigtellingen blijkt dat potentiële verstoringsbronnen langs de gehele kust van de Voordelta verspreid zijn, en dat eigenlijk alleen de Kwade Hoek relatief verstoringsvrij is (§3.7). Met name in de weekenden waren de aantallen recreanten het grootst. Uit de kust was het aantal potentiële verstoringsbronnen minder, en met name de ingestelde rustgebieden waren bijna overal vrij van verstoringsbronnen op een enkele kite-surfer na die net over de begrenzing in het Hinderplaatgebied voer of aan de oostkant van de Bollen van de Ooster. In het PMR-NCV onderzoek werd in 2016 vastgesteld dat de verstoringsafstand van grote sterns en visdieven gemiddeld 75 ± 17 m was ten opzichte van wandelaars, gemiddeld 90 ± 16 m ten opzichte van wandelaars met honden. Van kitesurfers en kanoërs konden geen verstoringsreacties worden vastgelegd, echter bij een afstand van 125 m werd geen reactie vastgesteld op een boot.

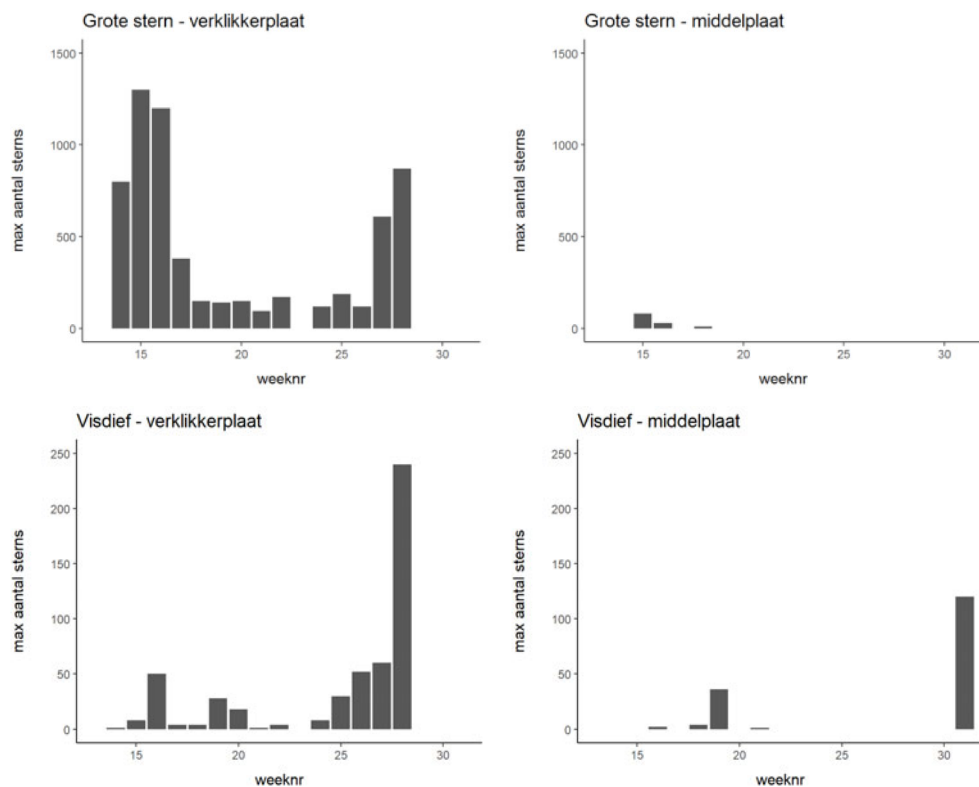
3.1 Gebruik van de Verklikkerplaat en de Middelpaat door sterns en recreanten

De hoogste aantallen grote sterns werden in het voorseizoen vastgesteld op de Verklikkerplaat (figuur V.3). De eerste vogels arriveerden in de eerste week april (week 14) en de aantallen piekten in week 15. Vanaf week 17 vertrokken de meeste vogels naar de kolonies, waar over het algemeen rond 1 mei de eerste eieren gelegd worden. Door het broedseizoen heen waren altijd wel grote sterns aanwezig op het Verklikkerstrand, maar in relatief lage aantallen. De meeste grote sterns rustten op de Verklikkerplaat maar ook werd er in de ondiepe wateren rond de plaat gefoerageerd. Meestal werden prooien gevangen die gebruikt werden tijdens de balts op de plaat. Vanaf week 27 namen de aantallen wederom sterk toe en dit viel samen met het uitvliegen van de jonge sterns. De grootste aantallen grote sterns bevonden zich op het uiteinde van de 'Haak' van de Verklikkerplaat (figuur V.4). Met name met hoogwater werden ook groepen op het Verklikkerstrand zelf gezien. Uit de vliegtuigtellingen weten we dat in de loop van juli de aantallen weer afnemen, maar dat er tot en met begin september altijd wel enkele tientallen grote sterns van het gebied gebruik maken. Uit een eerdere observatieronde bleek ook dat in de loop van september een kleinere piek optreedt wanneer sterns vanuit het noorden doortrekken op weg naar de zuidelijk gelegen overwinteringsgebieden. Deze laatste piek werd nu echter niet vastgesteld omdat de veldperiode eind juli afliep. Wel bleek later in het seizoen (in oktober) ook nog een doortrekkpiek plaats te vinden (Bijlage VI). Ook op de Middelpaat werd een piek van grote stern aantallen vastgesteld in het begin van het seizoen, echter de aantallen zijn zeer laag in verhouding tot de aantallen op de nabijgelegen Verklikkerplaat. De Middelpaat leek dit jaar niet een belangrijke functie te hebben voor sterns, maar meer als overloopgebied te fungeren. Van week 23 tot week 30 is dit gebied niet meer geteld, in 2018 staan in de loop van het broedseizoen wel meerdere bezoeken aan deze plaat op het programma.

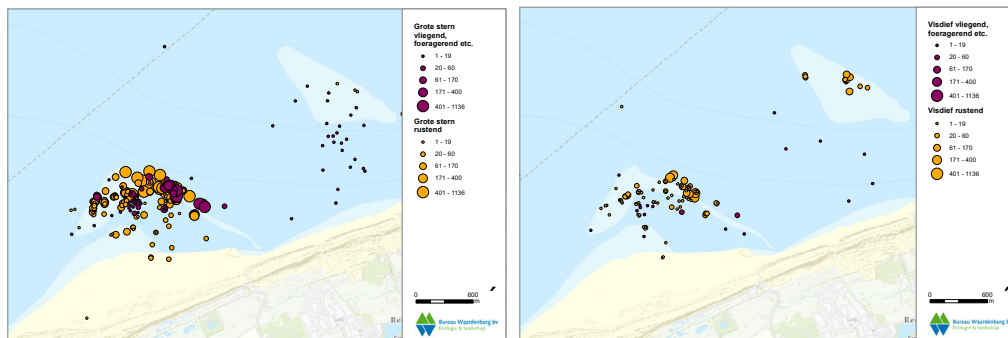
De hoogste aantallen visdieven werden juist in het naseizoen vastgesteld na het uitvliegen van de jongen in week 28. Helaas werd in het vervolg van het zomerseizoen niet geteld op de Verklikkerplaat, maar uit eerdere jaren is bekend dat ook dan nog relatief veel visdieven gebruiken maken van dit deel van de Voordelta om te rusten.

Het gebied lijkt geen specifieke functie te hebben als voorverzamelplaats in het voorseizoen (figuur V.3).

Het voormalig rustgebied Verklikkerstrand werd ook in 2017 veelvuldig gebruikt door grote groepen grote sterns. Daarnaast werd het gebied relatief veel gebruikt door wandelaars. In tegenstelling tot 2016 was in 2017 de Haak (de zandplaat die aan het strand vastzit) niet heel lang bereikbaar voor mensen doordat aan het begin van de Haak een relatief diepe geul is ontstaan in de winter van 2016/17. Daardoor liep dit deel snel onder water met opkomend tij. In 2016 was het ongeveer 4 uur mogelijk om zonder natte voeten op de Haak te lopen. In 2017 bedroeg dit slechts ongeveer 1,5 uur, waardoor mensen nooit tot aan de punt van de Haak lopen. Verstoring van dat stuk door wandelaars is dus ook niet vastgesteld. Op het strand daarentegen is relatief vaak verstoring vastgesteld. Op de Middelplaat werden geen recreanten vastgesteld. In eerdere jaren is incidenteel een kanoër waargenomen op de Middelplaat.



Figuur V.3 Gebruik van de Verklipperplaat en Middelplaat door grote sterns (boven) en visdieven (onder). Hierbij moet worden aangemerkt dat op de Middelplaat tot en met week 22 observaties zijn gedaan.



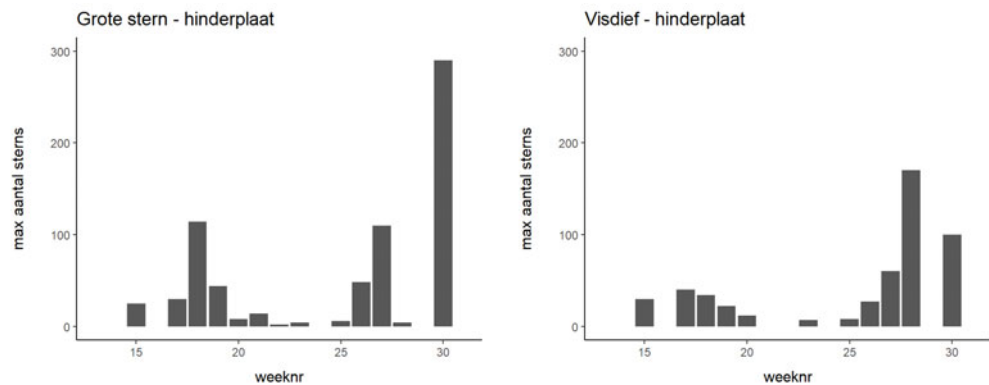
Figuur V.4 Cumulatieve aantallen grote sterns (links) en visdieven (rechts) van de Verklikkerplaat en Middelplaat.

3.2 Gebruik van de Bollen van de Ooster door sterns en recreanten

In 2016 zijn rond het uitvliegen van de juveniele sterns met een boot een aantal bezoeken gebracht aan de Bollen van de Ooster. Tijdens deze bezoeken was het goed mogelijk om tellingen te doen en kleurringen af te lezen. Voor 2017 stonden dergelijke bezoeken niet op het programma (wel in 2018) en bleek het helaas niet mogelijk om vanaf het vaste land goed zicht te krijgen op rustende sterns op de Bollen van de Ooster. Het is dus niet mogelijk om aan de hand van tellingen vanaf de kant een seizoensoverzicht te krijgen van het gebruik van dit rustgebied door sterns. Wel zijn ook dit jaar natuurlijk zes keer per jaar de aantallen rustende sterns op de Bollen van de Ooster geteld vanuit het vliegtuig. Momenteel wordt het onderzoeksprogramma voor 2018 aangepast om beter zicht te krijgen op het aantalsverloop van rustende grote sterns door het jaar heen. Evenals in 2016 zijn geen verstoringbronnen vastgesteld in de buurt van de westpunt van de Bollen van de Ooster. Uitsluitend aan de oostkant van de Bollen is activiteit waargenomen, maar dit is ver (>3 km) verwijderd van de plek waar de sterns normaliter verblijven.

3.3 Gebruik van de Hinderplaat en Tweede Maasvlakte door sterns en kitesurfers

In 2017 zijn in detail de verspreiding en aantallen sterns en recreanten in het gebied van de Hinderplaat en de Tweede Maasvlakte onderzocht. Zowel grote sterns als visdieven maken gebruik van de Hinderplaat (figuur V.5) waarbij de grootste aantallen grote sterns en visdieven na het uitvliegen van de jongen worden vastgesteld (week 30).



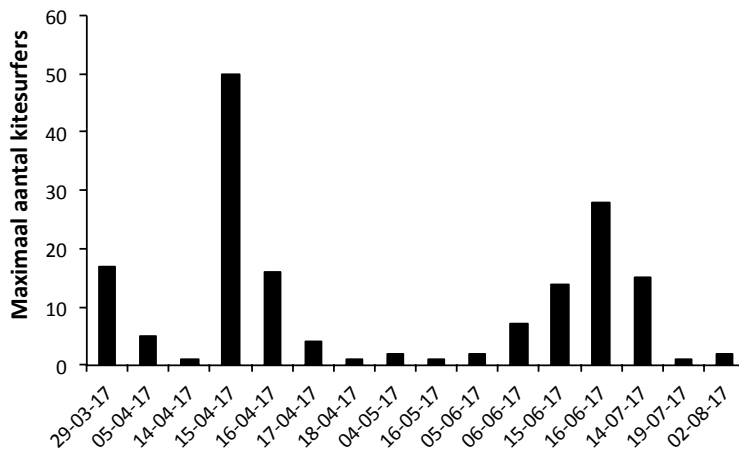
Figuur V.5 Maximale aantallen per telling van grote sterns (links) en visdieven (rechts) op de Hinderplaat.

Ook de harde en zachte zeewering van de MVII worden gebruikt door zowel grote sterns als visdieven. Er is echter wel een duidelijke voorkeur voor de zachte zeewering en dan met name het dagstrand en het natuurstrand (figuur V.6 en V.7). In het voorseizoen wordt door kleine aantallen (max. ongeveer 100 grote sterns) gebruik gemaakt van het gebied en de aantallen zijn slechts een fractie van de aantallen op bijvoorbeeld de Verklipperplaat. Tijdens het broedseizoen bleven de aantallen laag, maar vanaf week 27 namen de aantallen grote sterns toe, samenvallend met het uitvliegen van de juvenielen (figuur V.6).

Opvallend was dat de hoogste aantallen rustende sterns aan de binnenzijde van de dijk aan de noordzijde van de grote haven van MVII ter hoogte van het activiteitenstrand zaten (figuur V.1, V.7). Daar strekt een kaal, zandig schiereiland de haven in waarop tijdens de vliegtuigtellingen en tijdens dit onderzoek rustende grote sterns vastgesteld. Ook rustte één van de grote sterns met GPS-logger op dit schiereiland.

In tegenstelling tot de grote sterns worden de grootste aantallen visdieven met name voor en aan het begin van het broedseizoen gezien (figuur V.8). Met name het dag- en natuurstrand zijn in trek en het activiteitenstrand in mindere mate (figuur V.9). Evenals bij grote sterns nemen de aantallen sterk toe rond het uitvliegen van de jongen, en dan met name op het natuurstrand en een enkele waarneming aan de binnenkant van MVII.

Tijdens het onderzoek op de MVII is specifiek de overlap in gebruik van het gebied door sterns en kitesurfers geanalyseerd. Kitesurfers werden op 16 van de 27 velddagen waargenomen. Het grootste aantal kitesurfers dat tijdens een telronde werd gezien bedroeg 50 individuen op 15 april 2017 (figuur V.10).

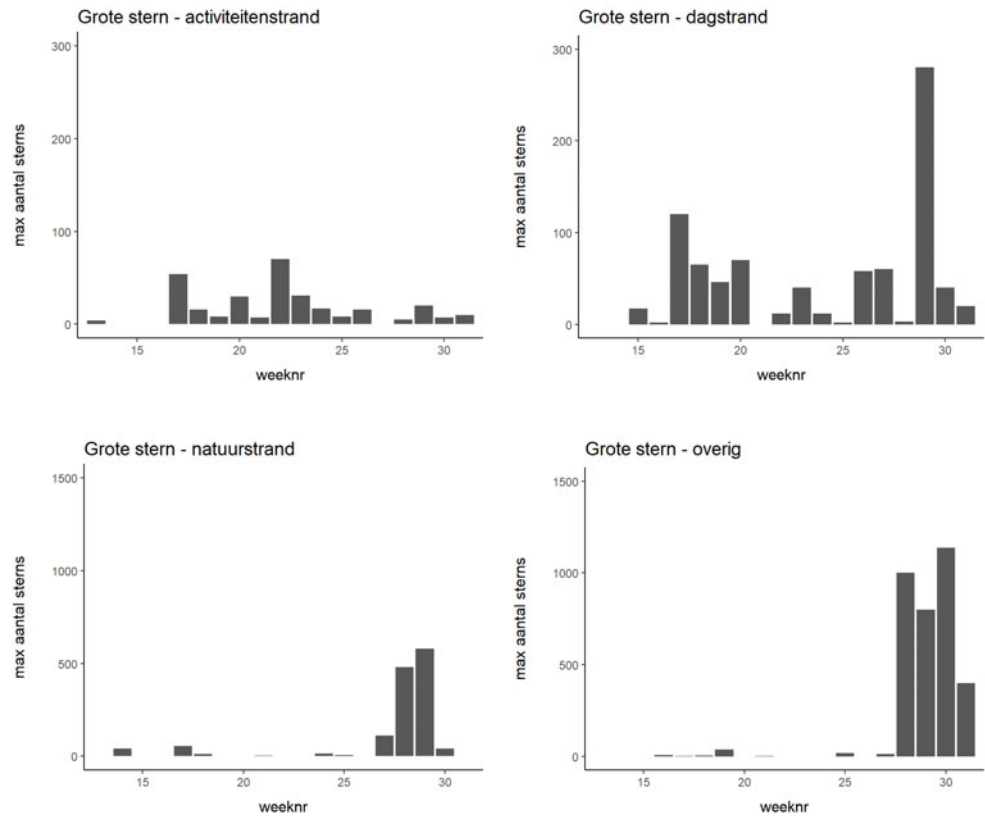


Figuur V.10 Maximale aantallen kitesurfers per dag langs de zachte zeewering van MVII.

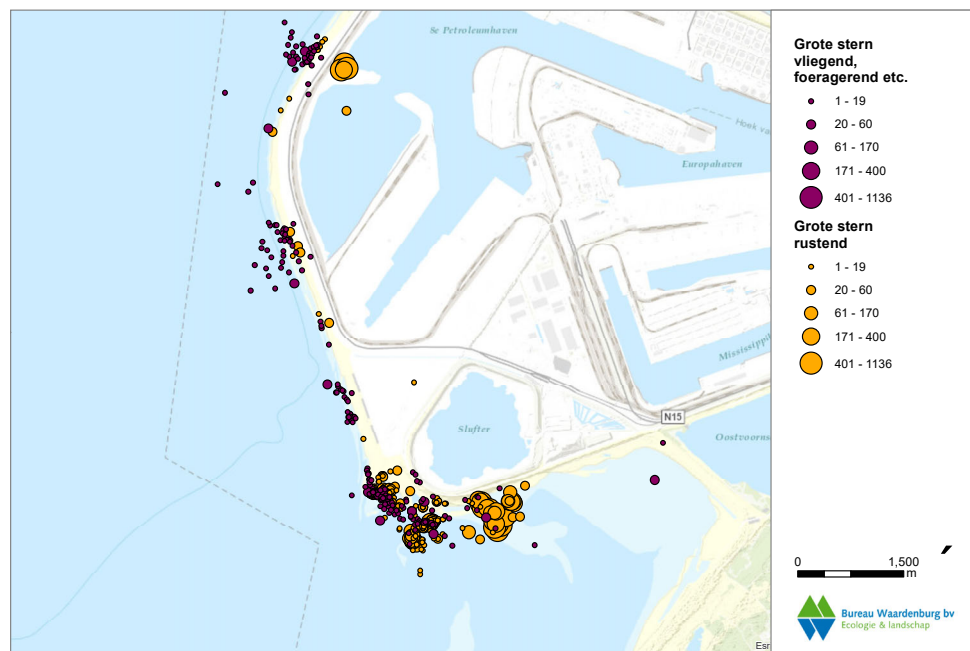
Grote sterns en visdieven maken gebruik van de gehele kust van de MVII zowel als rustgebied als foerageergebied. Wel hebben rustende sterns een duidelijke voorkeur voor het zuidelijke deel van het dagstrand en het natuurstrand (figuur V.6-V.9). Langs de zachte zeewering van MVII werden voornamelijk foeragerende vogels vastgesteld (figuur V.7 en V.9).

Op dit zuidelijke deel van de MVII ligt ook het “Slufferstrand” hierzijn de meeste kitesurfers actief (figuur V11-V12). In totaal werden langs de kust van MVII 18 verstoringen van grote sterns en/of visdieven vastgelegd waarvan slechts één geval werd veroorzaakt door een kite-surfer (een groep van 25 rustende visdieven die op het dagstrand werd verstoord. Verstoringen van rustende grote sterns worden met name veroorzaakt door wandelaars al dan niet met hond (figuur V.15).

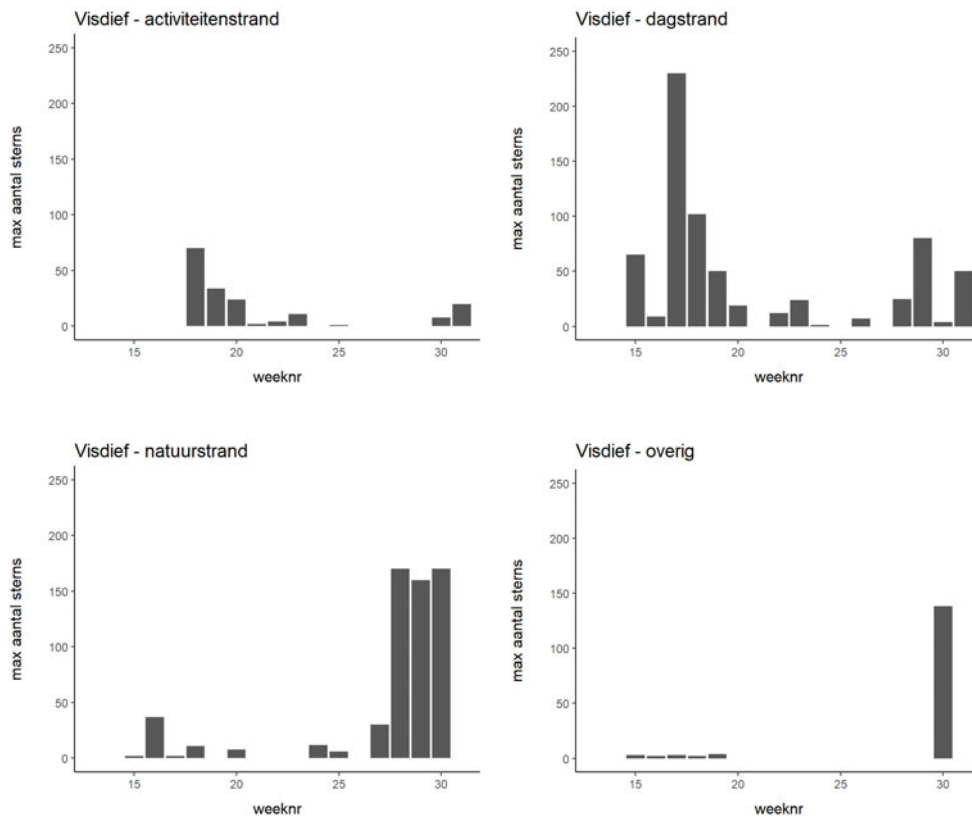
Verstoring van foeragerende sterns is veel lastiger vast te stellen (doordat veranderingen in gedrag over het algemeen niet heel duidelijk waren) en cumulatieve kaartjes zoals figuur V11 en V12 leveren ook weinig informatie hierover. Om toch een beeld te krijgen van overlap van foeragerende sterns en kite-surfers (zowel surfend, als opbouwend op het strand) zijn voor alle afzonderlijke dagen kaartjes van het gebied gemaakt (figuur V13). Hieruit blijkt dat het gebiedsgebruik van kitesurfers en foeragerende sterns regelmatig in ruimte en tijd overlappen (b.v. 06-06-17, 15/16-06-17, 14-07-17). Voor rustende sterns en kitesurfers is ook sprake van overlap in gebiedsgebruik, maar overlap in ruimte en tijd wordt maar zelden vastgesteld (b.v. 15-04-17). Meestal verdwenen rustende sterns uit het gebied zo gauw kite-surfers aanwezig waren (b.v. 14-04-17, 04-05-17 en 19-07-17), een fenomeen dat ook bij wandelaars en rustende sterns werd vastgesteld (figuur V.13).



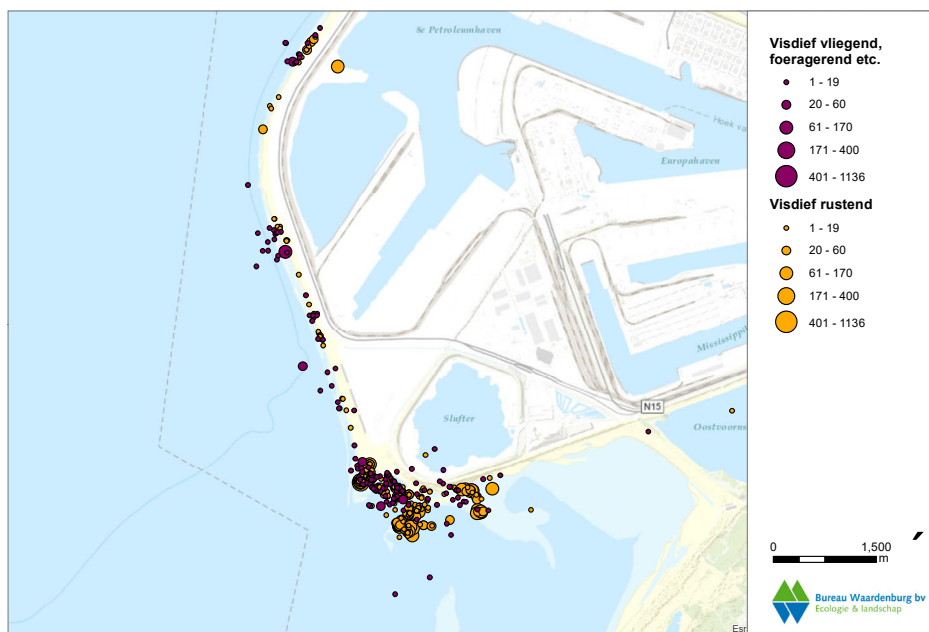
Figuur V.6 Maximale aantallen grote sterns per week per strand/plaat.



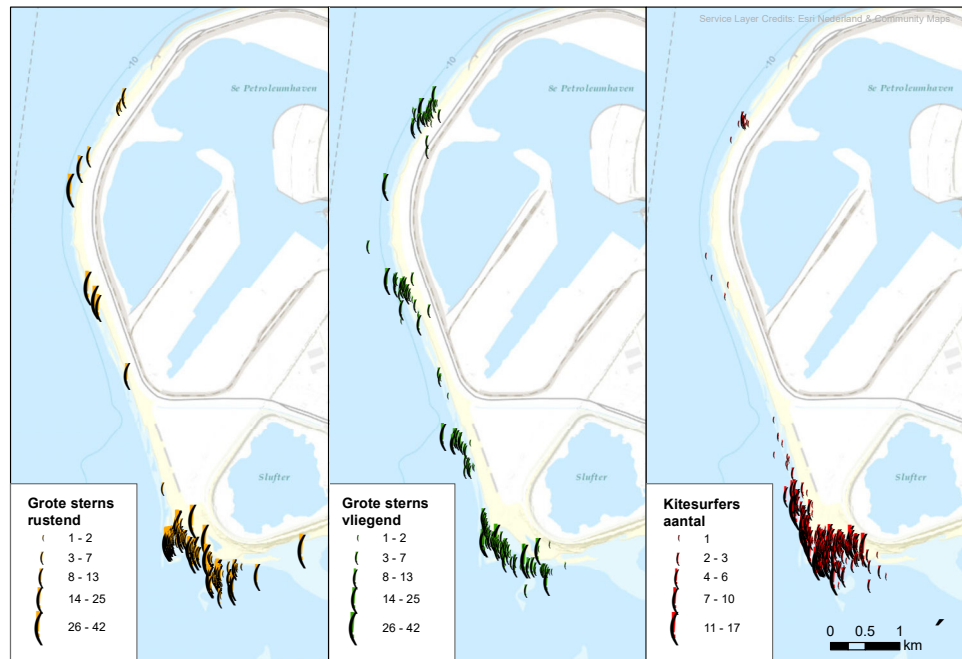
Figuur V.7 Cumulatieve aantallen grote sterns op de stranden van de Tweede Maasvlakte en op het noordelijk deel van de Hinderplaat.



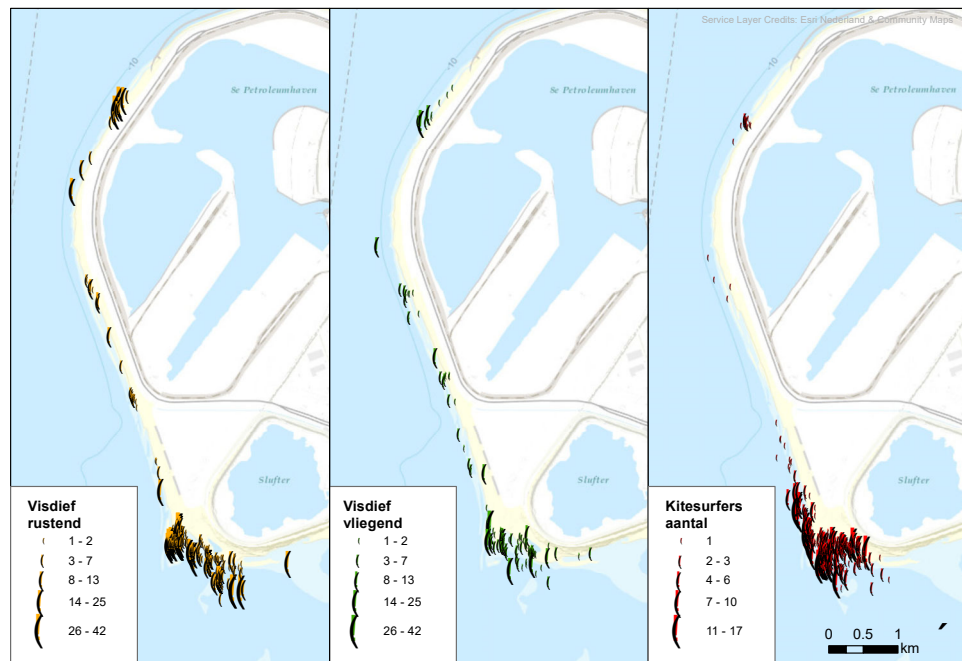
Figuur V.8 Maximale aantallen visdieven per week per strand/plaat.



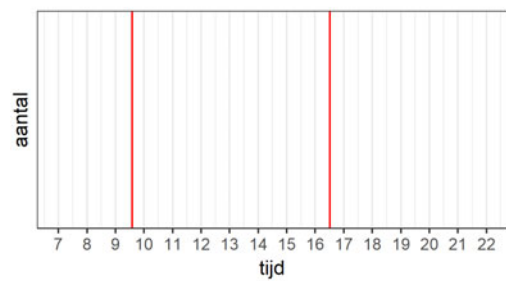
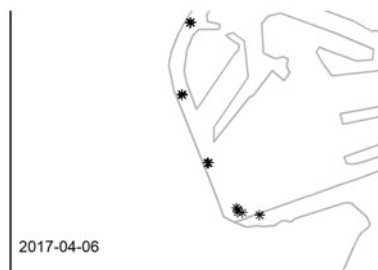
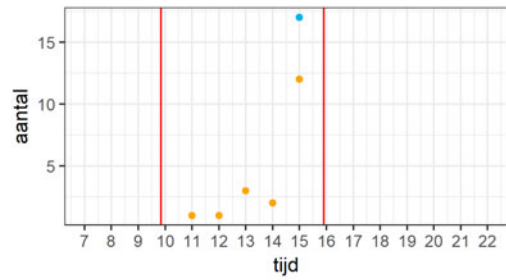
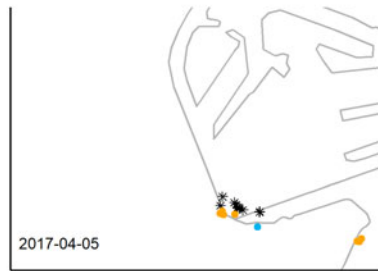
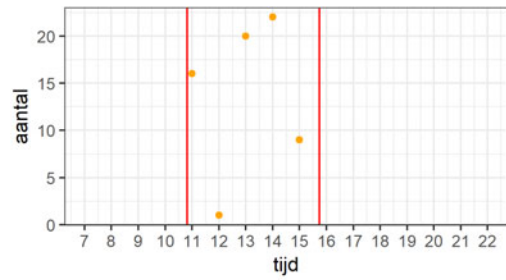
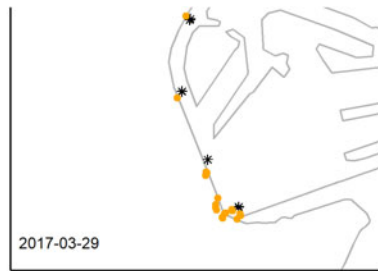
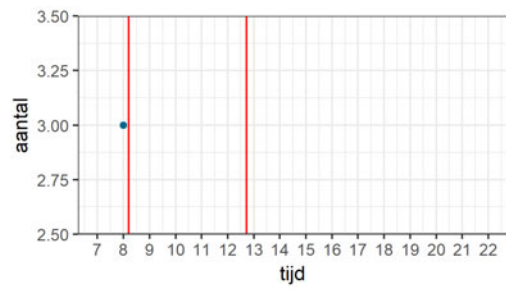
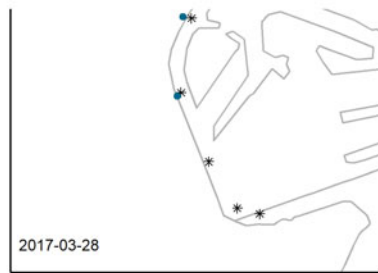
Figuur V.9 Cumulatieve aantallen visdieven op de stranden van de Tweede Maasvlakte en op het noordelijk deel van de Hinderplaat.



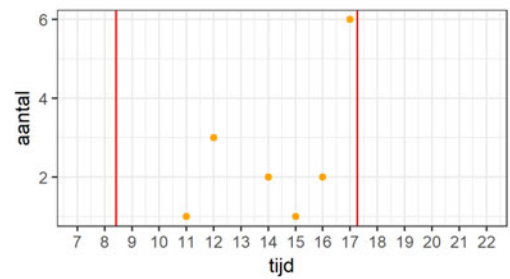
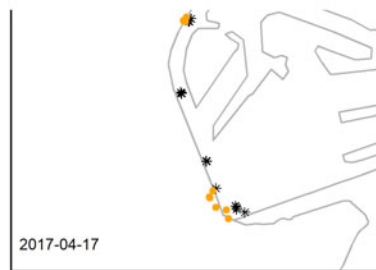
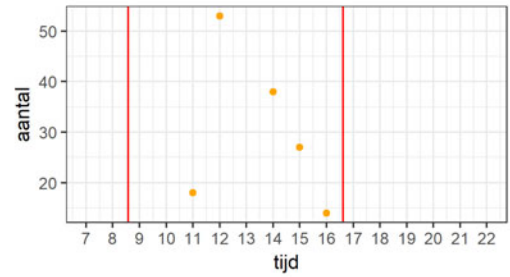
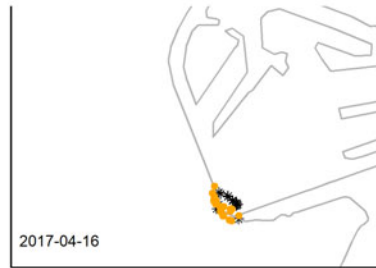
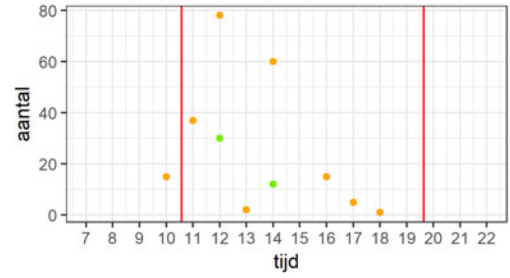
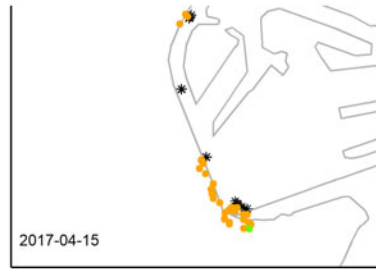
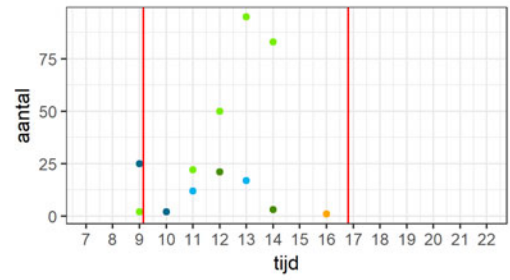
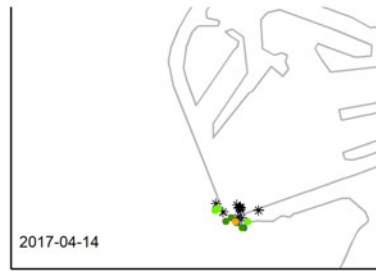
Figuur V.11 Cumulatieve aantallen grote sterns en kitesurfers op de Tweede Maasvlakte.



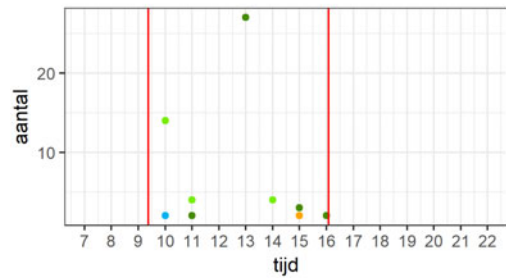
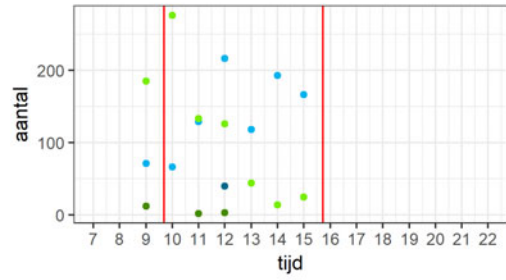
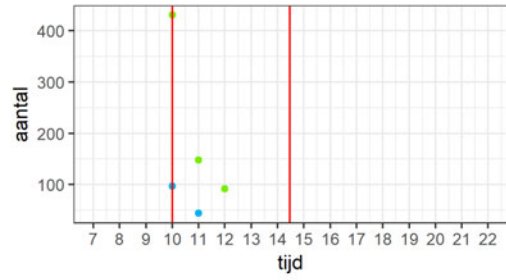
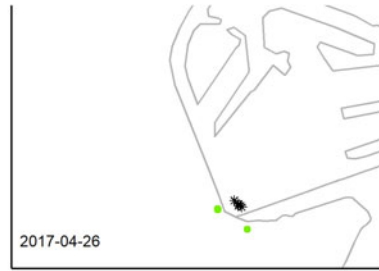
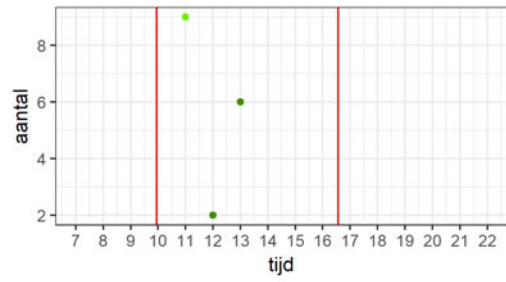
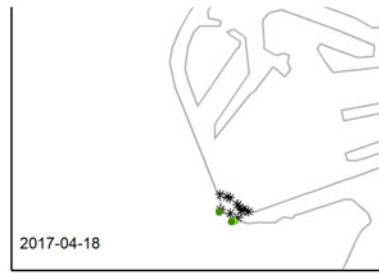
Figuur V.12 Cumulatieve aantallen visdieven en kitesurfers op de Tweede Maasvlakte.



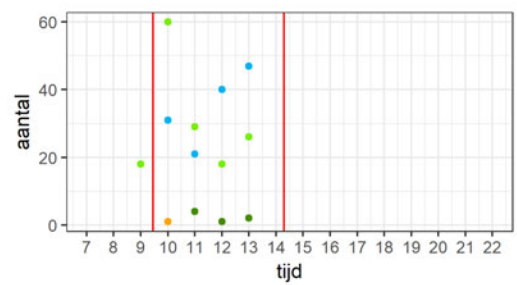
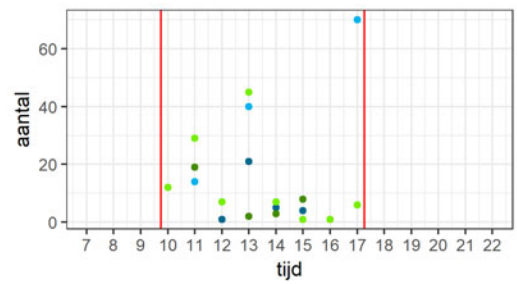
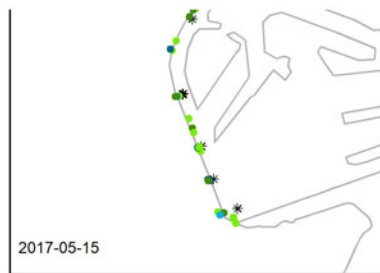
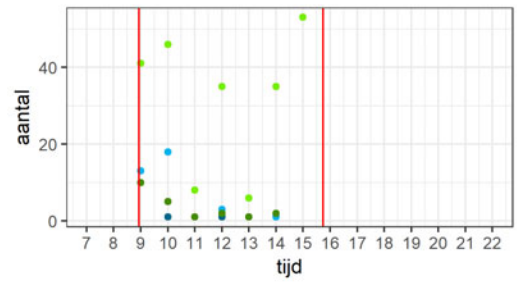
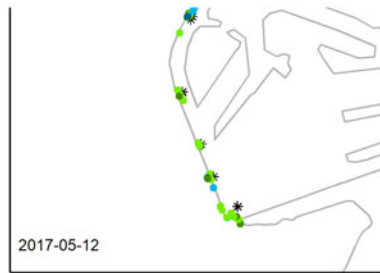
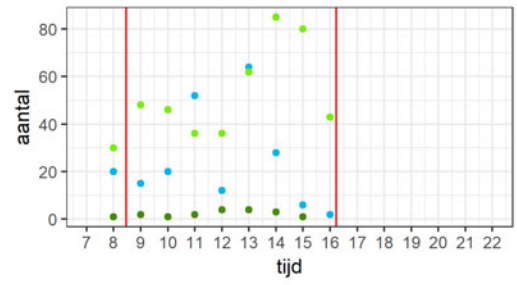
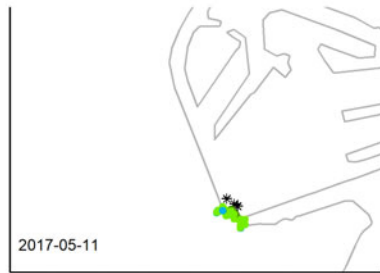
- Grote stern - Foeragerend
- Grote stern - Rustend
- Visdief - Foeragerend
- Visdief - Rustend
- Kitesurfer
- * Telpost



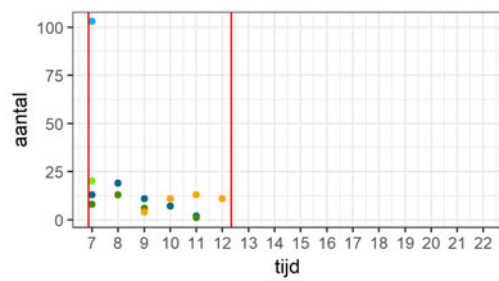
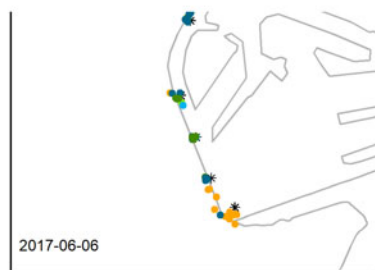
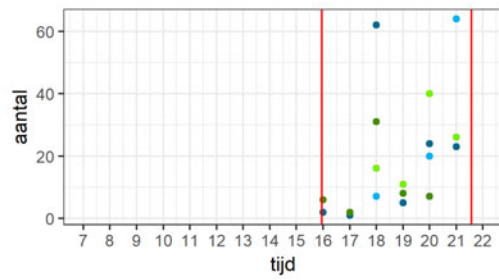
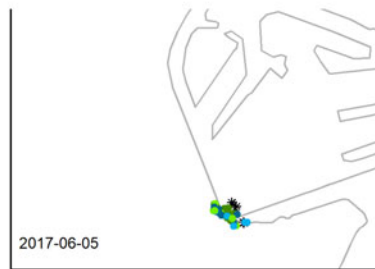
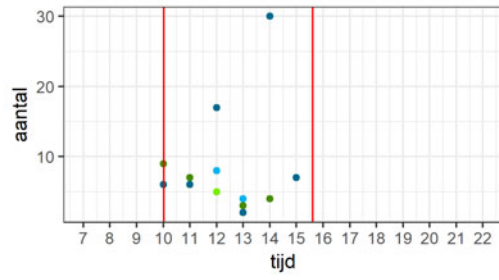
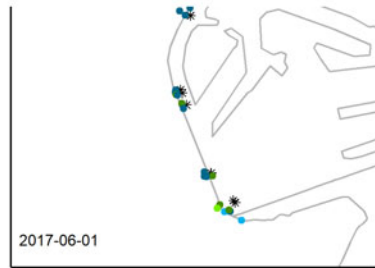
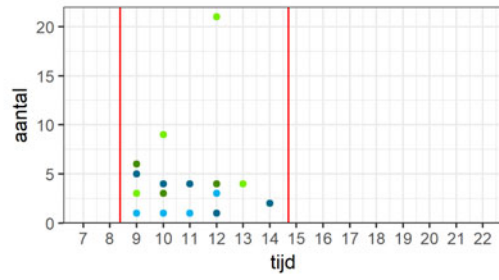
- Grote stern - Foeragerend
 - Grote stern - Rustend
 - Visdief - Foeragerend
 - Visdief - Rustend
 - Kitesurfer
- * Telpost



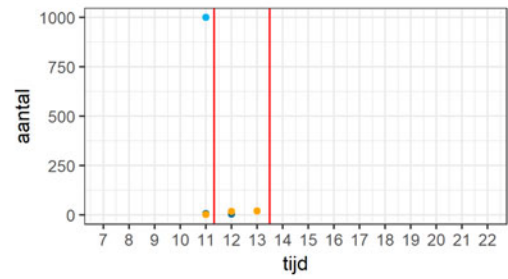
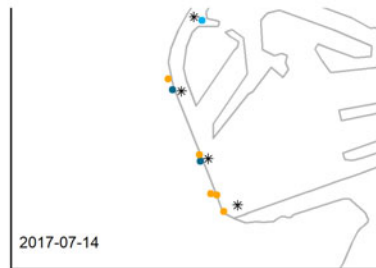
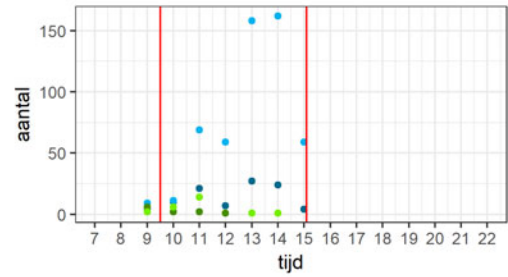
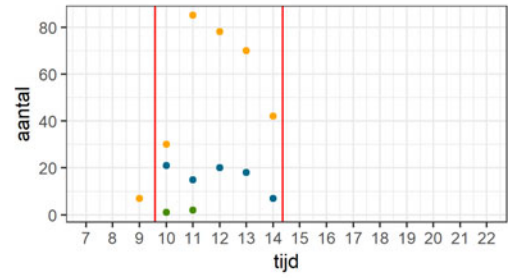
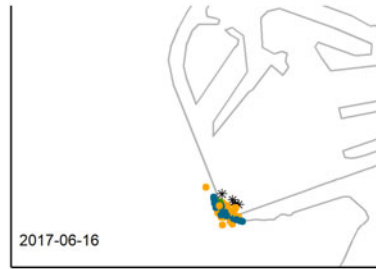
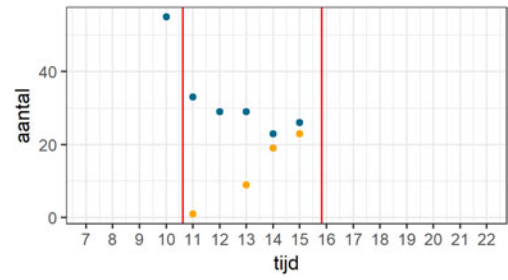
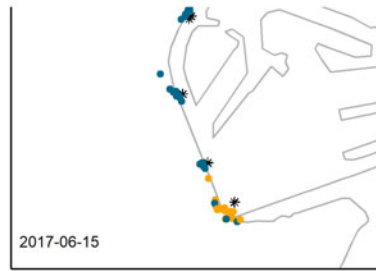
- Grote stern - Foeragerend
- Grote stern - Rustend
- Visdief - Foeragerend
- Visdief - Rustend
- Kitesurfer
- * Telpost



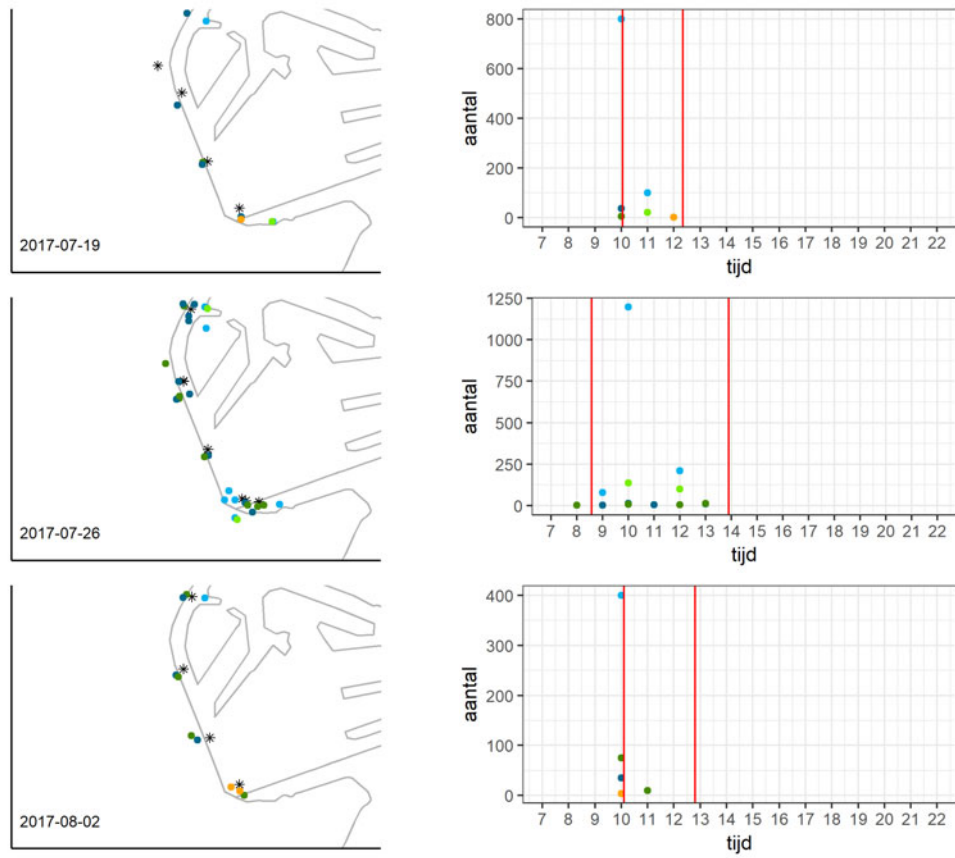
- Grote stern - Foeragerend
 - Grote stern - Rustend
 - Visdief - Foeragerend
 - Visdief - Rustend
 - Kitesurfer
- * Telpost



- Grote stern - Foeragerend
- Grote stern - Rustend
- Visdief - Foeragerend
- Visdief - Rustend
- Kitesurfer
- * Telpost



- Grote stern - Foeragerend
 - Grote stern - Rustend
 - Visdief - Foeragerend
 - Visdief - Rustend
 - Kitesurfer
- * Telpost



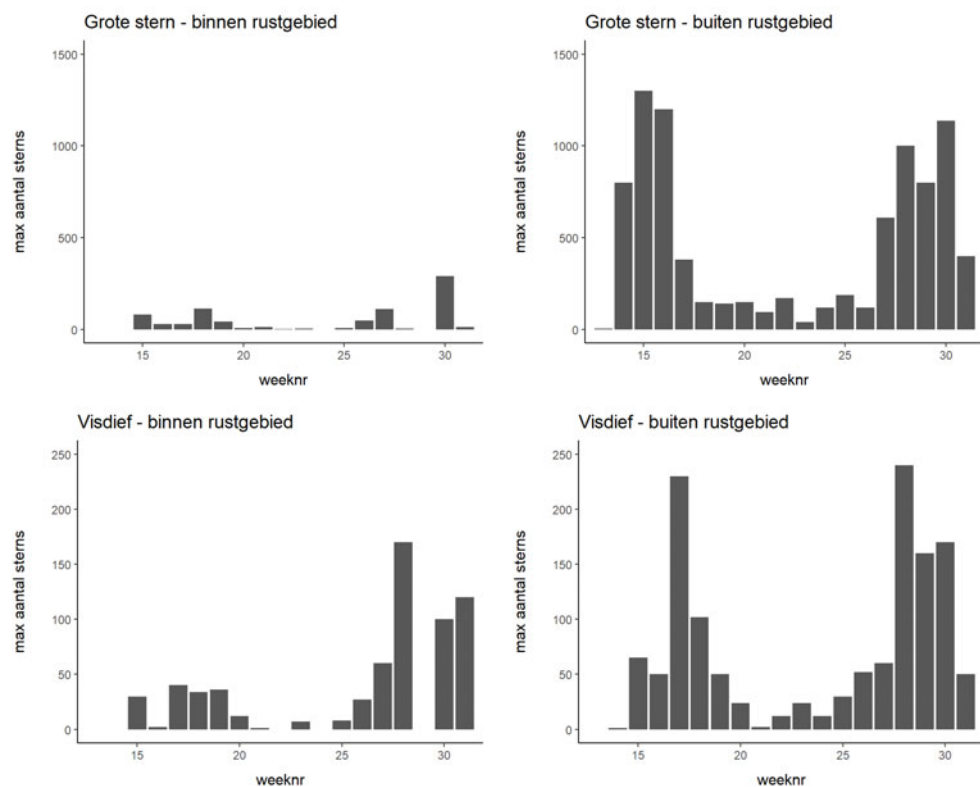
Figuur V.13 Ruimtelijke verdeling van rustende en foeragerende sterns en kitesurfers rond de MVII per dag (links) met rechts het aantalverloop gedurende de dag.

3.4 Gebruik van de ingestelde rustgebieden door sterns

In voorgaande paragrafen is een overzicht gegeven van het gebruik van de verschillende gebieden waarin met regelmaat grotere aantallen grote sterns rusten. Een deel hiervan is aangewezen als rustgebied voor grote sterns (Hinderplaat, Bollen van de Ooster), als rustgebied voor zeehonden (Middelplaat), als rustgebied voor steltlopers (Natuurstrand is onderdeel van rustgebied Slikken van Voorne) of in het geheel niet aangewezen als rustgebied (Verklikkerplaat, zeevering MVII).

Grote sterns rusten met name buiten de ingestelde rustgebieden, echter met name rond het uitvliegen van de jongen werden relatief veel rustende grote sterns binnen de rustgebieden (in dit geval Hinderplaat) gezien (figuur V.14). Uit eerder onderzoek weten we dat ook de Bollen van de Ooster in die periode in trek zijn bij rustende grote sterns (Fijn *et al.* 2016). In het voorseizoen wordt weinig gebruik gemaakt van de ingestelde rustgebieden terwijl dit de periode is met de grootste aantallen rustende sterns op de platen.

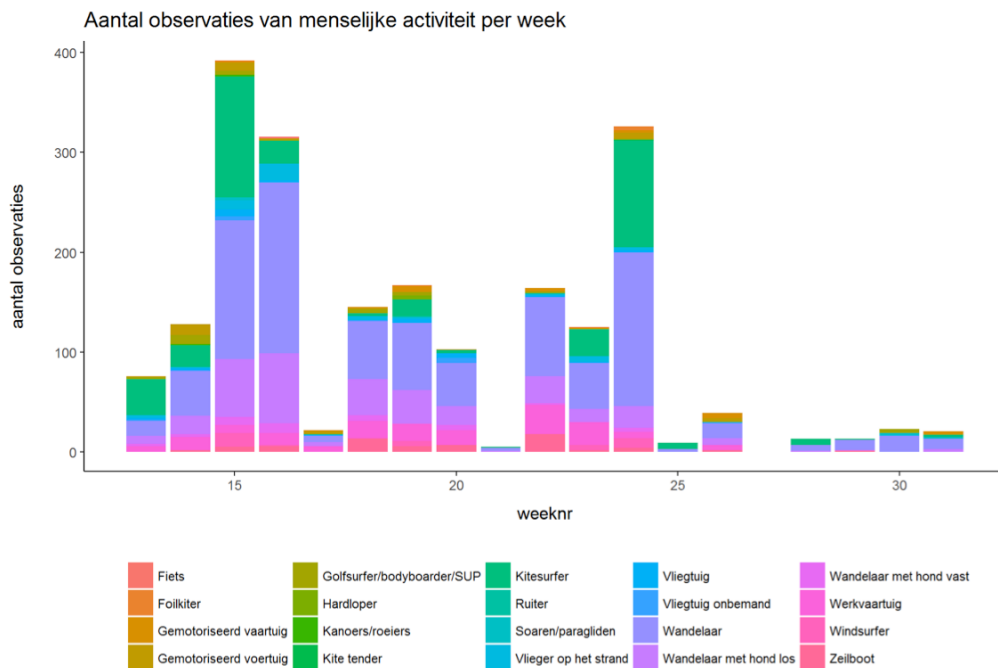
Visdieven rustten zowel binnen als buiten de voor sterns ingestelde rustgebieden, en ook het seizoenspatroon is vergelijkbaar tussen rustgebied en overig gebied (figuur V.14). Vergelijkbaar met de grote stern wordt in het voorjaar relatief minder gebruik gemaakt van de ingestelde rustgebieden dan rond het uitvliegen van de jongen.



Figuur V.14 Maximale aantallen waargenomen grote sterns (boven) en visdieven (onder) binnen (links) en buiten (rechts) de aangewezen rustgebieden voor sterns.

3.5 Verstoringen van sterns

Menselijke activiteit vindt voornamelijk plaats buiten de aangewezen rustgebieden. Dit wil echter niet zeggen dat de menselijke activiteit van dusdanige omvang kan zijn dat het de dieren in het rustgebied niet verstoort. In totaal zijn er 20 verschillende vormen van menselijke activiteit waargenomen die als potentiële verstoringsbron kunnen worden aangemerkt (figuur V.15). De grootste aantallen verstoringsbronnen werden vastgesteld in week 15 en 16, dat waren de weken rond Pasen, een periode wanneer zeer veel toeristen in de Delta aanwezig zijn. Ook de periode tot de zomervakantie liet duidelijke pieken zien met de meivakantie (week 17/18), Hemelvaart en Pinksteren (week 21 en 22). Opvallende uitschieter was week 24. Dit was niet in de vakantieperiode, maar wel een week met opvallend mooi weer. De meest voorkomende vorm van recreatie is wandelen en dit vindt vooral plaats op de Verklikkerplaat en op de stranden van de MVII. Op en nabij de Hinderplaat en de Middelpmaat werden maar zeer zelden verstoringsbronnen vastgesteld (in beide gevallen alleen een enkel gemotoriseerd vaartuig).

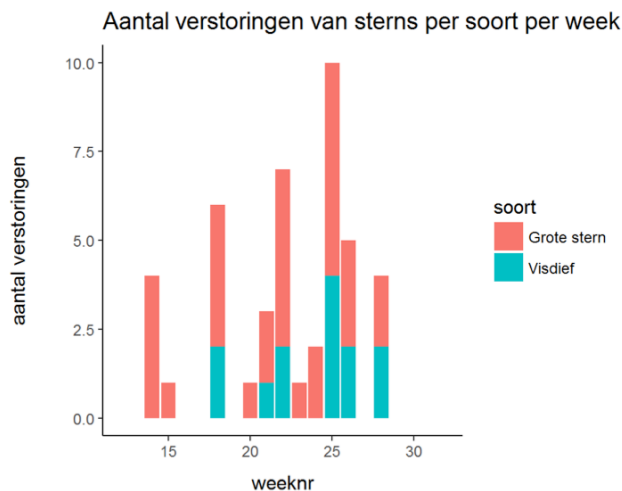


Figuur V.15 Aantal observaties van menselijke activiteit per week op de Tweede Maasvlakte, Hinderplaat, Middelpmaat en Verklikkerplaat

Menselijke activiteiten kunnen potentieel zorgen voor verstoringen van grote sterns of visdieren, er zijn echter geen aanwijzingen dat gebieden actief gemeden worden door sterns omdat er (te)veel verstoring is. Het enige gebied waar dit voor zou kunnen gelden is de zuidpunt van het strand van de Tweede Maasvlakte. Hier zitten echter in de vroege ochtend, als er geen mensen aanwezig zijn), nog altijd grote groepen rustende sterns.

In totaal werden 46 verstoringen van sterns vastgesteld op 18 velddagen op zowel de Verklikkerplaat als op de stranden (Natuurstrand en Dagstrand) van MVII (figuur V.16).

In totaal werd één verstoring vastgesteld binnen een ingesteld rustgebied (Natuurstrand) maar dit gebied is aangewezen voor steltlopers en niet voor sterns. In de meeste gevallen ging het om zeer lokale en tijdelijke verstoringen waarbij de sterns kortstondig opvlogen van de rustplaats en binnen een kilometer afstand en binnen een minuut in hetzelfde gebied weer neerstreken. Verstoring van foeragerende sterns is niet waarneembaar geweest. De belangrijkste bronnen van verstoringen van rustende sterns zijn wandelaars (23 – 52%) en wandelaars met hond (13 – 30%). Andere verstoringbronnen waren boten (2 – 5%), vliegtuigen (3 – 7%), een ruiter (1 – 2%) en kitesurfers (2 – 5%).



Figuur V.16 Aantal verstoringen van grote sterns en visdieven per week.

4. Discussie

Deze studie is uitgevoerd om meer grip te krijgen op de vragen wanneer de sterns gebruik maken van de rustgebieden, welke dieren dat zijn en in hoeverre verstoring een grote rol speelt in de verspreiding van deze dieren.

Het zicht vanaf de kant van de duinen op het rustgebied op de Bollen van de Ooster is minimaal. Deze zandrug ligt zo'n 5 km uit de kust. Alleen vanaf de vuurtoren op Goeree is een deel van het oostelijk deel van de plaat te zien. Aangezien de meeste sterns juist op de westpunt zitten is dit uitkijkpunt van weinig waarde. De westpunt is ook het enige deel van de plaat dat met hoogwater niet ondergaat. Voor komende jaar wordt het monitoringsprogramma aangepast om meer zicht te krijgen op de aantallen sterns die van dit rustgebied gebruik maken.

Uit de data blijkt dat in het voorseizoen en het naseizoen, rond het uitvliegen van de jongen grote sterns voornamelijk gebruik maken van de Verklikkerplaat. Deze plaat is een voormalig rustgebied voor zeehonden. Ook blijkt uit de ringterugmeldingen dat nog later in het seizoen in dit gebied een klein aantal grote sterns verblijft. In 2011 is het gebruik van de Verklikkerplaat onderzocht en toen werden ook al grote aantallen rustende sterns vastgesteld aan het begin van het seizoen en rond het uitvliegen van

de jongen (figuur V.1). Ook tijdens de vliegtuigtellingen bleek dit gebied een aantrekkelijk rustgebied voor (grote) sterns. Het lijkt erop dat de veranderende status van het gebied niet van invloed is geweest op de aantrekkingskracht voor grote sterns. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt door de relatief moeilijke toegankelijkheid van de Verklikkerhaak, een zandplaat die alleen met laagwater bereikbaar is vanaf de kant. Zeker in 2017 was de toegang tot deze haak maar zeer beperkt door een diepe geul vlakbij het strand. Hierdoor is een groot deel van de getijcyclus de haak onbereikbaar voor mensen en dit is rustig voor sterns, temeer omdat er zeer weinig andere menselijke activiteiten of extreme sporten op het strand aanwezig zijn.

Een grote kennisleemte ligt bij het gebruik van de Bollen van de Ooster. Natuurlijk weten we uit de vliegtuigtellingen dat dit gebied met name rond het uitvliegen van de jongen gebruikt wordt, maar in hoeverre dat ook in het voorseizoen gebeurt, is nog onbekend. Tijdens de monitoring in 2018 zullen we onze bezoekfrequentie in die eerste periode verhogen om daar een beter idee van te krijgen.

Opvallend is verder het relatief beperkte gebruik van de Middelplaat door sterns, een voor zeehonden ingesteld rustgebied. In 2017 is er door een tekenplaag in de duinen ter hoogte van de Middelplaat dit gebied maar beperkt onderzocht, maar ook tijdens de vliegtuigtellingen worden maar zeer zelden groepen grote sterns op deze plaat waargenomen. Waarom deze zandplaat, die zeer dichtbij de Verklikkerplaat ligt, zo zelden gebruikt wordt is niet bekend.

Uit eerdere jaren was niet bekend dat de Hinderplaat veel gebruikt wordt door grote sterns. Dit was uitsluitend bekend door enkele waarnemingen van gezenderde sterns in dit gebied en af en toe een klein groepje tijdens de vliegtuigtellingen. In 2016 bleek al dat met name rond het uitvliegen van de jongen het gebied toch regelmatig gebruikt wordt, en dit werd in 2017 bevestigd. In 2018 zullen we ook aan dit gebied extra aandacht besteden.

Overigens is de afkomst van de rustende sterns binnen de rustgebieden nog grotendeels onbekend. Zijn het vooral sterns uit de aangrenzende broedgebieden of zitten er ook "vreemde" sterns tussen en waar komen deze "vreemde" sterns dan vandaan? In 2018 hopen we met een vergrote inspanning om ringen af te lezen in deze gebieden hierover meer te weten komen.

Verstoring door menselijke activiteiten werd vastgesteld op met name het Verklikkerstrand en de stranden van de MVII. Verstoring binnen de ingestelde rustgebieden voor sterns werd niet vastgesteld. Rustende sterns werden voornamelijk door wandelaars verstoord. Er is overlap in ruimte en tijd tussen foeragerende sterns en kitesurfers. Verstoring van foeragerende sterns werd niet aangetoond. Onduidelijk blijft wat de (lange termijn) effecten zijn van verstoring op de stranden van de MVII waar veel rustende sterns, kitesurfers en wandelaars werden waargenomen.

In hoeverre de rustgebieden essentieel zijn, en rust dus een beperkend factor is, voor sterns in de Voordelta, is niet te kwantificeren. Wel is het zo dat de rustgebieden gebruikt worden tijdens cruciale fases in de levenscyclus van sterns, en met name in perioden die van belang zijn voor de voortplanting van sterns in de Voordelta (balts, na het uitvliegen van de jongen). Waarborging van rust in deze gebieden zal dus wel bijdragen aan een ongestoorde situatie voor sterns en daardoor de dieren mogelijk een energetisch voordeel geven tijdens het broedseizoen.

VI Onderzoek met kleurringen

1. Inleiding

Het instellen van rustgebieden voor sterns is één van de twee maatregelen die voor deze soortgroep getroffen zijn ter compensatie van de effecten van de aanleg van de Tweede Maasvlakte. Deze rustgebieden worden met name in het voorseizoen door verzamelde adulte vogels, en vlak na het uitvliegen van jonge sterns uit de kolonies gebruikt door grote sterns (zie H3 en Bijlage V). Vanuit onze veldervaring lijkt het erop dat juveniele vogels tamelijk snel met hun ouders uit de Voordelta verdwijnen, echter dit is nog niet onomstotelijk aangetoond. Daarnaast kan het zo zijn dat deze eerste fase na het uitvliegen een zeer cruciale fase voor de overleving van deze jonge vogels is. Aan de hand van terugmeldingen van geringde juvenielen en adulten is het mogelijk om meer zicht te krijgen op de dispersie van jonge grote sterns uit de Delta kolonies en ook over de verblijftijd van juvenielen in de rustgebieden in de Delta.

2. Methode

Sinds 2010 worden grote sterns in de Delta individueel gekleurd door de Ringgroep Delta (DPM, INBO, BUWA) in privé-tijd. Deze individuele vogels worden veelvuldig afgelezen en teruggemeld van diverse plaatsen langs de Oost-Atlantische Flyway en in de geboortekolonie. Al deze meldingen worden verzameld en verwerkt in een database. In totaal werden 2.355 ringen uitgedeeld in de periode 2010-2017 (tabel II.1).

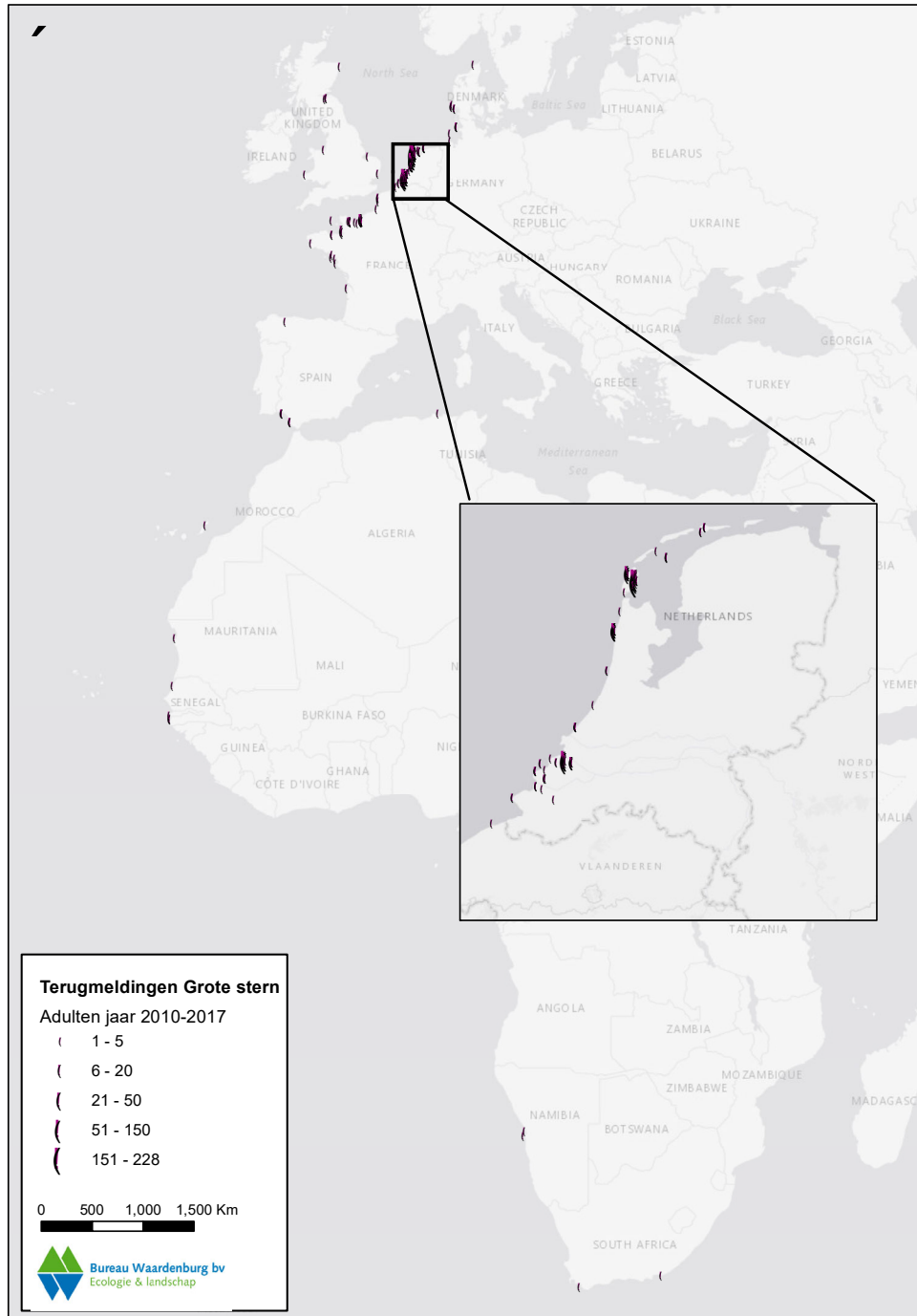
Tabel VI.1 Ring inspanning over de verschillende jaren

Jaar	Adult			Totaal	Juveniel			Totaal
	Scheelhoek	Markenje	Slijkplaat		Scheelhoek	Markenje	Slijkplaat	
2010	16	-	-	16				
2012	10	-	-	10	460	28	-	488
2013	26	-	-	26	255	143	-	398
2014	-	-	28	28	-	32	298	330
2015	34	-	-	34	169	19	-	188
2016	24	-	-	24	303	59	-	362
2017	41	-	-	41	410	-	-	410
Totalen	151	0	28	179	1.597	281	298	2.136

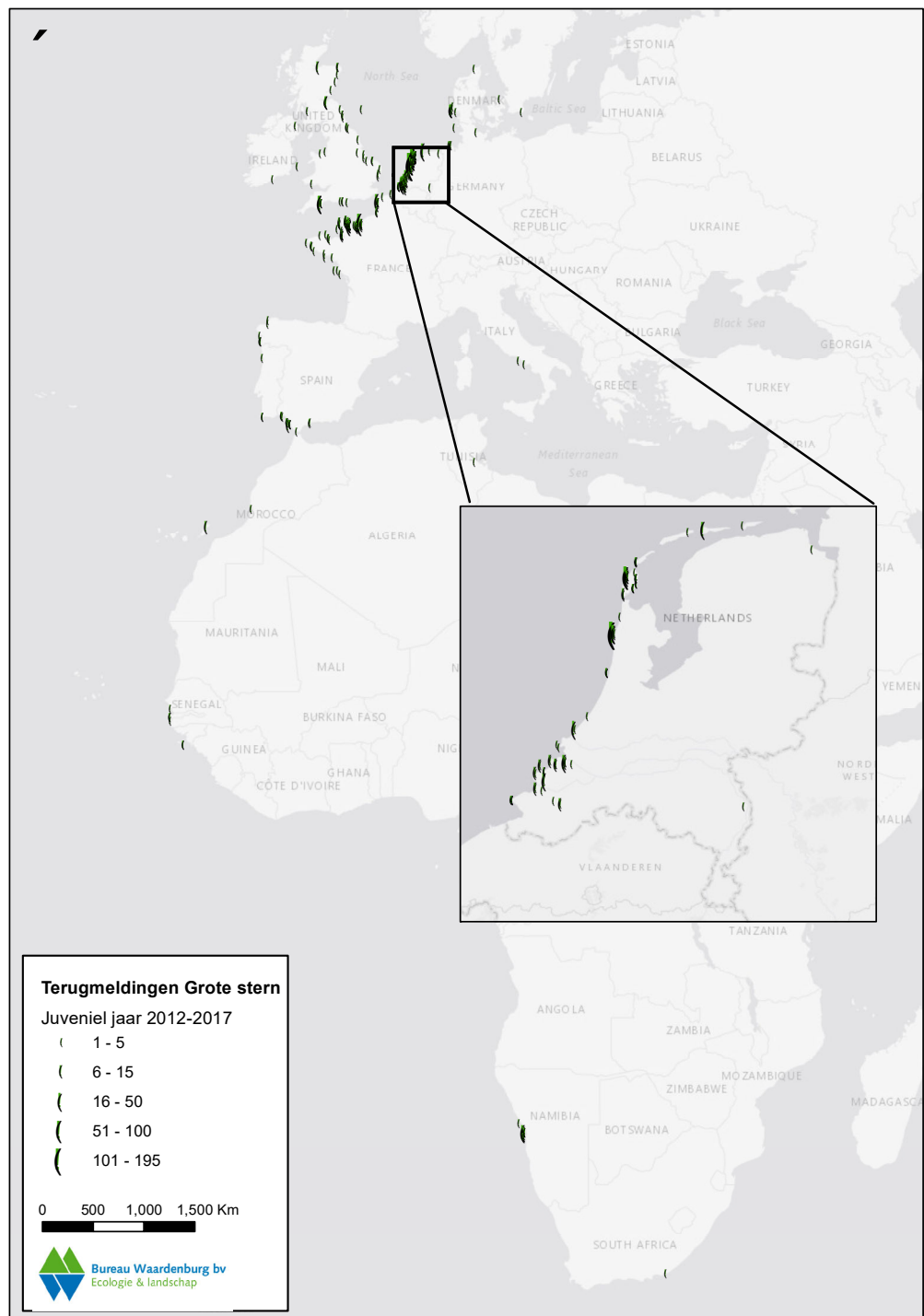
3. Resultaten

Sinds 2010 werden ongeveer 6.400 kleurringen teruggemeld van 1.463 individuele sterns vanaf meer dan 300 verschillende locaties in zowel Nederland als ook in 20 andere landen (figuur VI.1a/b). De meest noordelijke terugmelding komt uit Cairnbulg in Schotland, de meest zuidelijke uit Gansbaai in Zuid-Afrika. De verste terugmelding komt ook uit Zuid-Afrika, maar iets meer ten oosten van Gansbaai, namelijk vanuit Cannon Rocks, in een rechte lijn meer dan 9.800 km van de Delta. De kortst mogelijke

route naar Cannon Rocks over zee is echter vele malen groter, namelijk meer dan 12.000 km.



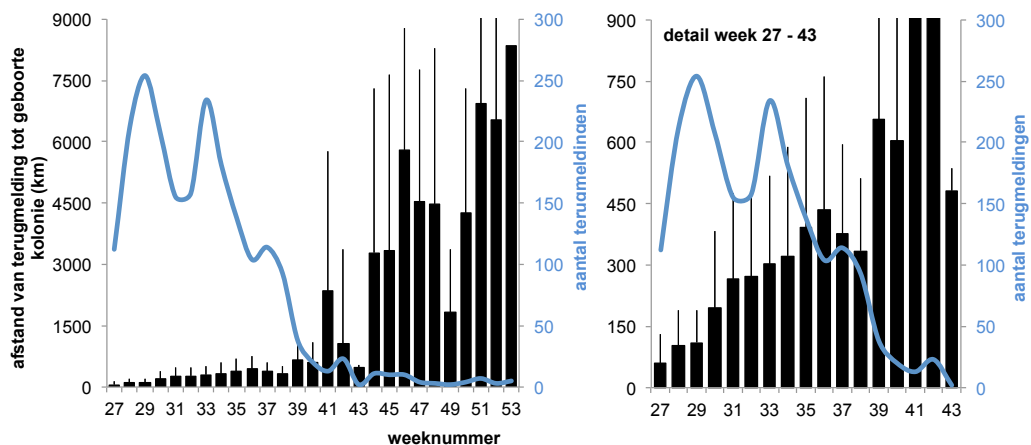
Figuur VI.1a Verspreiding van terugmeldingen van als adult geringde grote sterns.



Figuur VI.1b Verspreiding van terugmeldingen van als juveniel geringde grote stern.

De grootste aantallen grote sterns die in de Delta geringd worden zijn nog niet vliegvlug op het moment van ringen. Als deze groep uitvliegt vanaf begin juli komen de meeste aflezingen vooral vanuit de Delta (zie later), en daarnaast de Putten bij Petten, en op Texel. Niet alle vogels blijven in de Delta, want ieder jaar zijn er individuen die

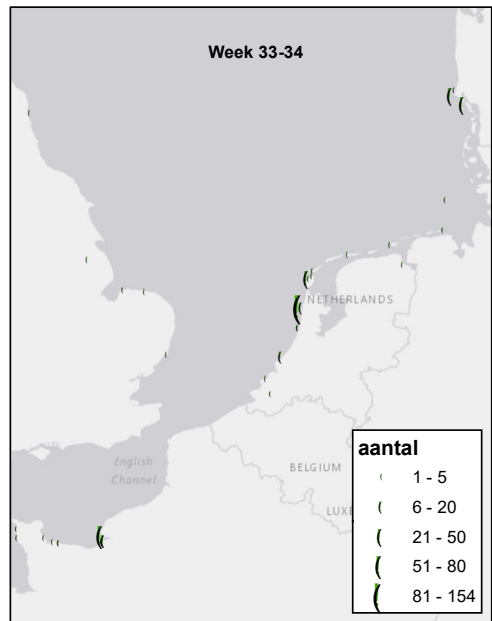
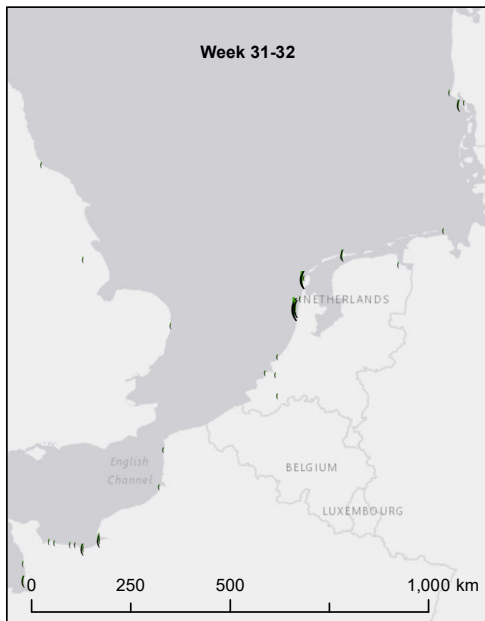
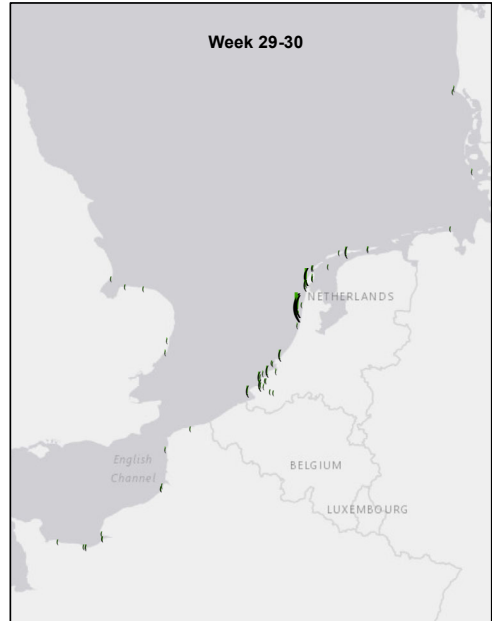
direct na het uitvliegen naar het noorden vertrekken en heel snel met hun ouders in de Putten en op Texel worden gezien. Al in de eerste week van uitvliegen (als uitvliegdatum is 1 juli gekozen, week 27) is de gemiddelde afstand van een terugmelding tot de geboortekolonie $58,9 \pm 70,74$ (N = 112) km (figuur VI.2). In de loop van het uitvliegseizoen loopt deze afstand snel op tot boven de 100 km in week 2 na uitvliegen. Hierbij moet wel worden aangemerkt dat de afleesinspanning in de Delta relatief laag is, terwijl langs de kust in de Putten bij Petten en op Texel zeer veel grote sterns op korte afstand van observatie-punten staan waardoor de afleesmogelijkheden veel beter zijn. Onevenredig veel terugmeldingen komen dus van relatief grote afstand. In ieder geval heel juli worden redelijke aantallen vogels teruggemeld vanuit het Deltagebied en de stranden van Zuid-Holland.



Figuur VI.2 Gemiddelde afstand (km) van terugmeldingen tot aan de geboorteplaats en het aantal teruggemelde individuen in de loop van het seizoen.

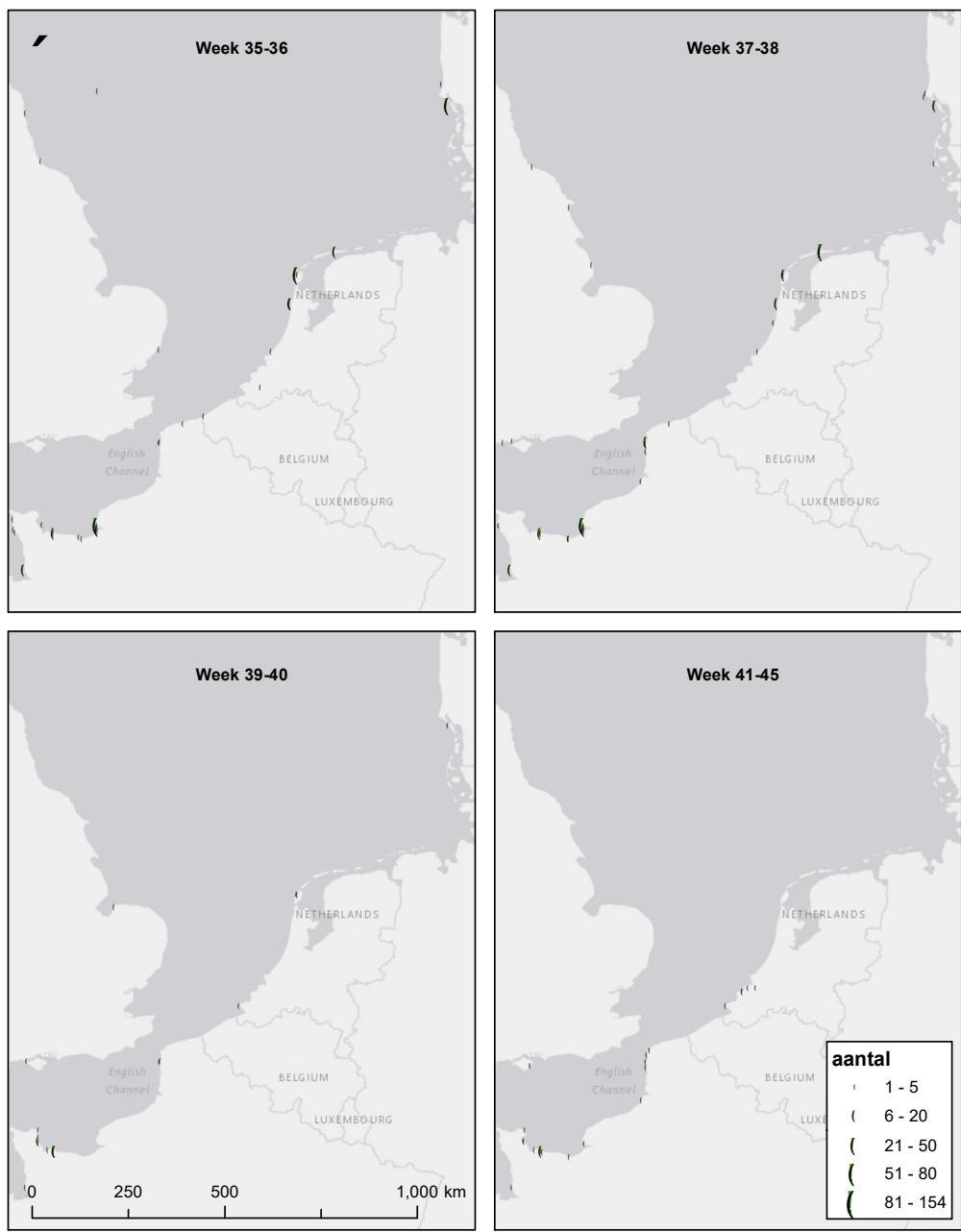
Vanaf augustus (week 31) nemen de aantallen terugmeldingen in de Delta sterk af (figuur VI.3), en dan komen de terugmeldingen vooral van de Putten, Texel en ook Ameland. Een klein deel vliegt de Duitse Bocht in, tot aan de Noordkust van Denemarken aan toe. Ook is er een klein aantal dieren dat direct na het uitvliegen richting het Verenigd Koninkrijk vliegt en het Kanaal door naar Normandië.

Vanaf de tweede helft van september (week 37/38) nemen de aantallen op de noordelijke plekken af, met nog een enkele terugmelding uit de Delta en steeds meer terugmeldingen uit het (verre) buitenland. Doordat de vogels die in eerste instantie naar het noorden zijn vertrokken, ook weer terugkomen zien we in oktober en begin november (week 39 en verder) een doortrekkpiek van vogels in het Deltagebied. Omdat er naast deze jongen, ook al een heel groot deel al behoorlijk ver gevorderd is naar hun overwintersgebied vertaald zich dat niet in een afname van de gemiddelde afstand (figuur VI.2). Vanaf half november worden er geen juveniele sterns meer in het Deltagebied gezien. De terugmeldingen uit het buitenland in het naseizoen komen vooral uit het Verenigd Koninkrijk (o.a. de zuidkust van Engeland en Schotland) en Frankrijk (o.a. nabij Calais, Le Havre en in Normandië). Een compleet overzicht van de verspreiding van terugmeldingen van gekleurde grote sterns door de tijd heen wordt gegeven in figuur VI.3.



Service Layer Credits: Esri, HERE, DeLorme, MapmyIndia, © OpenStreetMap contributors, and the GIS user community





Service Layer Credits: Esri, HERE, DeLorme, MapmyIndia, © OpenStreetMap contributors, and the GIS user community



Figuur VI.3 Overzicht van terugmeldingen van grote sterns na het uitvliegen van de jongen, dat doorgaans in de eerste week van juli (week 27) valt.

Vele, zomet alle jonge vogels, vliegen (zeer) lang mee met hun ouders. De terugmeldingen van adulte grote sterns laten dus een soortgelijk verspreiding en patroon in de tijd zien. Opvallend is dat in deze groep een groot aantal terugmeldingen zitten vanaf de Zandmotor nabij Den Haag rond half juli. Eind augustus beginnen de aantallen terugmeldingen af te nemen en zijn er vanuit de Delta bijna helemaal geen terugmeldingen meer. Pas later in het jaar nemen de aantallen weer toe als gevolg van een doortrekkiepiek eind september en in oktober. De rustgebieden worden dus waarschijnlijk drie keer per jaar min of meer intensief gebruikt door de sterns, namelijk voorafgaand aan het broedseizoen, na het uitvliegen van de jongen, en in het late najaar (zie figuur VI.3 en VI.4 onder "Verblijftijd in de Delta").

Van december tot maart overwinteren grote sterns voornamelijk aan de kusten van het Afrikaanse continent (figuur VI.1a/b), en terugmeldingen van geringde vogels komen vanuit de Middellandse Zee (Tunesië), maar voornamelijk langs de westkust (o.a. Canarische Eilanden, Marokko, Gambia, Senegal) naar het zuiden tot aan Namibië en Zuid-Afrika. Daarnaast overwinteren ook een klein aantal grote sterns aan de Franse kusten (bv. Bretagne) en langs de Spaanse en Portugese kust.

Terugmeldlocaties in de Delta

Van het totaal van 6.400 terugmeldingen van sterns geboren of broedend in het Deltagebied komen er 741 uit het Deltagebied zelf (het gebied grofweg tussen Cadzand en de Tweede Maasvlakte). Deze meldingen zijn verspreid over het voorseizoen (tussen 15 maart – 15 mei) waarin 87 terugmeldingen binnen het Deltagebied werden gedaan (~12% van het totaal aantal aflezingen), het broedseizoen (15 mei – 1 juli) met 409 terugmeldingen (~56%), en het naseizoen (1 juli – 1 oktober) waarin 234 aflezingen werden gedaan (~32%).

In het Deltagebied worden terugmeldingen gedaan uit meer dan twintig verschillende plaatsen (tabel VI.2), waarbij de meeste terugmeldingen van de Scheelhoek Eilanden komen, de plek waar de kolonie is en waar de afleeskans het grootst is. Ook op de plek van de kolonie in 2014 (Slijkplaat, Haringvliet) zijn in dat jaar een aantal aflezingen gedaan. Een andere plek waar relatief veel terugmeldingen vandaan komen is het Verklikkerstrand.

Tabel VI.2 Overzicht van het aantal terugmeldingen in de Delta.

Naam	Voor-	Broed-	Naseizoen	Winter	Totaal
Bollen van den Ooster			12		12
Borssele, kolencentrale		1			1
Brouwersdam, strand			1	2	3
Brouwersdam, spui				6	6
Goese Sas			3		3
Het Flauwe Werk, Ouddorp			13		13
Hooge Platen, Westerschelde		1			1
Kwade Hoek, Goerree			1		1
Neeltje Jans, Mosselzaadinvang		1			1
Neeltje Jans, Slik binnenkant			17		17
Neeltje Jans, Vogeleiland			1		1
Oesterdam, Tholen			1		1
Markenje, Ouddorp		3	8	1	12
Scheelhoek Eilanden	61	378	76		515
Schor oesterput, Colijnsplaat			5		5
Serooskerke, Flauwers Inlaag			21		21
Serooskerke, Weevers Inlaag		1	10		11
Slijkplaat, Haringvliet	16	18	1	1	36
Stellendam, buiten haven		1			1
Strand Slufter, Maasvlakte			3		3
Strand Tweede Maasvlakte			2		2
Verklikkerstrand, Schouwen	3	2	35		40
Westkapelle, Noordervroon	7	3	11		21
Westkapelle, zeedijk			1		1
Westkapelle			1	1	2
Yerseke			11		11
Totaal	87	409	234	11	741

Het aantal aflezingen in de Delta is relatief het grootst van dieren die in de Delta geboren zijn, maar er worden ook sterns uit kolonies in het Waddengebied gezien (tabel VI.3). Tijdens het broedseizoen van 2017 werden bijvoorbeeld een heel aantal vogels uit het Waddengebied gezien in de Delta. Dit was de jaren daarvoor niet mogelijk omdat er pas in 2014 is begonnen met het kleurringen van 88 vogels op Texel en pas in 2015 op grotere schaal op zowel Texel als Ameland. En dan verwacht je pas in 2017 de eerste vogels terug. Naar alle waarschijnlijkheid zal dit aantal in de komende jaren toenemen. Naast Waddenvogels in de periode april tot juni, wordt ook een heel aantal dieren uit het Waddengebied in juli in het Deltagebied gezien, een ook een redelijk aantal in september. Het lijkt er dus op dat vogels uit het Waddengebied niet alleen vlak na het uitvliegen de Delta aandoen, terwijl ze met hun ouders op weg zijn naar het zuiden, maar ook in de reguliere doortrekperiode in september.

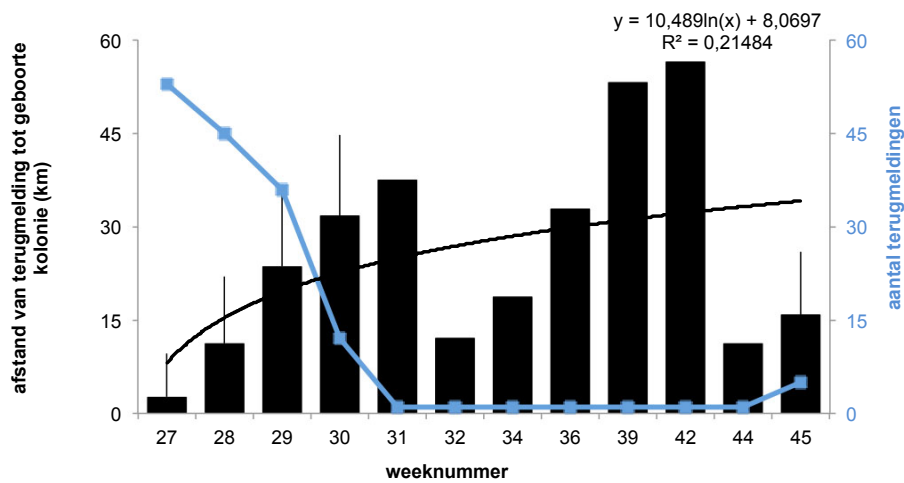
Tabel VI.3 Aflezingen in de Delta per bronkolonie.

Geringd in kolonie	Aantal ringen	Aantal afgelezen individuen in de Delta	Percentage aflezingen tov geringde populatie
Delta	2.355	147	6%
Texel	1.024	19	2%
Ameland	290	2	1%
Griend	360	3	1%

Over het gebruik van de Voordelta door sterns uit andere kolonies in het voorjaar is (nog) niks bekend. De resultaten uit Bijlage V suggereren dat adulte vogels in het voorseizoen de platen gebruiken om paartjes te vormen. Een groot deel van deze groepen vogels komt waarschijnlijk uit de lokale Delta-populatie, echter gezien de soms enorme aantallen grote sterns op deze platen is het niet onmogelijk dat ook vogels van buiten de Delta zich op deze plaatsen verzamelen alvorens naar de kolonies te vertrekken. Daarmee zou het aanwijzen van rustgebieden in de Voordelta niet alleen voor lokale sterns een gunstig effect hebben, maar ook voor andere grote sterns uit de kolonies in de Zuidelijke Noordzee. Het verhogen van de afleesinspanning in de eerste weken van april op met name de Verklikkerplaat zou hier meer inzicht in kunnen verschaffen.

Verblijftijd in de Delta

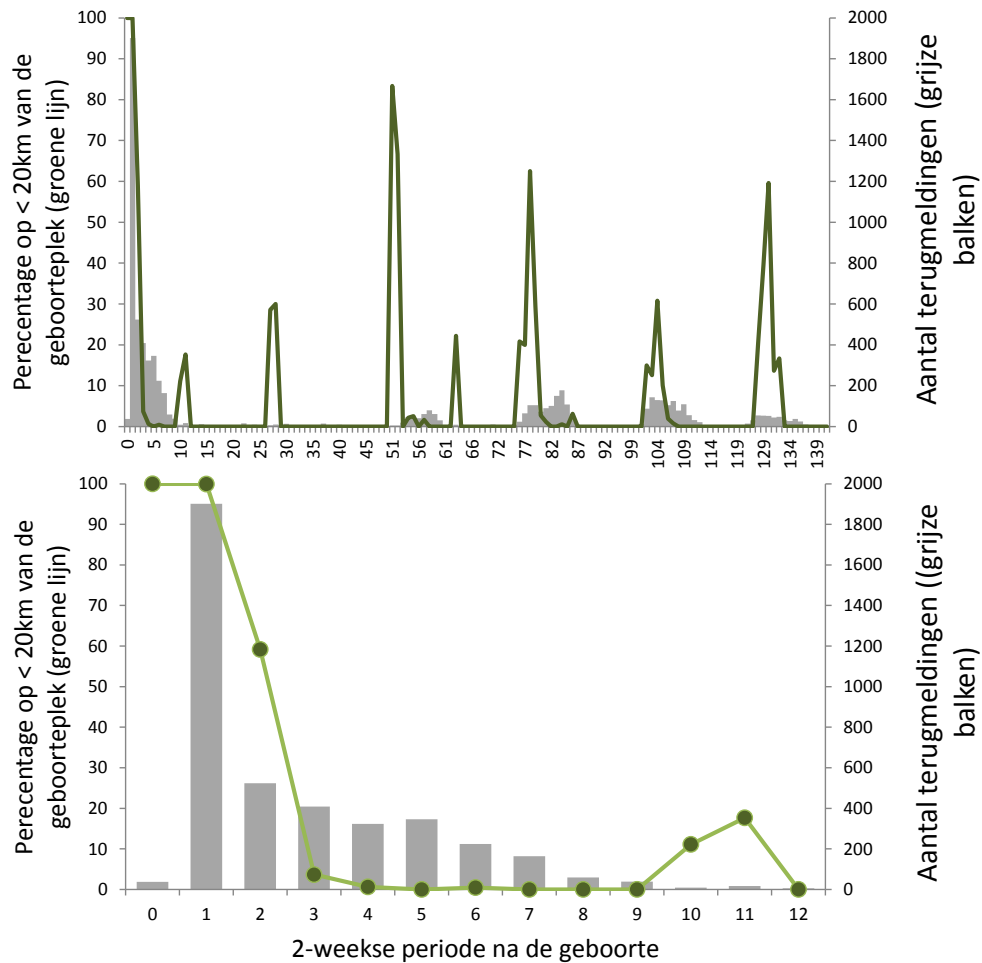
De gemiddelde afstand van terugmeldingen binnen de Delta neemt sterk toe in de loop van de nazomer, terwijl het nominale aantal terugmelding zeer snel daalt (figuur VI.4). Drie tot vier weken na uitvliegen worden bijna geen terugmeldingen uit de Delta gedaan terwijl het aantal terugmeldingen vanuit Nederland relatief stabiel blijft tot en met week 35 (figuur VI.2).



Figuur VI.4 Gemiddelde afstand (km) van terugmeldingen tot aan de geboorteplaats en het aantal teruggemelde individuen in de loop van het seizoen.

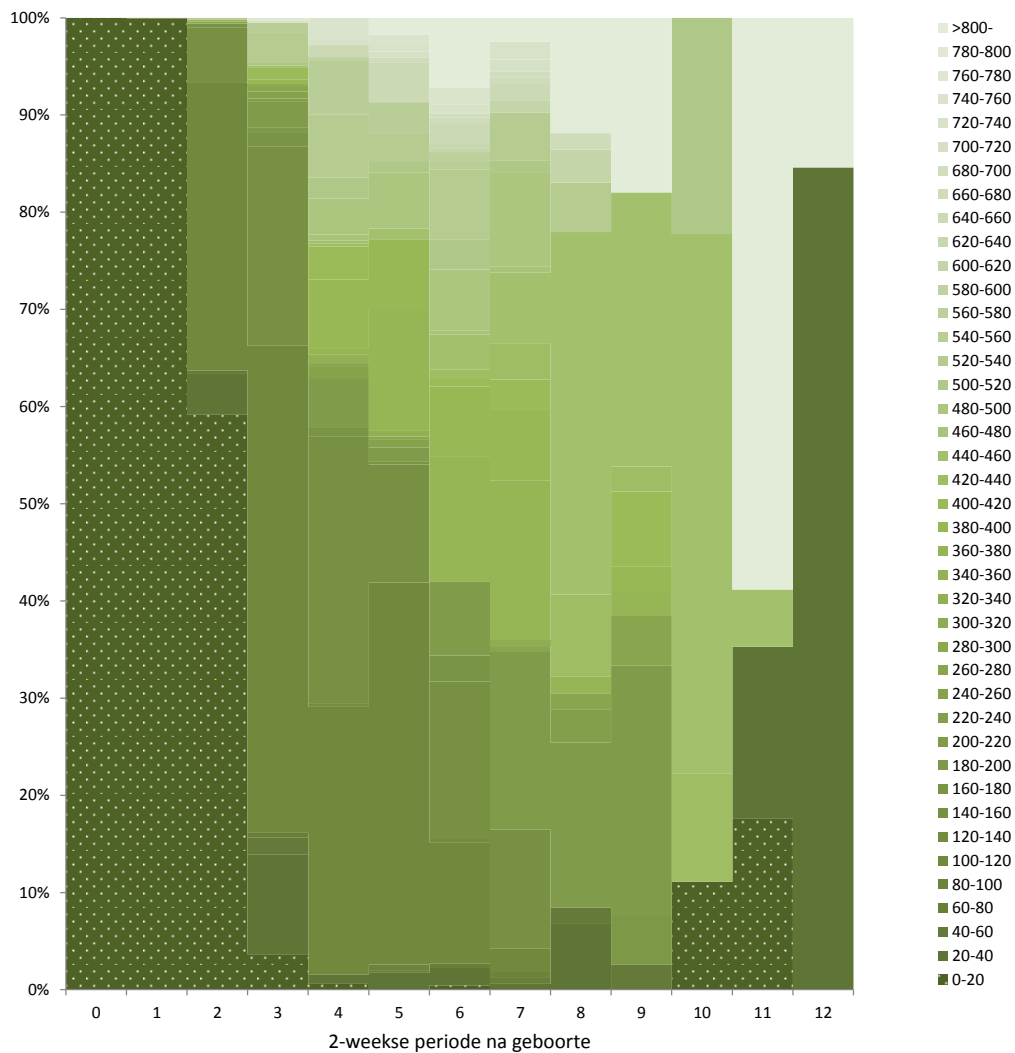
In de eerste twee weken na het uitvliegen, dus in de tweede en derde week van juli, is 59,2% van alle terugmeldingen van als jong geringde individuen afkomstig uit de directe nabijheid (minder dan 20 km) van de geboortekolonies Scheelhoek, Slijkplaat of Markenje (figuur VI.5). In de twee weken daaropvolgend is dat percentage al afgenomen naar 3,7% en nog twee weken later naar 0,6%. Vervolgens werden er een tijdje geen geringde Grote sterns meer gezien in de buurt van de kolonies, maar in november is er plotseling weer een kleine piek te zien (figuur VI.5). Deze late najaarspiek wordt waarschijnlijk veroorzaakt doordat vogels die eerst naar het noorden zijn gevlogen nu definitief aan hun zuidwaartse trek zijn begonnen en nog heel even het Deltagebied aandoen.

In het eerste kalenderjaar na de geboorte (2kJ vogels) werden er in juni enkele vogels teruggezien rond de kolonie. In dat jaar is er in tegenstelling tot wat we zagen bij juveniele vogels geen najaarspiek waarneembaar, waarschijnlijk omdat het percentage vogels dat na één jaar al is teruggekeerd uit de overwinteringsgebieden nog erg gering is en de kans dat een najaarspiek wordt opgepikt dus erg klein is. In het daaropvolgende jaar werden 3kJ vogels vooral in mei en juni relatief veel in de nabijheid van hun geboorteplek gezien en zien we ook een najaarspiek in november. Datzelfde beeld (al dan niet met najaarspiek) herhaalt zich in de daaropvolgende jaren.



Figuur VI.5 Het verloop van het percentage terugmeldingen (linker as) en het aantal terugmeldingen (rechter as) van als pullus geringde grote sterns dat na de geboorte in de directe nabijheid van de geboortekolonie werd teruggezien. De bovenste figuur toont het verloop tot 5,5 jaar na de geboorte. De onderste figuur is een detailweergave van de bovenste figuur en toont dezelfde gegevens tot halverwege december van het jaar na uitvliegen.

Figuur VI.6 geeft bovenstaande informatie nog weer op een alternatieve manier. Deze figuur toont het percentage terugmeldingen van gekleurde sterns in het eerste levensjaar tot halverwege december, maar dan onderverdeeld in afstandsklassen van 20 km van de geboorteplek. Hieruit blijkt andermaal dat de Voordelta door uitgevlogen juvenielen wordt gebruikt in de eerste vier weken na uitvliegen, en vervolgens nog een keer in het late najaar rond de 20^e week na uitvliegen (figuur VI.6).



Figuur VI.6 Het percentage terugmeldingen van gekleurde grote sterns uit het Deltagebied per tweewekse periode na het uitvliegen. Klassen zijn per 20 km.

Discussie en aanbevelingen

Belangrijkste bottle-neck bij dit onderzoek is de onevenredige afleesinspanning en daarmee terugmeldkans tussen de verschillende gebieden in Europa. In de Delta zijn de stranden en zandplaten relatief ontoegankelijk voor mensen waardoor het aantal aflezingen uit dit gebied beperkt blijft. In de Putten bij Petten, of de Slufter op Texel zijn sterns veel beter benaderbaar en is er een veel grotere beschikbaarheid aan aflezers. Dit geeft een bias in het aantal terugmeldigen. Hierdoor is niet alleen de verdeling van het aantal terugmeldingen scheef, maar is ook nog niet duidelijk welke vogels nou precies van de platen in de Voordelta gebruik maken. Zijn dit vooral lokale dieren of fungeren de platen ook als rustgebied voor dieren uit andere kolonies, en hebben ze dus misschien een aanvullende functie voor de soort in het algemeen? In 2018 gaan wij dus nog gericht naar ringen kijken in het Deltagebied door middel van extra afleesinspanning door het jaar heen op de platen en de stranden van de Voordelta om van gekleurde vogels om de herkomst van sterns beter in kaart te kunnen brengen.

Tot nu toe is alleen nog gekeken naar het verloop van het aantal terugmeldingen en de afstand tot de broedkolonie in de tijd. In 2017 is het eerste jaar waarvan verwacht mag worden dat alle juvenielen die in 2012 werden geringd en nu nog in leven zijn, voor het eerst gebroed zullen hebben. Zeker volgend jaar kunnen we dus in groot detail gaan kijken naar eventuele uitwisseling tussen de kolonies in West Europa en een goed antwoord geven op de overleving van juvenielen tot het moment van eerste reproductie. Daarnaast is het mogelijk om met behulp van MARK modellen te kijken naar overleving in het algemeen, en kunnen we aandacht besteden aan eventuele verschillen tussen Delta en Waddengebied, maar ook misschien tussen jaren met wisselende voedselomstandigheden tijdens het broedseizoen. Misschien is er wel een verschil in juvenielen overleving tussen seizoenen met goede voedselomstandigheden en slechte.

Conclusie

De rustgebieden in de Voordelta worden waarschijnlijk drie keer per jaar intensief gebruikt door sterns uit de Delta maar ook daarbuiten, namelijk

1. voorafgaand aan het broedseizoen in april tijdens de paarvorming,
2. na het uitvliegen van de jongen in juli, en
3. in het late najaar bij de doortrek.



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, www.buwa.nl