

PMR-NCV onderzoek sterns in de Delta en Voordelta

Jaarrapport 2018



R.C. Fijn¹
W. Courtens²

F.A. Arts³
D. Beuker¹
R. Daelemans²
B.W.R. Engels¹
M.S.J. Hoekstein³
J.W. de Jong¹
R.J. Jonkvorst¹
S.J. Lilipaly³
M. Sluijter³
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 2018

R.C. Fijn, W. Courtens,

F.A. Arts, D. Beuker, R. Daelemans, B.W.R. Engels, M.S.J. Hoekstein, J.W. de Jong, R.J. Jonkvorst, S.J. Lilipaly, M. Sluijter, K.D. van Straalen, N. Vanermen, M. Van de walle, H. Verstraete, P.A. Wolf
E.W.M. Stienen

Status uitgave: eindrapport

Rapportnummer:	18-277
Projectnummer:	15-755
Datum uitgave:	24 maart 2019
Foto's omslag:	R.C. Fijn - Bureau Waardenburg bv
Projectleider:	R.C. Fijn
Tweede lezer:	drs. T.J. Boudewijn
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, D. Beuker, R. Daelemans, B.W.R. Engels, M.S.J. Hoekstein, J.W. de Jong, R.J. Jonkvorst, S.J. Lilipaly, M. Sluijter, K.D. van Straalen, N. Vanermen, M. Van de walle, H. Verstraete, P.A. Wolf, E.W.M. Stienen, 2018. PMR-NCV onderzoek sterns in de Delta en Voordelta. Jaarrapport 2018. Bureau Waardenburg Rapportnr. 18-277. 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 verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden d.m.v. druk, fotokopie, digitale kopie of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de opdrachtgever hierboven aangegeven en Bureau Waardenburg bv, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

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

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 2018

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 voortgangsdocument 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 2018 worden gerapporteerd. Het broedseizoen van 2018 is in de T1 monitoring het derde jaar van de Fase II monitoring.

Grote stern

In 2018 waren er twee middelgrote vestigingen van grote sterns in de Delta. Eén kolonie van 2.583 broedparen was gevestigd op Betoneiland op de Scheelhoekeilanden in het Haringvliet en één kolonie van 2.150 paar op de Hooge Platen in de Westerschelde.

In 2018 werd alleen op de Scheelhoekeilanden onderzoek verricht; op Markenje vestigden zich net als in 2017 geen grote sterns. In totaal werden op de Scheelhoek 25 adulten op het nest gevangen met een valkooi voor de meting van hun conditie. Het broedsucces van 47 nesten werd bepaald en in de enclosure werden 663 metingen van de kuikenconditie gedaan. Ook werden ter controle 127 conditiemetingen gedaan buiten de enclosure. Om de kuikenconditie zo goed mogelijk te kunnen opvolgen werd in veel gevallen ook de conditie van de gemerkte kuikens bepaald na de voedselprotocollen.

Het broedsucces van grote sterns (0,62 jongen/paar) op de Scheelhoek was vrij hoog ten opzichte van eerdere jaren tijdens de PMR-monitoring als gevolg van een hoog uitkomstsucces en een vrij goed uitvliessucces (45%). Predatie speelde in 2018 geen rol van betekenis op de Scheelhoekeilanden. Wel waren er buiten de enclosures problemen met hoog opschietende vegetatie waardoor nesten werden verlaten en kuikens verstrikt raakten en stierven. De kuikenconditie in de enclosure was vrij goed gedurende de eerste 9 levensdagen van de kuikens, daarna nam de conditie af tot iets onder het gemiddelde en bleef daarna stabiel. De weersomstandigheden waren vrij stabiel waardoor zich geen plotse sterke dalingen in de kuikenconditie (zoals in voorgaande jaren soms werden vastgesteld) voordeden.

Op 11 dagen werden in totaal gedurende 75 uur voedselprotocollen gemaakt vanuit de schuilhut bij de enclosure op de **Scheelhoek**. Van 657 aangebrachte prooien werd de soort bepaald en de lengte geschat. Van 347 aangebrachte prooien kon de

foerageerduur worden berekend. Aanvullend werden 680 prooien die tijdens de protocollen werden aangebracht naar de ongemerkte kuikens in de enclosure gedetermineerd en op lengte geschat.

Het kuikendieet bestond op de Scheelhoek gemiddeld voor de 52 % uit haringachtigen en 43 % uit zandspieringachtigen. In vergelijking met eerdere jaren was het percentage haringachtigen laag. Ook was de gemiddelde lengte van de aangebrachte haringachtigen ($8,7 \pm 2,6$ cm) de laagste waarde over alle onderzoeksjaren. Het lijkt er ook op dat grotere en dus energetisch interessantere haringachtigen pas rond half juni beschikbaar waren. Bovendien waren ook de zandspieringachtigen die naar de kolonie werden aangevoerd klein ($12,3 \pm 1,8$ cm), alleen in 2009 en 2010 waren ze kleiner.

Hoewel slechts een klein deel van de beschikbare monsters van het adulte dieet werd geanalyseerd, laat ook deze analyse zien dat er vooral veel kleine haring- en zandspieringachtigen geconsumeerd waren. Grotere exemplaren werden nauwelijks in het dieet aangetroffen. Opmerkelijk was ook dat zeker tijdens de eerste twee weken van mei bijna uitsluitend zandspieringen werden gegeten door de adulte vogels. Waarschijnlijk waren de kleinere haringachtigen pas nadien beschikbaar.

Hiermee overeenkomstig was de foerageerduur voor haringachtigen tot 1,5 SL ($8,2$ cm) korter of ongeveer gelijk aan de gemiddelde foerageerduur over alle onderzoekjaren terwijl de foerageerduur voor grotere haringachtigen een flink stuk hoger lag. De tijd die nodig was om zandspieringen naar de kolonie aan te voeren was vergelijkbaar met het gemiddelde van voorgaande jaren.

Het lijkt er dus op dat er hoofdzakelijk kleine haring- en zandspieringachtigen beschikbaar waren voor adulten en kuikens maar wel in voldoende mate, getuige de relatief korte foerageerduur voor kleine haringachtigen, de hoge prooiaanvoer en de lage kuikensterfte.

In totaal werden ongeveer 364 kuikens en 25 adulten van een kleurring voorzien. Terugmeldingen van juvenielen kwamen vooral uit gebieden uit de Voordelta zelf, Noord-Holland, Denemarken, Frankrijk en het Verenigd Koninkrijk.

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. Opmerkelijk was dat evenals in 2017 ook grote aantallen grote sterns rustten op een zandplaat aan de binnenkant van de Tweede Maasvlakte. Verder bleek dat potentiële verstoringbronnen over de gehele Voordelta verspreid zijn, en dat eigenlijk alleen de Kwade Hoek, Bollen van de Ooster en Hinderplaat relatief verstoringvrij zijn. Met name in de weekenden zijn de aantallen recreanten het grootst. De ingestelde rustgebieden zijn bijna overal vrij van verstoringbronnen op een enkele kite-surfer in het Hinderplaatgebied of aan de oostkant van de Bollen van de Ooster na. De grootste aantallen rustende grote sterns

werden op de Verklikkerplaat en Bollen van de Ooster gevonden, maar de allergrootste groep (2500 rustende grote sterns) werd half augustus op een zandtong aan de binnenkant van de Tweede Maasvlakte geteld. Uit kleurringaflezingen blijkt dat met name lokale grote sterns gebruik maken van de platen, maar de grote groep op de Maasvlakte suggereert dat ook veel langstrekkende sterns gebruik maken van rustige stukken van de Voordelta om te rusten.

Visdief

In 2017 werd op de Scheelhoek en op het Vogeleiland in de Slufter 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 (453 broedparen) visdieven gevestigd op de Scheelhoekeilanden in het Haringvliet. Een vergelijkbare kolonie (410 broedparen) was aanwezig op het Visdiefeiland in de Slufter en 156 broedparen in de Vogelvallei op de Maasvlakte.

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

In 2018 werd op de Scheelhoek en op het Visdiefeiland in de Slufter onderzoek gedaan naar visdieven. Op de **Scheelhoek** werden 9 adulte visdieven op het nest gevangen met een valkooi. Van 24 nesten werd het broedsucces gemeten. Er werden 363 conditiemetingen van de kuikens in de enclosure en van één erbuiten gedaan. Op het **Visdiefeiland** werd van 16 nesten het broedsucces bepaald. Er werden 105 conditiemetingen van de kuikens in de enclosure gedaan. In totaal werden 61 kuikens en 9 adulten van een kleurring voorzien

Visdieven kenden met respectievelijk 1,96 en 1,31 uitgevlogen jongen/paar zowel op de Scheelhoek als op het Visdiefeiland het hoogste broedsucces gemeten tijdens de onderzoekjaren. Dit was het gevolg van de combinatie van zowel een hoge legselgrootte (beide 2,7 eieren/nest), een goed uitkomstsucces (89 en 79% respectievelijk) en vooral een heel hoog uitvlietsucces (82 en 62% respectievelijk). Predatie speelde nauwelijks een rol op beide plekken en ook de weersomstandigheden waren het hele broedseizoen vrij gunstig. Op de Scheelhoek verkeerden de kuikens voor het uitvliegen vaak in iets slechtere conditie. Het voedselaanbod leek echter prima zodat dit waarschijnlijk kan worden toegeschreven aan het feit dat de oudervogels twee of drie kuikens in leven hielden waardoor de energie-aanvoer meer werd gespreid over de verschillende jongen. De kuikenconditie op het Visdiefeiland was bovengemiddeld en ook daar leken dus geen problemen met het voedselaanbod te zijn.

Op de **Scheelhoek** werden op 8 dagen voedselprotocollen gemaakt vanuit een schuilhut gedurende in totaal 11 uur. Er werden daarbij 1458 prooien gedetermineerd en op lengte geschat. Bij het **Visdiefeland** werden op 8 dagen gedurende in totaal 8 uur voedselprotocollen gemaakt. Daarbij werden gegevens verzameld over 899 aangebrachte prooien.

Op de Scheelhoek bestond het dieet van visdiefkuikens in 2018 net als in 2016 en 2017 bijna uitsluitend uit zoetwatervis. De voedselprotocollen die werden gemaakt op het Visdiefeland wezen uit dat de aanvoerroute die over de Tweede Maasvlakte loopt net als in 2017 zowel naar aantal aangebrachte prooien als naar energie-input naar de kolonie (89 % van de naar de kolonie aangevoerde energie werd langs deze route aangebracht) de belangrijkste route is. Daar waar langs de beide andere foerageerroutes veel of vooral andere vis werd aangebracht, waren dit langs de route over de Maasvlakte in hoofdzaak haringachtigen.

Aanvullende modules jaarplan 2018

De extra uitgevoerde werkzaamheden worden gerapporteerd in de bijlagen en betreffen de uitwerking van het adulte dieet van grote sterns (Bijlage I), en meer detail bij de uitwerkingen van het kleurringonderzoek aan sterns (Bijlage II).

Inhoud

Dankwoord	3
Samenvatting van de werkzaamheden en bevindingen in 2018	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 broed- en voedseleecologie van sterns	17
2.4 Verstoringsonderzoek	23
2.5 Aanvullende onderzoekmodules	25
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 – voedseleecologie sterns	45
3.6 Verstoringsonderzoek	52
4 Discussie en jaarplan 2019	61
5 Literatuur	65
Bijlagen	67
I Dieet adulte grote sterns	69
II Onderzoek met kleurringen	79

1 Inleiding

Na de 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 derde jaarrapport van deze tweede fase waarin de resultaten worden gepresenteerd van het werk dat is uitgevoerd binnen het perceel 'Sterns' in 2018.

De bevindingen verkregen in 2018 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 visdieven 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 de 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 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 over het 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 voedslecoloogische variabelen en de 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, 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 fecesmonsters 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). Dit is conform plan niet uitgevoerd in 2018.*
- 6 verstoringsonderzoek (vaststellen van het belang van ingestelde rustgebieden voor grote sterns).

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 wordt bepaald door de foerageeromstandigheden in de Voordelta en de broedomstandigheden in de kolonies. Met behulp van enclosures zijn het broedsucces en de 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 feces. 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

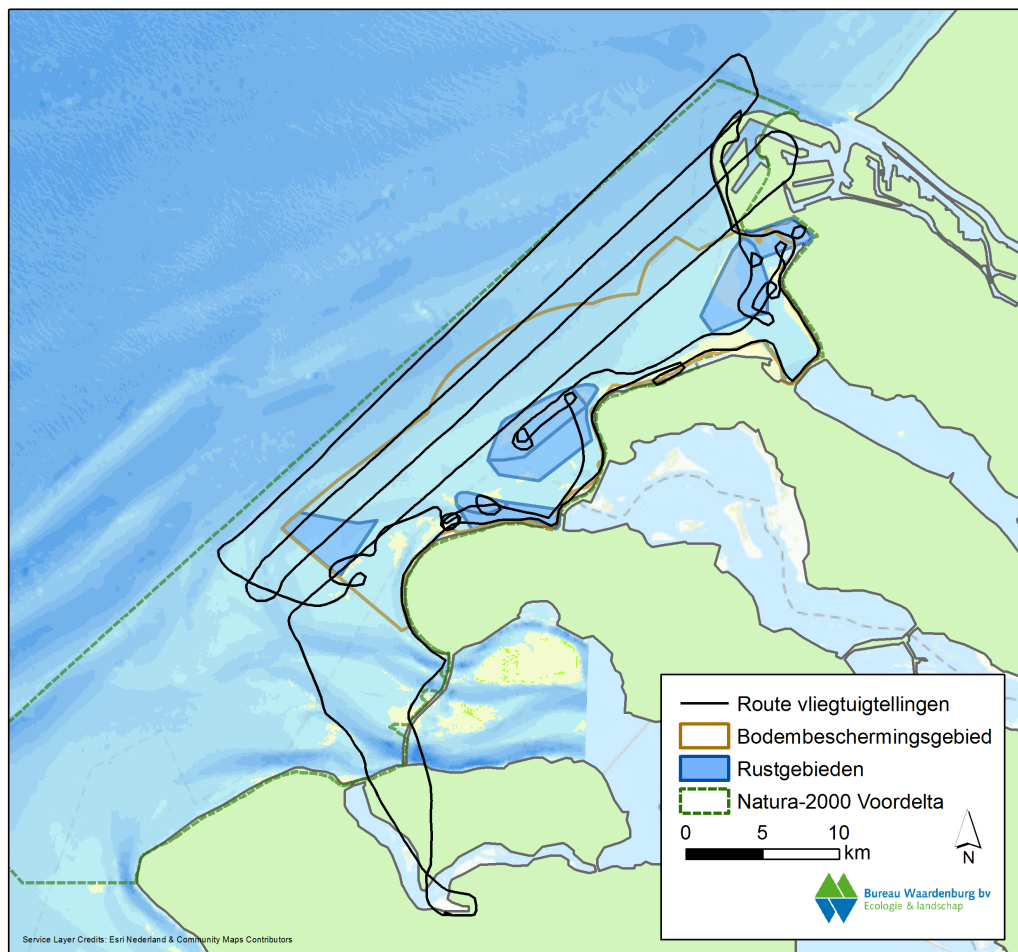
Grote sterns en visdieven, die potentieel worden beïnvloed door compensatiemaatregelen, foerageren in de Voordelta, maar broeden daarbuiten in kolonies verspreid over het Deltagebied. Om iets te kunnen zeggen over het reilen en zeilen van de gehele regionale populatie van grote stern en visdief is jaarlijks 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 bestaat uit steekproeven waarmee door middel van een statistische exercitie de totale aantallen in 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

Datum	fase	zicht	sea state	temperatuur	windrichting/kracht
22-04-18*	vestiging kolonie	> 10 km	1-2	27	ZZW 4
07-05-18	ei-fase	> 10 km	1	27	O 3
14-06-18	jongen fase	> 10 km	2-3	20	ZZW 4
02-07-18	eerste uitvliegfase	6 - >10 km	1-2	29	ONO 4
11-07-18	tweede uitvliegfase	> 10 km	2	22	N 4
14-08-18	piek doortrek	> 10 km	2	21	W 4



Figuur 2.1 Afgelegde route tijdens de vliegtuigtellingen in 2018. N.B. Met name tijdens de eerste vier tellingen zijn ook verkennende lussen gevlogen over de kolonies.

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. Eén telling vond plaats in juni, tegelijk met de kuikenfase en twee tellingen in juli werden vlak na en anderhalve week na het eerste uitvliegmoment van de jongen (1 juli 2018) gepland. De augustus-telling viel samen met de doortrekkiepiek in het najaar. Alle tellingen werden met laagwater uitgevoerd, en één van de zes tellingen werd gedaan in het weekend om ook goed inzicht te krijgen in het (recreatief) menselijk gebruik van de Voordelta. Normaliter is het streven om drie tellingen in het weekend uit te voeren. Dit was echter in 2018 niet mogelijk door weersomstandigheden en niet aansluitende agenda's van ZeelandAir (m.n. vliegtuigonderhoud) en Bureau Waardenburg.

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 verstoringsbronnen vastgelegd.

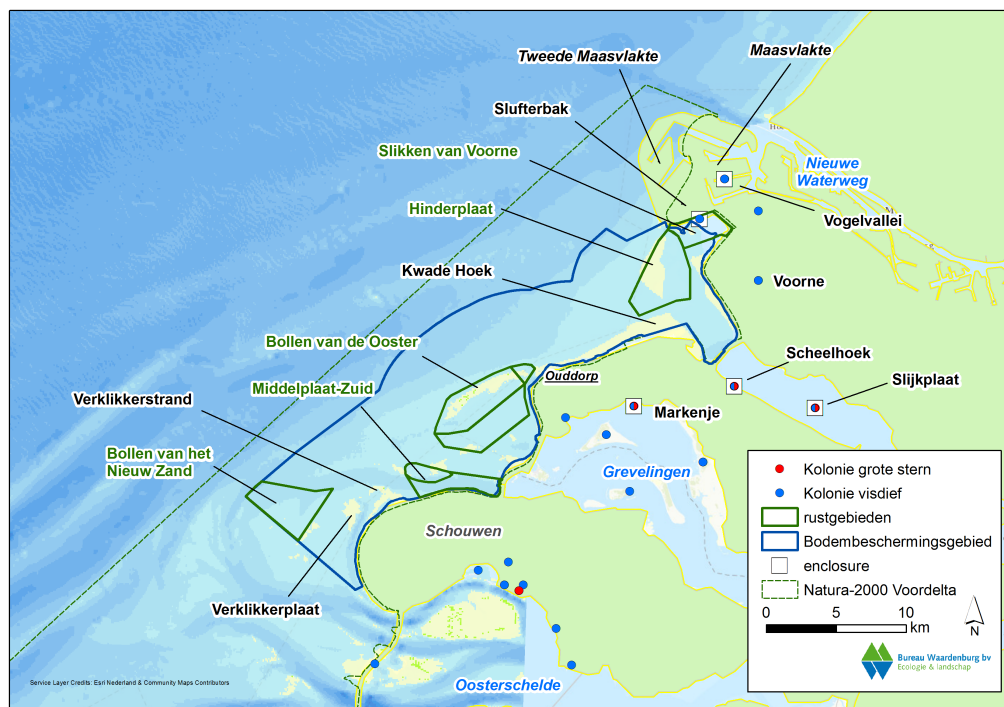
De gegevens uit de steekproeven op de transecten worden gebruikt om dichtheden te berekenen en om van daaruit, gebruik makend van extrapolatie, tot een totale aantalschatting voor het studiegebied te komen (*Distance sampling*, Buckland *et al.* 1993, 2001, 2004).

2.3 Kolonie-onderzoek naar broed- en voedsel生态学 van sterns

2.3.1 Broedsucces, conditie en predatie

In 2018 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 2018 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 de 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, op Griend in de Nederlandse Waddenzee en in 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, waarbij 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 als 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. Er werden in totaal 30 bezoeken aan de enclosures gebracht, waarvan 7 in de eifase en 23 in de kuikenfase.

Het doel in het onderzoeksprogramma is om van minimaal 25 adulte grote sterns de **conditie** te bepalen door deze op het nest te vangen. Hierbij is geen onderscheid naar geslacht gemaakt. In 2018 zijn 25 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 op basis van enclosures onderzochte kolonies in de Voordelta in de periode 2009-2018. 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
	2018	790	25	372	9
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	
	2018			117	
Vogelvallei	2010			342	15
	2011			72	19
	2012			8	3

Visdief

Voor de visdief wordt een 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. Echter om een beter beeld te verkrijgen hebben wij de bezoekfrequentie verhoogd. Op de Scheelhoek werden in totaal 18 bezoeken (5 in de ei- en 13 in de kuikenfase) gebracht. Het Visdiefeiland werd 9 keer bezocht (3 keer in de ei- en 6 maal in de kuikenfase) gebracht. Dit is minder dan gepland, omdat het eiland een aantal keren niet kon worden bereikt als gevolg van slechte weersomstandigheden en op enkele andere momenten was de benodigde schipper niet beschikbaar op de onderzoeksdagen.



Figuur 2.3 *Enclosure in de grote stern kolonie op Betoneiland (Scheelhoek, Haringvliet. 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 7 uur te maken vanuit een schuilhut bij de enclosure. Ook werden zoveel mogelijk de aanvoertijden van aangebrachte prooien bepaald. 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 2014-2018 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
2018	657/680	75	1.458	11	
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
	2018			899	8
Vogelvallei	2010			739	44

Adult dieet grote stern

Tussen 02-05-2018 en 15-06-2018 werden 14 schalen-monsters (twee per week) verzameld op de Scheelhoek. Bij deze methode worden aardewerken schalen in de kolonie geplaatst die de feces 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). Ook werd een algemeen feces-sample genomen net voor het uitkomen van de eieren (25-05-2018). 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 2017 werden verzameld op de Scheelhoek en op Markenje verwerkt; de resultaten zijn opgenomen in Bijlage II. Tabel 2.4 geeft een overzicht van het aantal verzamelde otolieten en Nereis-kaken in de onderzochte feces samples van adulte grote stern in alle onderzochte kolonies.

Tabel 2.4 Aantal sagittale otolieten en Nereis-kaken teruggevonden in de algemene monsters van feces van adulte grote sterns per kolonie per jaar in de periode 2009-2018 en het totaal voor de schalen-monsters in 2013 - 2018 (continue 10 schalen per seizoen). NNG is nog niet geanalyseerd.

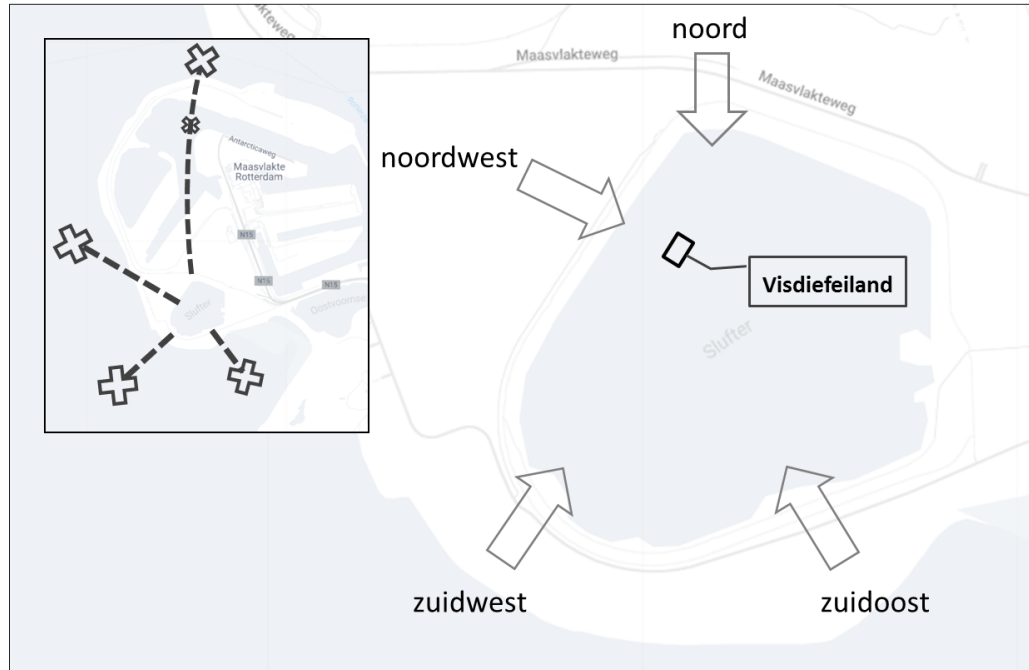
Kolonie	jaar	algemeen sample		schalen	
		n sagittale otolieten	n Nereis kaken	n sagittale otolieten	n Nereis kaken
Scheelhoek	2009	370	53		
	2010	638	846		
	2012	505	102		
	2013	611	104	4.100	212
	2015	269	34	4.157	223
	2016	470	22	4.551	873
	2017	841	150	4.692	543
	2018	NNG	NNG	515	38
Slijkplaat	2014	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 8 dagen voedselprotocollen gemaakt met in totaal 11 uur observaties. Tussen 12 juni en 13 juli 2018 werd gedurende acht voedselprotocollen de aanvoer van prooien naar het Visdiefeiland gemeten vanaf 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 aanvliegroutes naar de kolonie: noord, noordwest, zuidwest en zuidoost (figuur 2.4).

Op basis van de waargenomen prooien en hun respectievelijke lengtes werd vervolgens de energetische samenstelling van het kuikendieet berekend. 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 $E = 0,03571 * L^{2,996}$ en voor zandspieringen $E = 0,01499 * L^{2,982}$. Hierin is E de energie-inhoud in kJ en L de vislengte in cm. Voor andere vissoorten (vnl. grondels, Gobiidae) enerzijds en garnalen en krabben anderzijds werden formules opgesteld op basis van gegevens van FishBase (versie 06/2017). De gebruikte formule voor andere

vissoorten is $E = 0,01512 * L^{2,400}$ en voor garnalen/krabben $E = 0,01200 * L^{2,849}$. Voor Nereis-wormen werd standaard een energie-inhoud van 1 kJ per worm gehanteerd.



Figuur 2.4 Aanvliegroutes van adulte visdieven met prooi naar het Visdiefeiland tijdens het broedseizoen 2018. Inzet: bijbehorende foerageergebieden van de verschillende aanvliegroutes.

2.3.3 Grote sterns en visdieven met kleurringen

In privé-tijd werden in totaal 382 kuikens en 25 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, Senegal, 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 III.

2.4 Verstoringsonderzoek

Uit de Eerste Fase monitoring bleek dat er nog kennisleemten bestaan ten aanzien van de effecten van menselijke verstoring op rustgebieden die in de Voordelta zijn aangewezen voor (grote) sterns. Bijvoorbeeld is nog altijd de vraag in hoeverre rustgebieden zoals de Bollen van de Ooster worden verstoord door recreanten, wat de verstoringafstanden van rustende sterns zijn, en zelfs in hoeverre sterns daadwerkelijk gebruik maken van de rustgebieden. Om deze kennisleemten op te vullen is in de zomer van 2016 en 2018 een speciaal hierop gericht veldonderzoek uitgevoerd. Het veldonderzoek had als doel om informatie te verzamelen over de mate en aard van verstoring van deze gebieden en de reactie van grote sterns daarop in de

periode dat de kuikens net uitgevlogen zijn maar nog niet op open zee foerageren. Daarnaast werd tijdens één van de aanvullende modules van 2017 duidelijk dat grote sterns ook veelvuldig gebruik maken van de rustgebieden in andere delen van het jaar. Daarom is het programma in 2018 enigszins aangepast en is door het seizoen heen gekeken naar het gebruik van de rustgebieden door sterns.

Naast het noteren van verstoringbronnen tijdens de vliegtuigtellingen (zie §2.2) zijn tijdens het veldonderzoek op 10 dagen (tabel 2.4) observaties uitgevoerd aan groepen sterns in de verschillende rustgebieden. Het onderzoek werd uitgevoerd door 1 persoon met verrekijker en telescoop. Waarnemingen zijn gedaan op zeven stranden en platen van de Voordelta (tabel 2.5 en figuur 2.2). Aan de hand van visuele waarnemingen is bepaald hoeveel sterns aanwezig zijn, hoeveel kleurringen konden worden genoteerd, hoe vaak verstoring door mensen plaats vindt en wat de reactie van vogels daarop is. Per observatie is de volgende informatie geregistreerd:

1. aantal vogels in de groep;
2. leeftijdsverdeling;
3. type verstoring (wandelaar, boot, enz.);
4. verstoringsafstand;
5. verstoringsreactie;
6. richting wegvluchten;
7. duur verstoring.

Tabel 2.5 Overzicht van veldbezoeken en weersomstandigheden. BO = Bollen van de Ooster, KH = Kwade Hoek, MV = Maasvlakte, VP = Verklikkerplaat, HP = Hinderplaat, MP = Middelplaat, WP = Westplaat. Voor ligging van de locaties zie figuur 2.1.

Datum	Tijd	locatie	temperatuur	windrichting & kracht
12-04-18	08:45 – 11:30	BO, MP, VP	13	O 3
20-04-18	07:30 – 13:30	MV, HP, WP, KH, BO, MP, VP	24	W 3
17-05-18	10:15 – 12:30	MV, HP, WP, KH, BO, MP, VP	13	N 5
07-06-18	12:15 – 17:30	MV, HP, WP, KH, BO, MP, VP	22	N 3
21-06-18	14:00 – 16:00	MV, HP, WP, KH, MP, VP	16	NW 6
28-06-18	08:30 – 11:15	BO, MP, VP	23	NNO 4
05-07-18	13:00 – 16:00	BO, MP, VP	20	N 3
12-07-18	17:00 – 20:30	BO, MP, VP	21	N 4
25-07-18	17:00 – 21:45	BO, MP, VP	28	NNO 2
15-08-18	09:00 – 11:30	BO, MP, VP	22	ZW 4

In eerste instantie vond registratie van verstoringen door aanwezige recreanten plaats. Als die er niet waren verstoorden de onderzoekers de vogels zelf. Hiervoor liep de onderzoeker over de zandplaat. Verstoringafstanden werden met een range finder ingemeten. Tijdens de visuele waarnemingen is tevens aanvullende informatie verzameld die van invloed kon zijn op het gedrag van de vogels (weersomstandigheden, andere menselijke activiteiten verderop, enz.). Observaties zijn zowel 's ochtends vroeg na zonsopkomst, als overdag, als in de avonden verzameld. Op een velddag zijn regelmatig verschillende locaties bezocht.

2.5 Aanvullende onderzoekmodules

In 2018 werd ook een aantal modules uitgevoerd als aanvulling op het reguliere programma.

In het kader van jaarplan 2018 is meer onderzoek gedaan naar de prooi-aanvoer van visdieven op de Maasvlakte om daarmee een voortzetting te kunnen maken met het opstellen van een energiemodel voor visdieven voor de kolonie op het Visdiefeiland. De resultaten zijn te vinden in Bijlage I. Daarnaast is in een aanvullende module onderzoek gedaan naar het adult dieet van grote sterns. De resultaten hiervan worden behandeld in Bijlage II. Verder is het gebruik van de rustgebieden door sterns door het seizoen heen bekeken en de resultaten hiervan worden gerapporteerd in het reguliere hoofdstuk over verstoring (§3.6). Als laatste zijn analyses gedaan van de kleurringdata en deze gegevens worden gepresenteerd in Bijlage III.

3 Resultaten

3.1 Broedparen en broedsucces van sterns in de gehele Delta

3.1.1 Grote stern

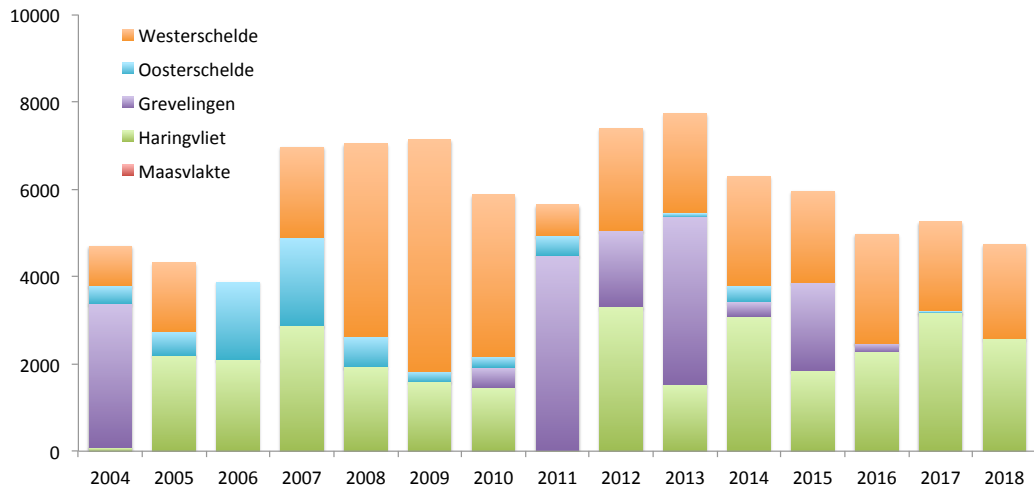
In alle grote stern kolonies in het Deltagebied wordt jaarlijks het aantal broedparen bepaald door Rijkswaterstaat (via de kustbroedvogelmonitoring binnen het MWTL programma) en de lokale terreinbeheerders (Natuurmonumenten, Staatsbosbeheer, Zeeuws Landschap). In 2018 waren de grote sterns verdeeld over drie kolonies in het Deltagebied met in totaal zo'n 4.733 broedparen. Dit is het laagste aantal sinds het broedseizoen van 2006 (figuur 3.1.1.1). In het Haringvliet broedden op de Scheelhoek ongeveer 2.583 paar. Verder kwam ook op de Hooge Platen in de Westerschelde een kolonie van meer dan 2.150 paar tot broeden (figuur 3.1.1.1).

In alle kolonies is een kwantitatieve inschatting van het broedsucces gedaan. 2018 was een jaar met over het algemeen een gemiddeld broedsucces ten opzichte van andere jaren (figuur 3.1.1.2). Op de Scheelhoek kwam in de gehele kolonie ongeveer 0,5 jong per paar groot, op de Hooge Platen was dat ongeveer 0,4 jong per paar (pers. comm. F. Schenk, Zeeuws Landschap). Ook dit jaar ligt het totale broedsucces van een kolonie iets lager dan het broedsucces dat vastgesteld wordt in de enclosure.

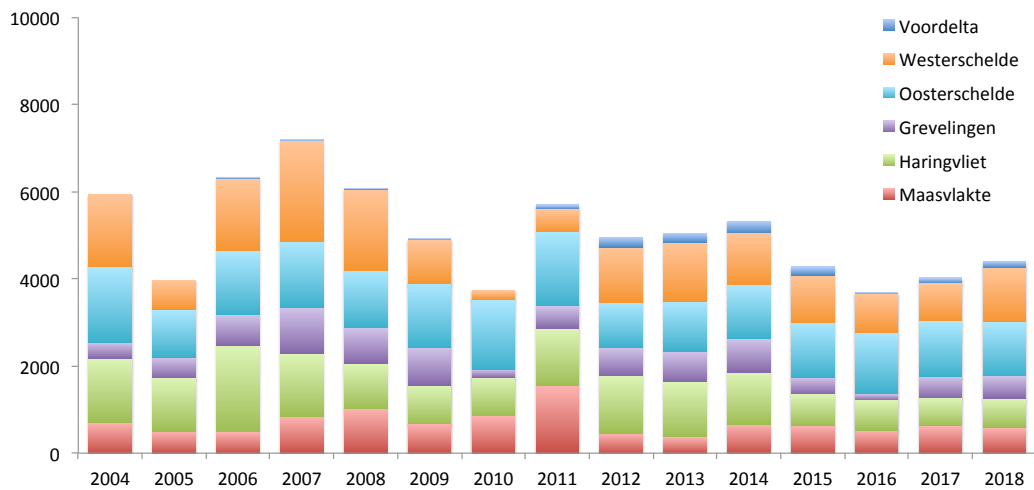
3.1.2 Visdief

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 2018 ongeveer 4.405 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 410 paar visdieven tot broeden en op de Scheelhoek 453 paar.

Het broedsucces wisselt sterk van jaar op jaar en tussen verschillende gebieden (figuur 3.1.2.2). 2018 was over het algemeen een zeer goed jaar met op de Scheelhoek en in enkele inlagen en bijvoorbeeld de Yerseke Moer een goed broedsucces. Andere kolonies deden het echter beduidend minder, zoals bijvoorbeeld de Hooge Platen, waar geen enkele jonge visdief groot werd.



Figuur 3.1.1.1. Het totaal aantal broedparen van de grote stern per waterbekken in het Deltagebied in de periode 2004-2018.



Figuur 3.1.2.1 Het totaal aantal broedparen van de visdief per waterbekken in het Deltagebied in de periode 2004-2018. Het 'bekken' Voordelta omvat de broedende visdieven op de Kwade Hoek, de gebieden rond het Oostvoornse meer, de Verdrongen 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 2010-2018.



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 2010-2018.

3.2 Verspreiding en aantallen sterns in de Voordelta

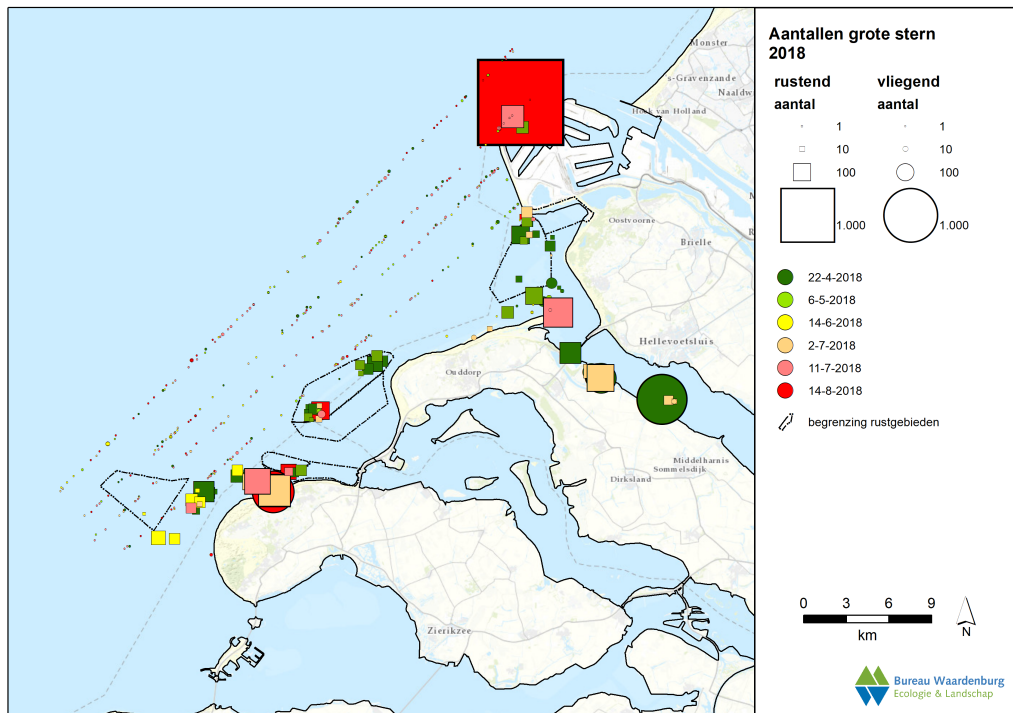
3.2.1 Grote stern

Figuur 3.2.1.1 geeft de cumulatieve verspreiding en aantallen van grote sterns weer tijdens de tellingen in 2018. In figuur 3.2.1.2 staat de cumulatieve verspreiding over de periode 2009-2018. 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, de Kwade Hoek (juli vlak na het uitvliegen van de jongen) en met name het Verklikkerstrand/plaat waren belangrijke rustgebieden voor grote sterns. Daarnaast werd een enkele groep op de Hinderplaat en de Bollen van het Nieuwe Zand waargenomen. Met name tijdens de telling van 11 juli werden grote aantallen grote sterns waargenomen op de platen in het gebied. Dit bevestigt het beeld dat ook vlak na het uitvliegen de platen een belangrijke functie hebben in de levenscyclus van sterns in de Voordelta. Opvallend was een grote groep rustende grote sterns (2.500 ex.) die op 14 augustus in de toekomstige haven aan de binnenkant van de Tweede Maasvlakte werd waargenomen. De dieren zaten op een opgespoten stuk bouwgrond dat momenteel vanaf het water naar de spoorlijn loopt. Deze rustplaats werd veelvuldig gebruikt, ook al in juli (waarnemingen uit verstoringsonderzoek), en werd ook in 2017 veelvuldig gebruikt.

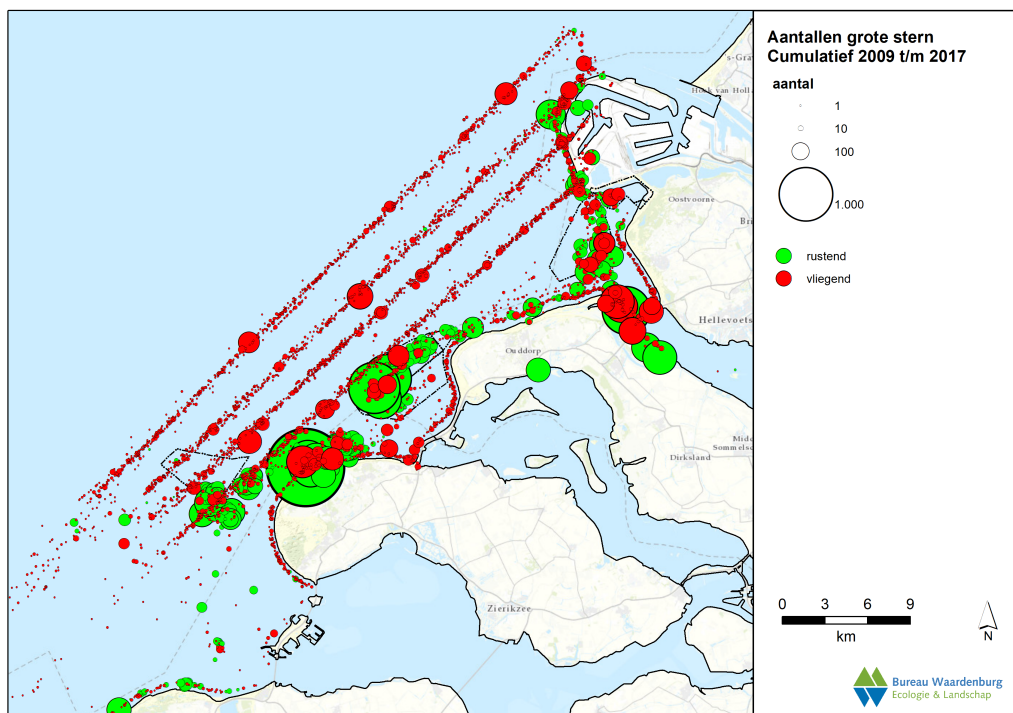
Tabel 3.2.1.1 Aantalsschattingen van grote sterns in het zeegebied en op de platen in 2018 binnen Natura 2000-gebied Voordelta.

Datum	aantalsschatting transecten	aantallen sterns op de platen	Som	vogeldagen
22-04-18	1.535	1.128	2.663	466.023
07-05-18	1.540	560	2.100	55.650
14-06-18	2.190	320	2.510	71.535
02-07-18	1.493	234	1.727	23.315
11-07-18	4.052	787	4.839	104.039
14-08-18	1.913	2.703	4.616	186.948

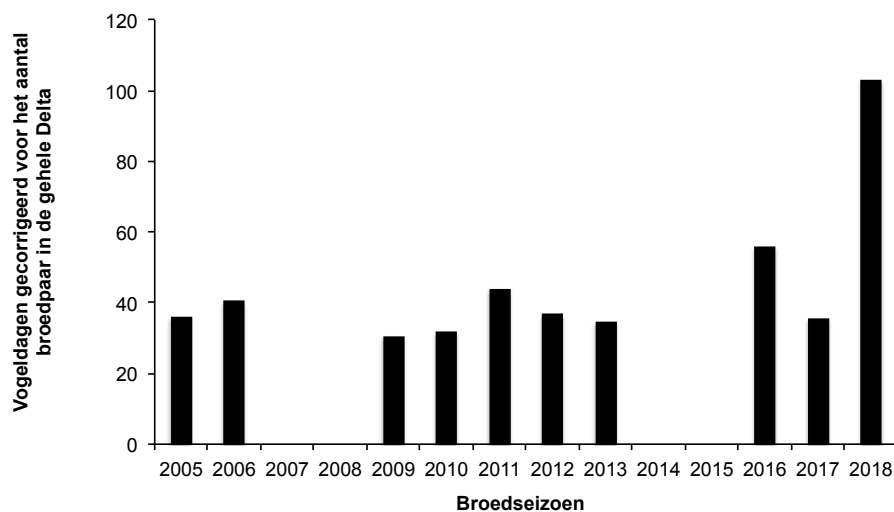
Aantalsschattingen voor 2018 van grote sterns in het getelde zeegebied lopen uiteen tussen 1.727 (begin juli-telling) en 4.839 (eind juli-telling) vogels (tabel 3.2.1.1). Deze aantalsschattingen werden bepaald op basis van een gemodelleerde schatting van vliegende vogels (*Distance* analyse) en een getelde schatting van zittende vogels op stranden en platen. Opvallend is dat rond het uitvliegen van de jongen (1 juli) zulke lage aantallen grote sterns werden geteld. 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 hoger dan de waarde in de T1 jaren (figuur 3.2.1.3).



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 2018.



Figuur 3.2.1.2 Verspreiding en aantallen van rustende en vliegende grote sterns waargenomen tijdens de monitoringsjaren 2009-2017.

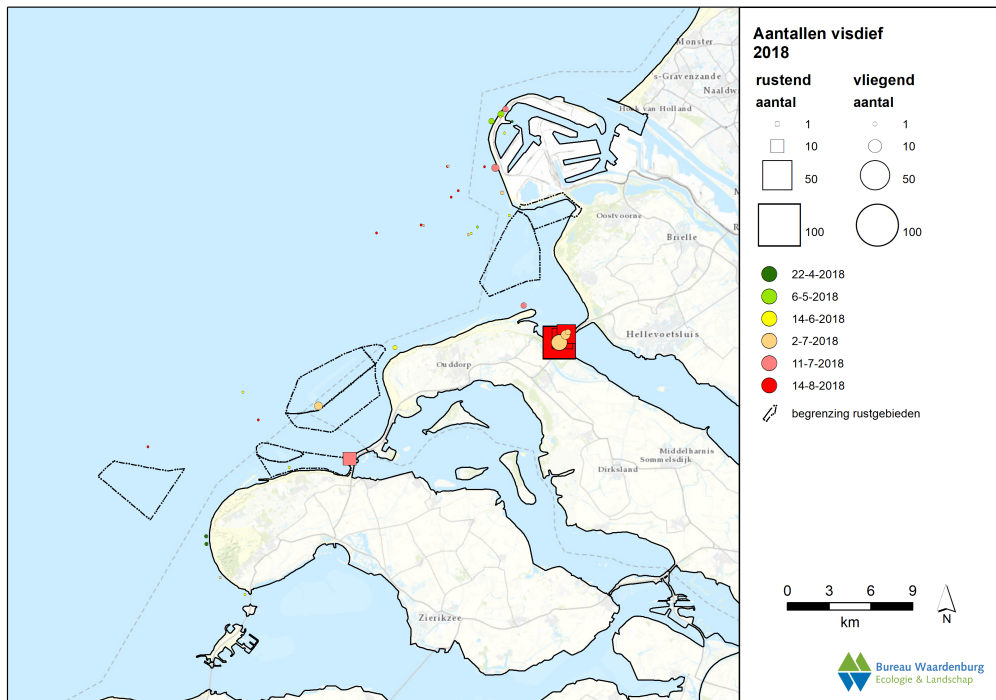


Figuur 3.2.1.3 Aantallen vogeldagen van grote sterns per broedseizoen gedeeld door het aantal broedparen per jaar in het Deltagebied, om te corrigeren voor jaarlijkse variatie in aantallen broedparen. Het hoge aantal vogeldagen in 2018 wordt met name bepaald door hoge aantallen grote sterns op rustplaatsen en broedplaatsen in voor- en naseizoen.

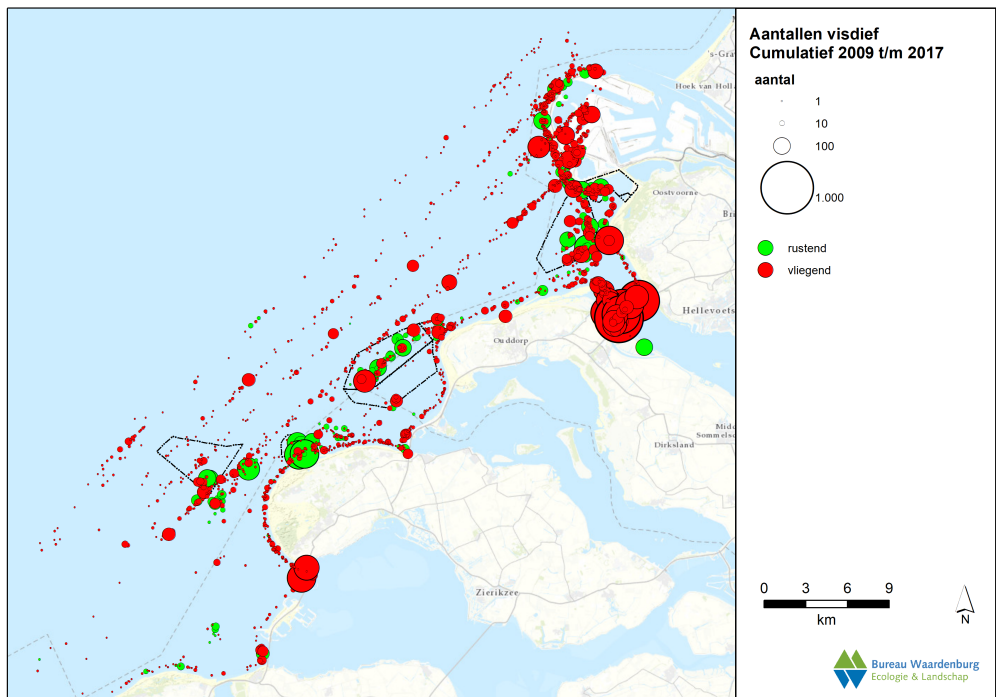
3.2.2 Visdief

Figuur 3.2.2.1 geeft de verspreiding en cumulatieve aantallen van visdieven weer tijdens de tellingen in 2018. In figuur 3.2.2.2 staat de cumulatieve verspreiding over de periode 2009-2017. 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.

Aantalsschattingen voor 2018 van visdieven in het getelde zeegebied lopen uiteen tussen 5 (april-telling) en 560 (juni) vogels (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 juni en augustus, wat erop duidt dat deze gebieden voornamelijk tijdens en direct na het broedseizoen worden gebruikt. Het aantal vogeldagen dat dit seizoen in de Voordelta werd gemeten is gemiddeld zeer laag ten opzichte van andere jaren, maar vergelijkbaar met 2016 en 2017 (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 naar wateren landinwaarts hier ten grondslag aan ligt, maar bevestiging hiervan ontbreekt.



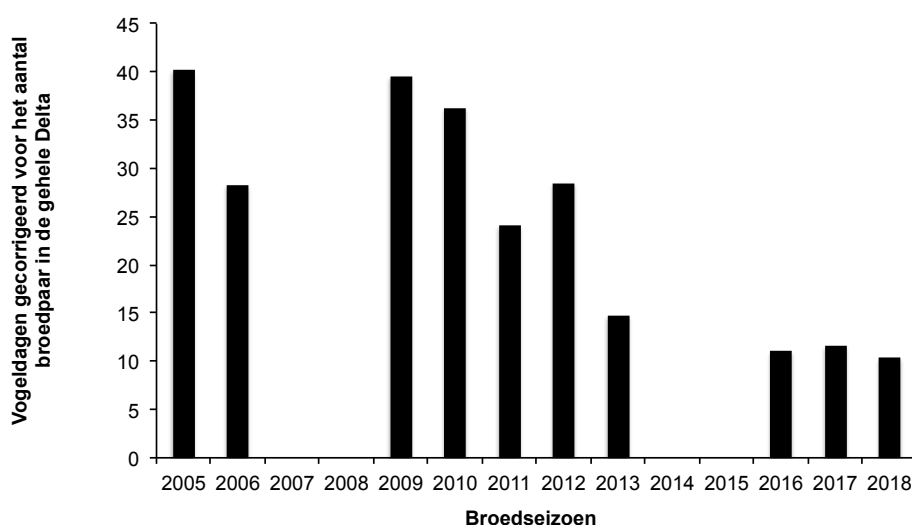
Figuur 3.2.2.1 Verspreiding en aantallen van rustende en vliegende visdieven waargenomen op vier transecten tijdens zes vliegtuigtellingen in april, mei, juni (2), juli en augustus 2018.



Figuur 3.2.2.2 Verspreiding en aantallen van rustende en vliegende visdieven waargenomen tijdens de monitoringsjaren 2009-2017.

Tabel 3.2.2.1 Aantalsschattingen van visdieven in het zeegebied en op de platen in 2018 binnen Natura 2000-gebied Voordelta.

Datum	aantalsschatting transecten	aantallen sterns op de platen	som	vogeldagen
22-04-18	0	5	5	88
07-05-18	118	20	138	3657
14-06-18	516	44	560	15.960
02-07-18	214	83	297	4.010
11-07-18	37	25	62	1.333
14-08-18	353	156	509	20.615



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 2018 werd alleen op de Scheelhoekeilanden onderzoek verricht, op Markenje vestigden zich net als in 2017 geen grote sterns. In totaal werden op de **Scheelhoek** 25 adulten op het nest gevangen met een valkooi voor de meting van hun conditie. Het broedsucces van 47 nesten werd bepaald en in de enclosure werden 663 metingen van de kuikenconditie gedaan. Ook werden ter controle 127 conditiemetingen gedaan buiten de enclosure. Om de kuikenconditie zo goed mogelijk op te kunnen opvolgen werd in veel gevallen ook de conditie van de gemerkte kuikens bepaald na de voedselprotocollen. In totaal werden ongeveer 364 kuikens en 25 adulten van een kleuring voorzien.

Grote sterns - voedsel生态学

Op 11 dagen werden in totaal gedurende 75 uur voedselprotocollen gemaakt vanuit de schuilhut bij de enclosure op de **Scheelhoek**. Van 657 aangebrachte prooien werd

de soort bepaald en de lengte geschat. Van 347 aangebrachte prooien kon de foerageerduur worden berekend. Aanvullend werden 680 prooien die tijdens de protocollen werden aangebracht naar de ongemerkte kuikens in de enclosure gedetermineerd en op lengte geschat.

Visdief - broedsucces en kuikenconditie

In 2018 werd op de Scheelhoek en op het Visdiefeiland in de Slufter onderzoek gedaan naar visdieven. Op de **Scheelhoek** werden 9 adulte visdieven op het nest gevangen met een valkooi. Van 24 nesten werd het broedsucces gemeten. Er werden 363 conditiemetingen van de kuikens in de enclosure en van één erbuiten gedaan. Op het **Visdiefeiland** werd van 16 nesten het broedsucces bepaald. Er werden 105 conditiemetingen van de kuikens in de enclosure gedaan. In totaal werden 61 kuikens en 9 adulten van een kleurring voorzien.

Visdief - voedsel生态学

Op de **Scheelhoek** werden op 8 dagen voedselprotocollen gemaakt vanuit een schuilhut voor een totaal van 11 uur. Er werden daarbij 1.458 prooien gedetermineerd en op lengte geschat. Bij het **Visdiefeiland** werden op 8 dagen in totaal gedurende 8 uur voedselprotocollen gemaakt. Daarbij werden gegevens verzameld over 899 aangebrachte prooien.

3.3.1 Grote stern

3.3.1.a Broedbiologische parameters grote stern 2009 - 2017

In 2018 was alleen op de Scheelhoek een kolonie grote sterns (2.583 broedparen) aanwezig, Markenje was dit jaar niet bezet. Als gevolg van een hoog uitkomstsucces en een vrij goed uitvliessucces (45%), was het broedsucces met 0,62 jongen/paar vrij hoog (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 in vergelijking tot enkele jaren met hoge predatiedruk op Markenje, maar was wel de hoogste predatie tot nu toe gemeten op de Scheelhoek (4 nesten werden volledig gepredeerd).
- Weersomstandigheden hebben in 2018 nauwelijks of geen invloed gehad tijdens de ei-fase.
- Hoge waterpeilen hebben in 2018 geen invloed gehad tijdens de ei-fase.

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

- Predatie van kuikens: In 2018 werd in vergelijking met andere jaren vrij veel kuikenpredatie vastgesteld op de Scheelhoek (tabel 3.3.1.2). In veel gevallen ging het echter om B-kuikens (kuikens uit het tweede ei van een twee-legsel, die in de meeste gevallen sowieso vroegtijdig sterven). Van de 27 kuikens uit A-eieren (het eerst gelegde ei van een twee-legsel) en 15 uit één-legsels werden er respectievelijk 4 en 2 waarschijnlijk gepredeerd.
- Het percentage kuikens dat dood werd gevonden was in 2018 vrij laag in vergelijking met het percentage in de meeste voorgaande jaren. Van de kuikens uit A-eieren werd 30 % dood gevonden, van die uit één-legsels 13 %. Dit zijn kuikens die gestorven zijn doordat ze in slechte conditie verkeerden als gevolg van weersomstandigheden, voedselomstandigheden of verlaten werden door oudervogels etc.

Tabel 3.3.1.2 *Procentuele verliesoorzaken van A en B eieren en lot van alle kuikens van de grote stern per onderzochte kolonie per jaar in de Delta (2009-2018).*

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
	2018	3	11	31	25	45
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

Tabel 3.3.1.1 Broedbiologische parameters van de grote stern gemeten in enclosures te Zeebrugge (België) in de periode 1997-2012 en in de kolonies gevolgd in 2009-2018 in het Nederlandse Deltagebied. 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)	uitkomst-succes (%)	uitvlieg-succes (%)	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
2018		47	1,6	87	45	0,62
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

3.3.2 Visdief

3.3.2.a Broedbiologische parameters visdief 2009-2016

In 2018 werd in 2 kolonies onderzoek gedaan naar het broedsucces en de conditie van de visdief; op de Scheelhoekeilanden (453 broedparen) en op het Visdiefeiland in de Slufter (ca. 410 broedparen). Op de Scheelhoek was het broedsucces met bijna 2 jongen/paar het hoogste broedsucces ooit gemeten in deze kolonie tijdens de PMR-onderzoeksjaren (tabel 3.3.2.1). Dit was het gevolg van de combinatie van zowel een hoge legselgrootte (2,7 eieren/nest), een goed uitkomstsucces (89 %) en vooral een heel hoog uitvliegsucces (82 %). Ook op het Visdiefeiland was het broedsucces (1,3 jongen/paar) het hoogste gemeten broedsucces in deze kolonie tijdens de PMR-studie. Ook hier waren zowel de legselgrootte (2,7 eieren/nest), het uitkomstsucces (79 %) als het uitvliegsucces (62 %) erg hoog.

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 Op de Scheelhoek werd een legsel met vier eieren gepredeerd en op het Visdiefeiland werden van vier nesten één of twee eieren gepredeerd. Globaal genomen was er echter weinig predatie.
- Weersomstandigheden speelden dit jaar geen negatieve rol tijdens de ei-fase in de enclosures op de Scheelhoek en het Visdiefeiland.
- Hoge waterpeilen hadden in 2018 geen impact op de visdieflegsels op de Scheelhoek.
- Vegetatiestructuur heeft in 2018 geen effect gehad op het Visdiefeiland. De enclosure op de Scheelhoek bevond zich op een spaarzaam begroeide schelpenbank waardoor vegetatie hier geen problemen opleverde. Buiten de enclosure schoot de vegetatie wél hoog op waardoor allicht vrij veel nesten verloren zijn gegaan.

Verliezen in de kuikenfase:

- Predatie van kuikens speelde zowel op de Scheelhoek als op het Visdiefeiland nauwelijks een rol in 2018.
- Weersomstandigheden hadden dit jaar in beide kolonies geen negatief effect op de kuikenoverleving.
- Vegetatiestructuur had in geen van beide enclosures een negatief effect. De enclosure op de Scheelhoek lag zoals eerder vermeld op een schaars begroeide schelpenbank. Buiten de enclosure schoot de vegetatie hoog op en leek het broedsucces een stuk lager te zijn.

Tabel 3.3.2.1 Broedbiologische parameters van de visdief gemeten in enclosures te Zeebrugge (België) in de periode 1997-2012 en in de kolonies gevolgd in 2009-2018 in het Nederlandse Deltagebied.

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
2018		24	2,7	89	81	1,96
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
2018		16	2,7	79	62	1,31

Tabel 3.3.2.2 Procentuele verliesoorzaken van eieren en het lot van alle kuikens van de visdief per onderzochte kolonie per jaar in de Delta (2009-2018). N.B. Verliezen op de Scheelhoek 2009 en de Slijkplaat 2009 zijn niet toe te schrijven aan de verschillende oorzaken en daarom gecombineerd.

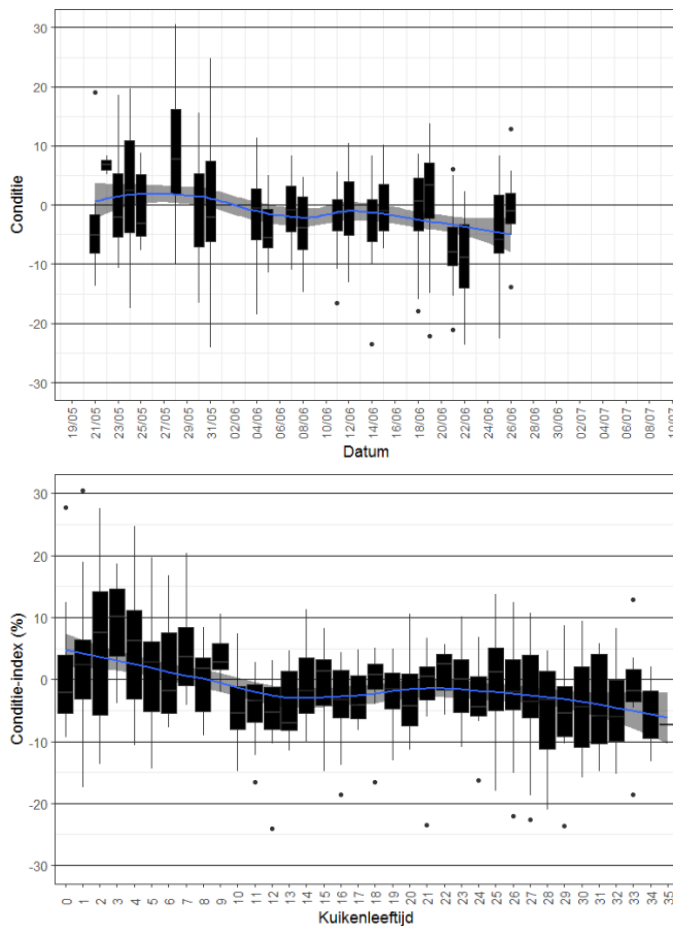
kolonie	jaar	Ei-fase		Kuiken-fase		
		verlaten etc.	predatie	dood gevonden	predatie	uitgevlogen
Scheelhoek	2009	46		9	62	29
	2010	10	9	39	40	21
	2011	8	18	17	44	39
	2012	12	9	13	23	64
	2013	8	5	36	26	38
	2014	9	1	25	8	67
	2015	8	1	30	38	32
	2016	11	2	37	35	28
	2017	14	2	21	9	70
	2018	3	8	12	7	81
Markenje	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
	2018	7	14	35	3	62
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

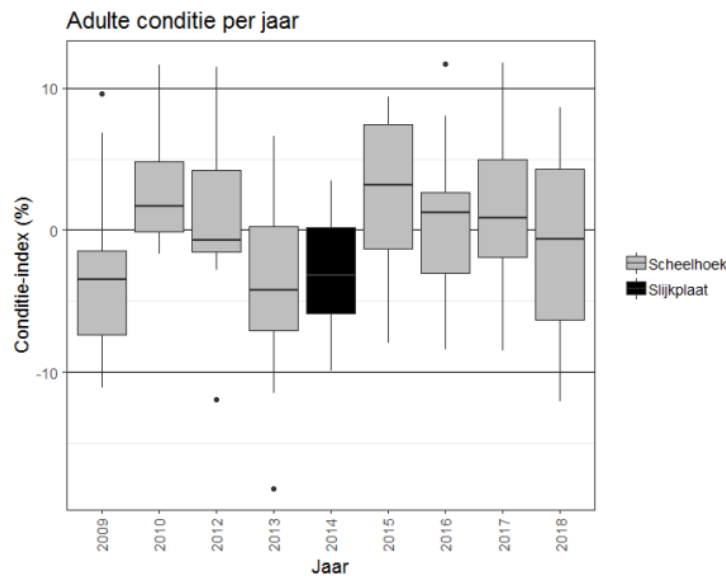
Figuur 3.4.1.1 geeft voor 2018 de kuikenconditie van alle vliegvlug geworden kuikens van de grote stern in de enclosure in de Scheelhoekkolonie. Kuikens tot 9 dagen oud waren in goede conditie (gemiddeld $3,4 \pm 10,9$ % boven de referentieconditie). Vanaf een leeftijd van 10 dagen daalde de conditie echter onder de referentiewaarde (gemiddeld 2,4 % onder de referentieconditie), dit bleef zo tot het einde van het broedseizoen. Kuikens hebben vanaf ongeveer 10 dagen relatief veel energie nodig om te voorzien in groei en overleving. Weersomstandigheden zorgden in 2018 niet voor plotse sterke conditiedalingen, zoals dit in een aantal voorgaande jaren het geval was.



Figuur 3.4.1.1 Conditie per datum (boven) en per leeftijd in dagen (onder) van de vliegvlug geworden kuikens van de grote stern op de Scheelhoek in 2018. De conditie is hier uitgedrukt als de procentuele afwijking van het gewicht (g) van de kuikens ten opzichte van het gemiddelde gewicht voor alle vliegvlug geworden kuikens met dezelfde kopsnavellengte in Zeebrugge. In deze en de volgende figuren geeft de boxplot het minimum, 2^e en 3^e kwartiel, de mediaan, het maximum en de outliërs weer, de (in dit geval) blauwe lijn geeft de LOESS-smoother door de data weer met het 95 % confidentie-interval (grijs vlak).

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 gemiddelde gewicht van alle vogels met diezelfde kopsnavellengte gevangen tijdens de onderzoeksjaren (tweede helft van mei-eerste week van juni, n=178) genomen. Figuur 3.4.1.2 geeft de jaarlijkse conditie van de adulte vogels gevangen op de Scheelhoekeilanden (2009-2018) en de Slijkplaat (2014) weer. Het gemiddelde gewicht van de gevangen adulte grote sterns op de Scheelhoek in 2018 (n=25) was $241,6 \pm 18,9$ g en lag daarmee 1,8 % onder de gemiddelde conditie voor alle onderzoeksjaren.

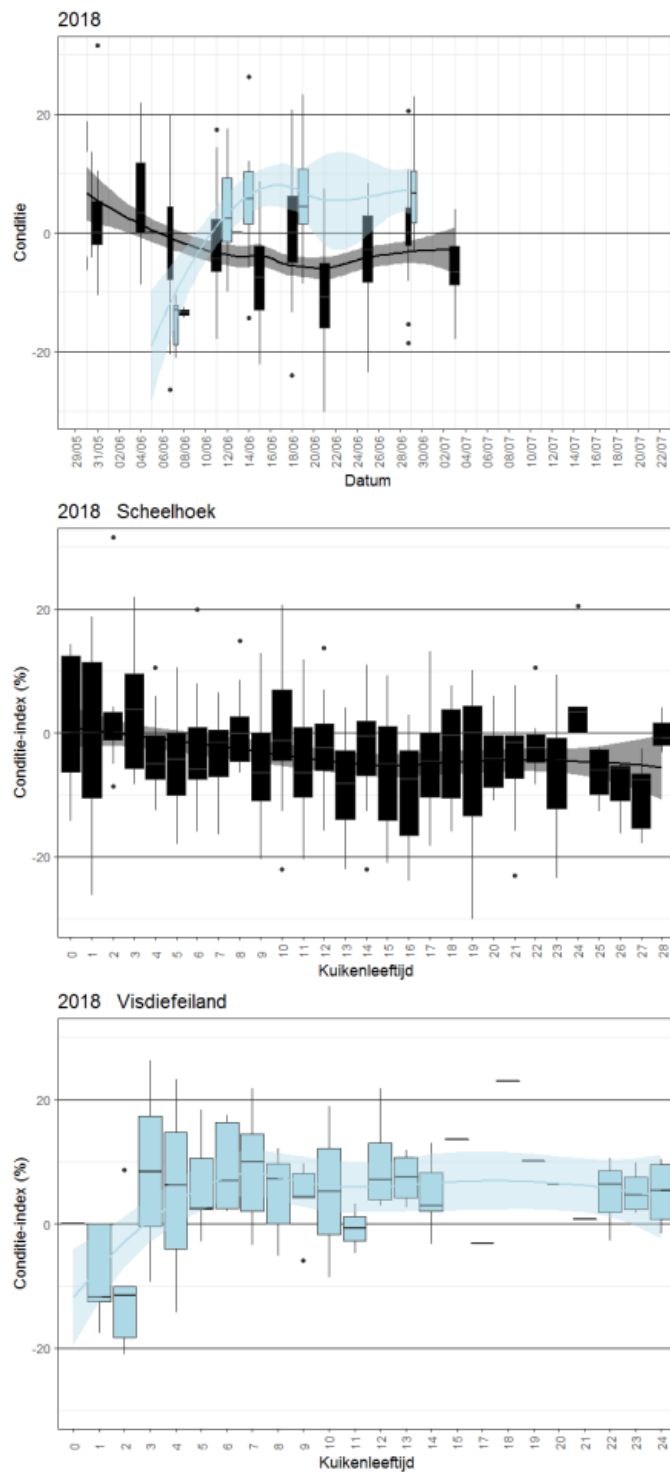


Figuur 3.4.1.2 *Conditie index van adulte grote sterns gevangen op de Scheelhoekeilanden (2009-2018) en de Slijkplaat (2014). De conditie is hier uitgedrukt als de procentuele afwijking van het gewicht (g) van de adulte vogels gevangen in 2018 ten opzichte van het gemiddelde gewicht van alle adulten met dezelfde kopsnavellengte gevangen in de onderzoeksperiode (2009-2018).*

3.4.2 Conditie visdieven

3.4.2.a Kuikens

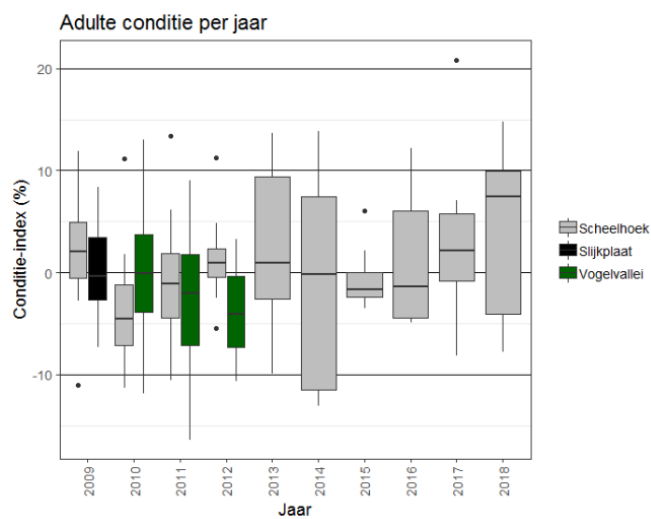
Figuur 3.4.2.1 geeft de conditie van de vliegvlug geworden visdiefkuikens in de kolonie op de Scheelhoek en het Visdiefeiland in 2018 weer. Op de Scheelhoek vertoonde de kuikenconditie een vergelijkbaar verloop als dat van de adulte grote stern met een gemiddelde conditie boven de referentiewaarde tijdens de eerste drie levensdagen (+0,9 %) gevolgd door een vrij constant blijvende conditie onder de referentiewaarde daarna (-4,0 %). Het patroon op het Visdiefeiland was hieraan tegenovergesteld met negatieve condities tijdens de eerste levensdagen (-8,3 %) en een goede conditie (+6,7 %) daarna tot het uitvliegen van de kuikens.



Figuur 3.4.2.1 Conditie per datum (boven) en per leeftijd in dagen (onderste twee) van vliegvlug geworden kuikens van de visdief op de Scheelhoek (zwart) en het Visdiefeiland (lichtblauw) in 2018. De conditie is hier uitgedrukt als de procentuele afwijking van het gewicht (g) van de kuikens ten opzichte van het gemiddelde gewicht van vliegvlug geworden kuikens in de Delta met dezelfde kopsnavellengte in de onderzoeksperiode 2009-2018.

3.4.2.b Adulten

Als maat voor de conditie van adulte visdieven werd de procentuele afwijking van de het gewicht van alle vogels met diezelfde kopsnavellengte gevangen tijdens de onderzoeksjaren (n=175) genomen. Figuur 3.4.2.2 geeft de jaarlijkse conditie weer voor de adulte vogels gevangen op de Scheelhoekeilanden, de Vogelvallei en de Slijkplaat in de periode 2009-2018. Het gemiddelde gewicht van de op de Scheelhoek gevangen adulte visdieven in 2018 (n=9) was $126,4 \pm 10,2$ g en lag 4 % hoger dan de gemiddelde conditie voor alle onderzoeksjaren. Adulte visdieven bleken hiermee in de beste gemiddelde conditie van alle onderzoeksjaren.



Figuur 3.4.2.2 *Conditie-index van adulte visdieven gevangen op de Scheelhoekeilanden (2009-2018), de Slijkplaat (2009) en de Vogelvallei (2010-2012). De conditie is hier uitgedrukt als de procentuele afwijking van het gewicht (g) van de adulte vogels gevangen in 2018 ten opzichte van het gemiddelde gewicht van alle adulten met dezelfde kopsnavellengte gevangen in de onderzoeksperiode (2009-2018).*

3.5 Koloniewerk – voedsel生态学 sterna

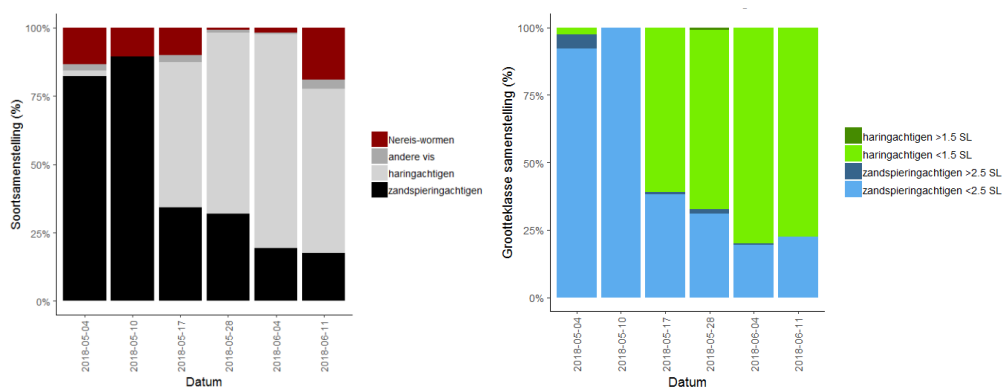
3.5.1 Dieet en foerageergedrag grote stern

3.5.1.a Dieetsamenstelling adulte grote sterna

In 2018 werden de algemene fecesmonsters, die zoals elk jaar net voor het uitkomen van de kuikens werden verzameld, niet uitgezocht waardoor vergelijking met de in de voorgaande onderzoeksjaren opgebouwde datareeks niet mogelijk is. De monsters die in 2017 op de Scheelhoek werden genomen, werden verwerkt in het kader van 'meerwerk' en de resultaten zijn te vinden in Bijlage II.

Op de Scheelhoek werden tussen 2 mei en 15 juni in totaal 14 monsters verzameld in schalen. Van 6 samples werd telkens 25 % uitgezocht. Er werden 515 sagittale otolieten en 38 Nereis-kaken gevonden (tabel 2.3). Figuur 3.5.1.1 geeft de soortensamenstelling van het adulte dieet weer. Bij de volgende figuren dient steeds in

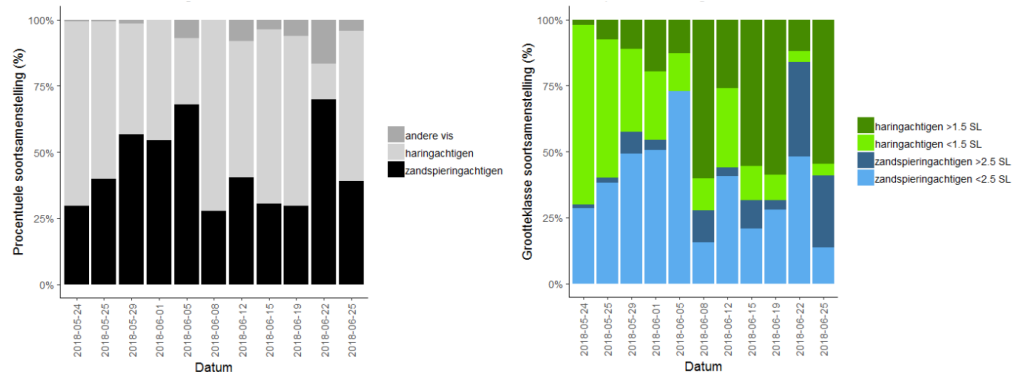
het achterhoofd te worden gehouden dat ze zijn gebaseerd op een steekproef, waardoor de resultaten met enige voorzichtigheid dienen te worden geïnterpreteerd. Nereis-wormen werden in alle onderzochte monsters teruggevonden, waarbij ze tot 20 % van het totaal aantal gevonden dieetresten uitmaakten. De visfractie van de eerste twee monsternames bestond nagenoeg uitsluitend uit zandspieringachtigen (>95 %). Dergelijke hoge percentages werden tot op heden nog nooit vastgesteld binnen het onderzoeksprogramma PMR-NCV. Na 10 mei werden zoals gewoonlijk steeds hogere percentages haringachtigen gevonden. Ook valt de geringe grootte van zowel de zandspieringachtigen als de haringachtigen in het adulte dieet op. Slechts 1,5 % van alle zandspieringachtigen was groter dan 2,5 SL (13,5 cm) en 0,3 % van de haringachtigen was groter dan 1,5 SL (8,2 cm). Het grote aandeel kleine zandspieringachtigen en het ontbreken van grotere haringachtigen in het adulte dieet geeft een indicatie dat er tijdens de ei-fase en de eerste weken van de kuikenfase vooral kleinere prooivissen beschikbaar waren.



Figuur 3.5.1.1 Soortsamenstelling in de loop van het broedseizoen van het adulte dieet van de grote stern op de Scheelhoek in 2018 (links) en de grootteklasse-samenstelling van de haring- en zandspieringachtigen (rechts).

3.5.1.b Dieetsamenstelling kuikens grote stern

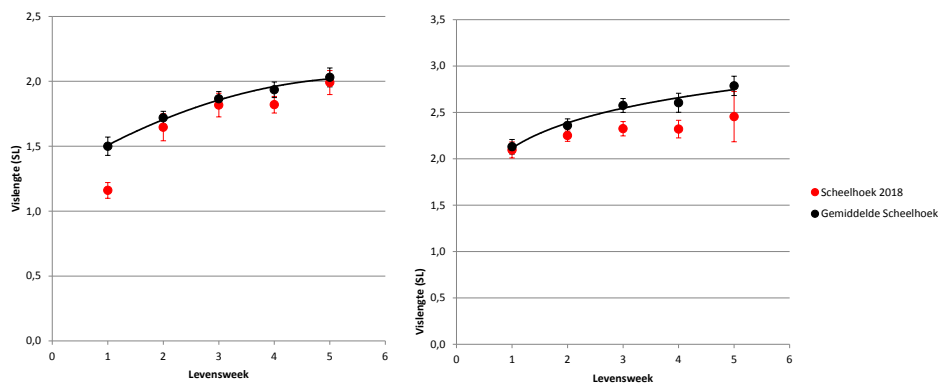
Figuur 3.5.1.2 geeft de samenstelling van het kuikendieet van de grote stern op de Scheelhoek in 2018 weer. Gemiddeld bestond $51,9 \pm 24,1$ % van het dieet van alle gevolgde kuikens in de enclosure uit haringachtigen en $43,8 \pm 22,0$ % uit zandspieringen. In de periode 2009-2017 bedroeg het gemiddeld percentage haringachtigen in het kuikendieet $63,0 \pm 26,8$ %. In 2018 werden dus naar verhouding weinig haringachtigen naar de kolonie aangevoerd. Ook waren de aangebrachte prooien relatief klein. De gemiddelde lengte van de aangebrachte haringen was $1,6 \pm 0,5$ SL ($8,7 \pm 2,6$ cm), de laagste waarde van alle onderzoeksjaren. Haringen groter dan 1,5 SL (8,2 cm) leken pas na 8-15 juni beschikbaar te zijn. De aangebrachte zandspieringachtigen waren gemiddeld $2,3 \pm 0,3$ SL ($12,3 \pm 1,8$ cm); alleen in 2009 en 2010 waren ze nog kleiner. Ook dit geeft aan dat er tijdens het broedseizoen 2018 hoofdzakelijk kleine prooivissen beschikbaar waren.



Figuur 3.5.1.2 Soortensamenstelling (links) en grootteklasse-samenstelling van de haring- en zandspieringachtigen (rechts) van het kuikendieet van de grote stern op de Scheelhoek in 2018.

3.5.1.c Prooilengte- en aanvoer kuikens grote sterns

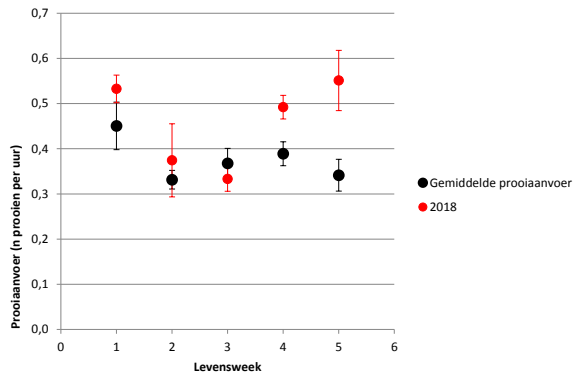
Figuur 3.5.1.3 geeft de gemiddelde lengte van de aangebrachte haring- en zandspieringachtigen per levensweek van de kuikens weer in vergelijking met het gemiddelde van de voorgaande jaren. Analoog met wat in paragraaf 3.5.1.b werd beschreven waren vooral de zandspieringachtigen veel kleiner dan gemiddeld over alle onderzoeksjaren. De haringachtigen die in de eerste levensweek werden aangebracht waren veel kleiner dan gemiddeld, maar voor de oudere kuikens was het verschil geringer. Voor kuikens van minder dan 10 dagen oud vormt dit echter niet direct een probleem als de aanvoerfrequentie maar hoog genoeg is.



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 de grote stern op de Scheelhoek (rode bollen) in vergelijking met het gemiddelde voor de periode 2009-2018 (zwarte bollen). De 'trendlijn' van het gemiddelde is ter illustratie weergegeven.

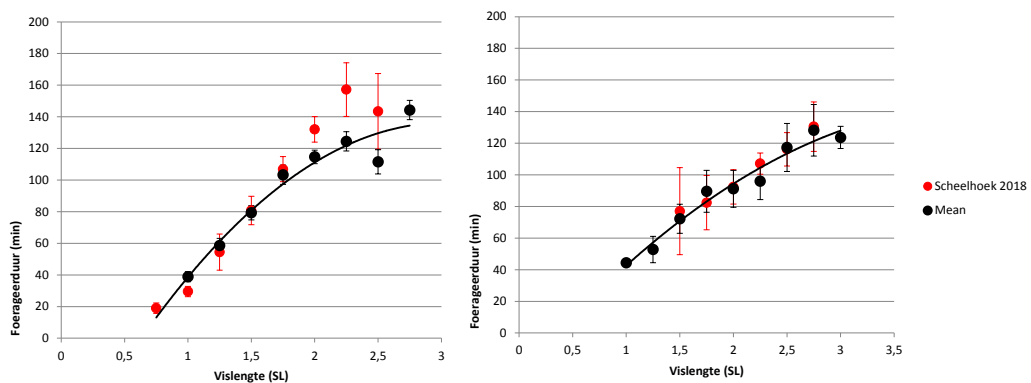
De aanvoerfrequentie van prooien (n prooien per uur) naar de kuikens van grote sterns op de Scheelhoek in 2018 in vergelijking met het gemiddelde in de periode 2009-2018 wordt weergegeven in Figuur 3.5.1.4. Behalve in de derde levensweek lag de prooiaanvoer hoger dan het gemiddelde voor de volledige onderzoeksperiode.

Door de prooiaanvoer te verhogen compenseerden de oudervogels allicht voor de minder energierijkere prooien (kleinere haring- en zandspieroogachtigen).



Figuur 3.5.1.4 Relatie tussen de leeftijd van de kuikens van grote sterns en de aanvoerfrequentie van prooien op de Scheelhoek in 2018 in vergelijking met het gemiddelde (\pm s.e.) voor de periode 2009-2018. De 'trendlijn' van het gemiddelde is ter illustratie weergegeven.

Figuur 3.5.1.5 toont de foerageerduur voor haringachtigen en zandspieroogachtigen per lengteklasse van 0,25 SL in 2018 op de Scheelhoek in vergelijking met het gemiddelde voor de periode 2009-2018. De aanvoertijd voor de haringachtigen <1,5 SL was dit jaar korter (tot 10 minuten voor haringachtigen van 1 SL) of vergelijkbaar met het gemiddelde over alle jaren. Grotere haringachtigen hadden een langere aanvoertijd (tot 33 minuten extra voor vissen van 2,25 SL). De aanvoertijd van zandspieroogachtigen was voor alle lengtes vergelijkbaar met de gemiddelde aanvoertijden voor de periode 2009-2018.

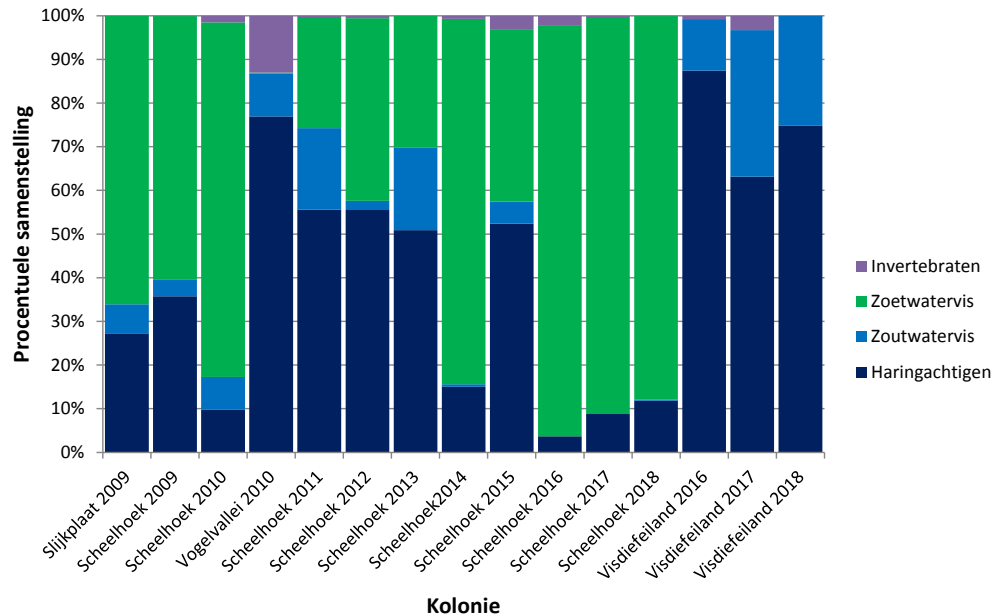


Figuur 3.5.1.5 Gemiddelde foerageerduur (\pm s.e.) voor haringachtigen (links) en zandspieroogachtigen (rechts) op de Scheelhoek in 2018 (rode bollen) in vergelijking met het gemiddelde voor de periode 2009-2018 (zwarte bollen). De 'trendlijn' van het gemiddelde is ter illustratie weergegeven.

3.5.2a Voedseleecologie visdief

Figuur 3.5.2.1 geeft de procentuele dieetsamenstelling (op basis van aantallen) van visdiefkuikens weer voor de Scheelhoek en het Visdiefeiland in 2018. De

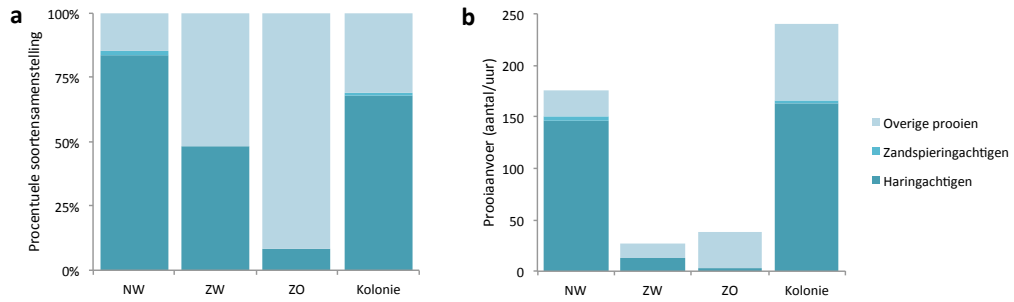
dieetsamenstelling op de Scheelhoek bestond zoals in de meeste jaren vooral uit zoetwatervis (88%) en was erg vergelijkbaar met die in 2016 en 2017. De dieetsamenstelling op het Visdiefeland daarentegen bestond uitsluitend uit zoutwatervis, waarvan 75% haringachtigen.



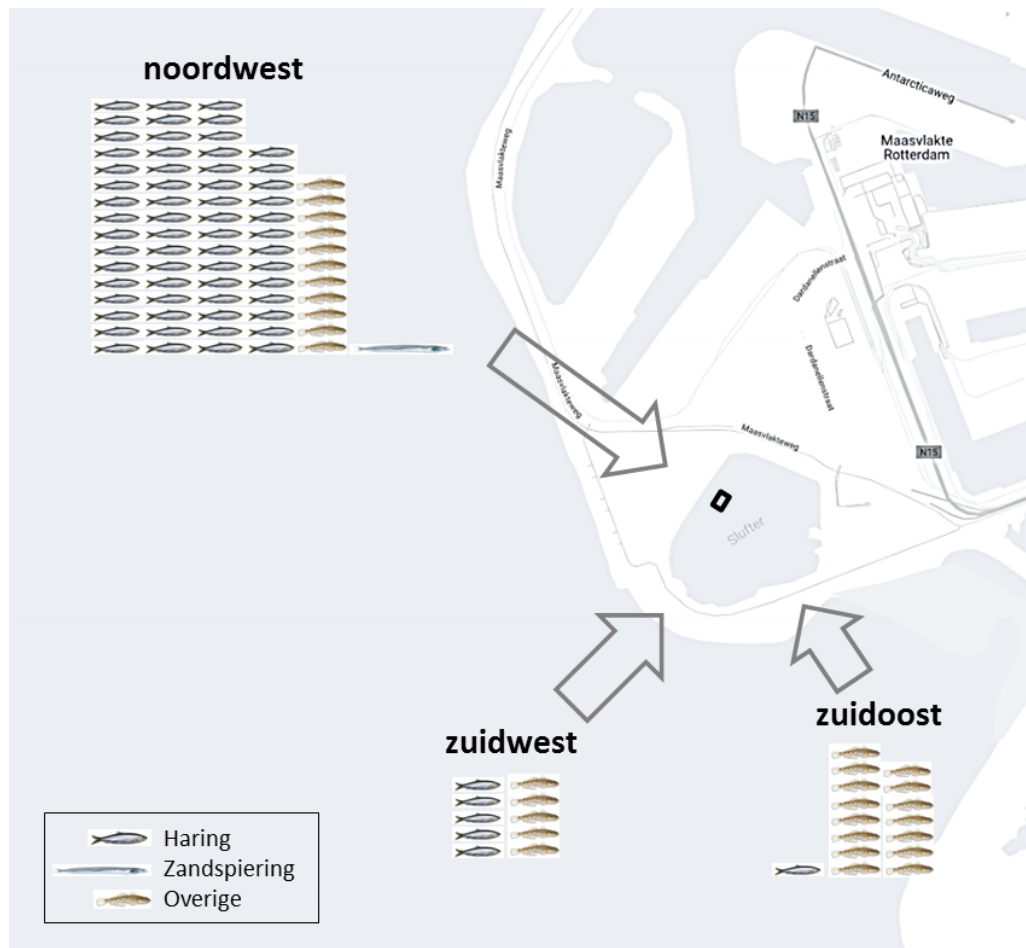
Figuur 3.5.2.1 Procentuele dieetsamenstelling van kuikens in alle visdiefkolonies in het Deltagebied waar protocollen vanuit een schuilhut werden gemaakt in de periode 2009-2018.

3.5.2b Dieetsamenstelling, prooilengte en -aanvoer kuikens Visdiefeland: resultaten

Figuur 3.5.2.2a geeft de procentuele soortensamenstelling van het dieet van de kuikens op het Visdiefeland in 2018, met opsplitsing voor de verschillende aanvliegroutes. De noordelijke route wordt niet weergegeven, omdat er in 2018 geen aanvoer van prooien was vanuit het noorden. Tussen de overige routes bestaat er een significant verschil in soortensamenstelling ($X^2 = 93,8$; $df = 4$; $p < 0,001$), met haringachtigen als de dominante prooigroep langs de noordwestelijke route (84 %) en de overige prooi-soorten (zijnde grondels en platvissen) als dominante groep voor de zuidwestelijke en zuidoostelijke route (respectievelijk 52 % en 93 %). Zandspieringen werden alleen langs de noordwestelijke route aangebracht, waar ze slechts 2 % van de totale prooiaanvoer vertegenwoordigen. In absolute aantallen voorziet de noordwestelijke route duidelijk in de grootste prooiaanvoer, met een gemiddelde van 160 prooien die per uur naar de kolonie worden aangevoerd (Figuur 3.5.2.2b). De gemiddelde prooiaanvoer per uur met bijhorende procentuele soortensamenstelling wordt samengevat in figuur 3.5.2.3.



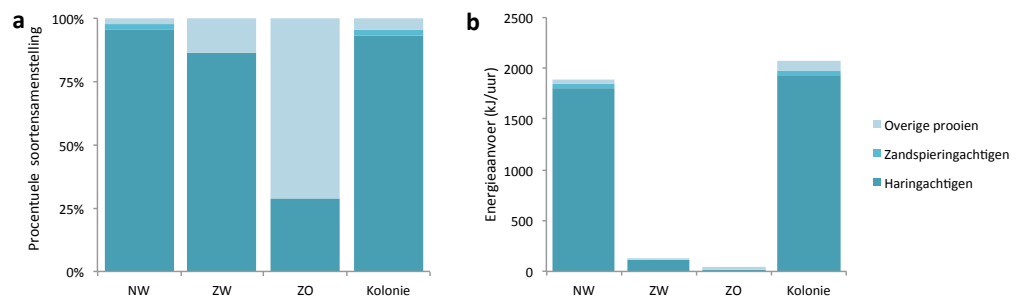
Figuur 3.5.2.2 (a) procentuele soortensamenstelling (op basis van aantal prooien) van het dieet van de kuikens van visdieven op het Visdiefeiland in 2018, met opsplitsing voor de verschillende aanvoerroutes, (b) aanvoer van de verschillende prooisorten (in aantallen per uur) voor de verschillende aanvoerroutes.



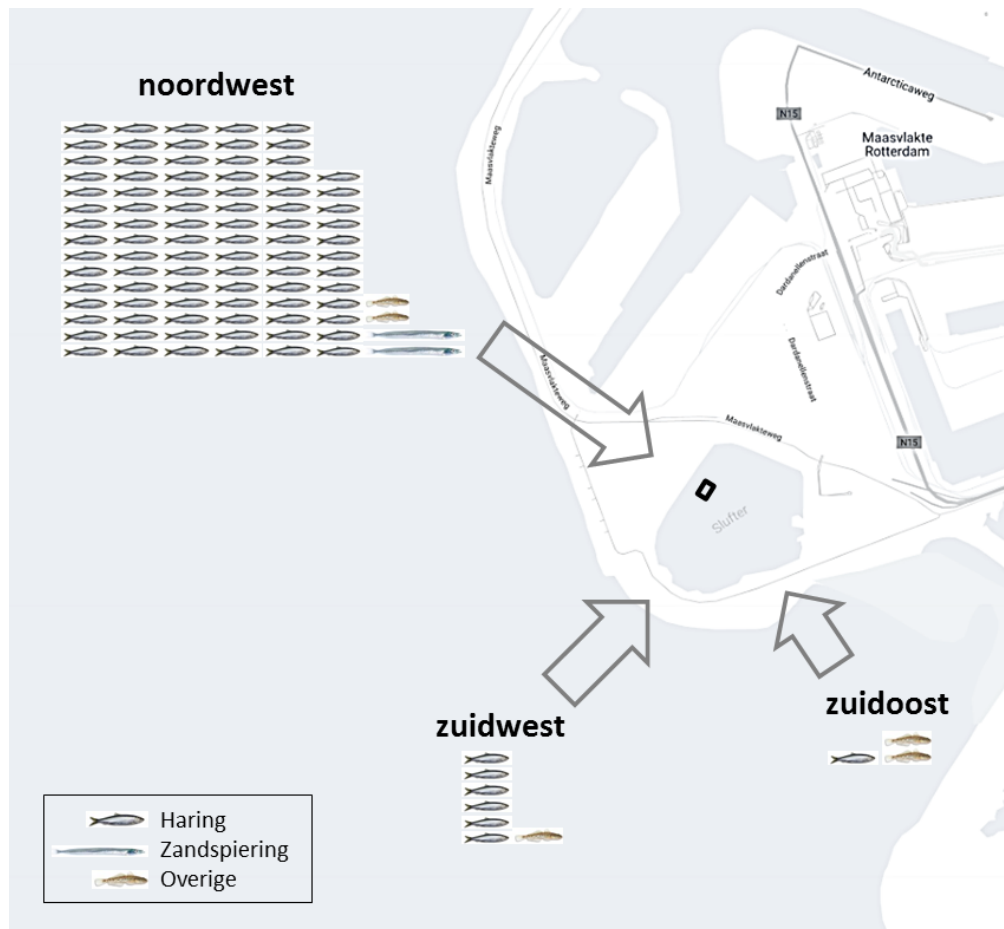
Figuur 3.5.2.3 Visuele weergave van de verhoudingen in gemiddelde prooiaanvoer per uur en procentuele soortensamenstelling voor de verschillende aanvoerroutes naar het Visdiefeiland in 2018.

Op basis van de waargenomen aantallen prooivissen en hun respectievelijke lengtes werd de energetische samenstelling van het kuikendieet bepaald. Figuur 3.5.2.4 geeft

voor de verschillende aanvoerroutes de procentuele energiebijdrage van de verschillende prooi-soorten in het dieet van de kuikens op het Visdiefeiland. Net zoals voor de procentuele aantalsbijdrage is er ook voor de procentuele energiebijdrage van de verschillende prooi-soorten een significant verschil tussen de aanvoerroutes ($X^2 = 517$; $df = 4$; $p < 0,001$). Dankzij de relatief hogere energie-inhoud leveren de haringachtigen met voorsprong de grootste energiebijdrage langs de noordwestelijke en zuidwestelijke route (respectievelijk 96 % en 86 %). Waar de overige prooi-soorten nog 52 % en 93 % van de totale aantallen vertegenwoordigen langs de aanvoerroutes vanuit het zuidwesten en het zuidoosten, leveren ze respectievelijk 14 % en 70 % van de energieaanvoer via deze routes. Net zoals voor het aantal prooien, blijft ook de energie-bijdrage van de zandspieringachtigen zeer beperkt (2 % van de totale energieaanvoer langs de noordwestelijke route). In absolute hoeveelheden is de energieaanvoer van de kolonie voornamelijk afhankelijk van de noordwestelijke route (gemiddeld 1.806 kJ/h of 89 % van de totale energieaanvoer, figuur 3.5.2.4). De gemiddelde energieaanvoer per uur met procentuele soortensamenstelling wordt samenvattend weergegeven in figuur 3.5.2.5.



Figuur 3.5.2.4 (a) procentuele soortensamenstelling (op basis van energie-inhoud) van het dieet van de kuikens op het Visdiefeiland in 2018, met opsplitsing voor de verschillende aanvoerroutes, (b) aanvoer van de verschillende prooi-soorten (in energieaanvoer per uur) voor de verschillende aanvoerroutes.



Figuur 3.5.2.5 Visuele weergave van de verhoudingen in gemiddelde energieaanvoer per uur en procentuele soortensamenstelling voor de verschillende aanvoerroutes naar het Visdiefeland in 2018.

3.6 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 en tijdens veldwerk met de boot op de platen. Vervolgens wordt per (potentieel) rustgebied besproken wat de huidige situatie is en of dit gebied in gebruik is door sterns.

3.6.1 Verstoringbronnen

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

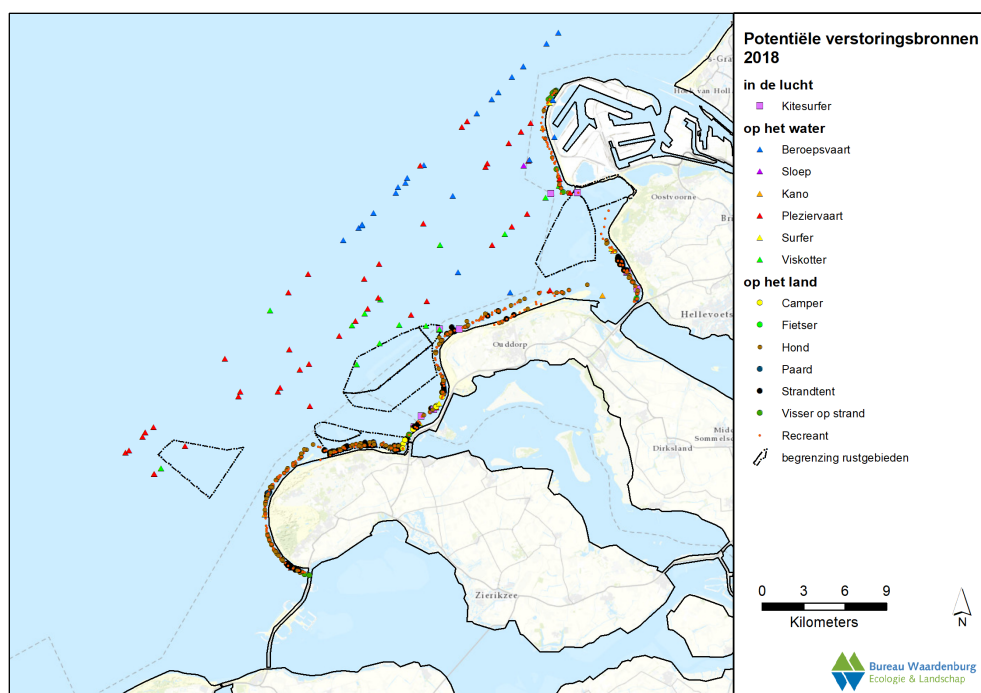
Ook in 2018 is weer regelmatig vastgesteld dat vanaf de stranden van de Tweede Maasvlakte, Ouddorp en de Brouwersdam veel (kite)surfers en in mindere mate

kanoërs het water op gaan. Deze recreanten kunnen daardoor in potentie de ingestelde rustgebieden van (grote) sterns bereiken of gebieden bereiken waar regelmatig grote sterns rusten. Hetzelfde geldt voor wandelaars die bij laag water vanaf het land de Verklikkersplaat kunnen bereiken, alhoewel de toegang tot de Verklikkersplaat in 2018 zeer beperkt was door een diepe geul langs het Verklikkerstrand.

Tijdens de vliegtuigtellingen op het open water werden regelmatig zowel beroeps- als recreatievaart in de Voordelta 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. Eigenlijk alleen de Bollen van de Ooster, de Middelpaten, de Hinderplaat en de Kwade Hoek kennen (bijna) geen verstoring.

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 een kite-surfer gezien, en ook in het Hinderplaatgebied komen (kite-)surfers zeer nabij het rustgebied voor, maar betredingen werden niet vastgesteld.

Op plaatsen waar sterns regelmatig rusten (figuur 3.2.1.1) werden tijdens zowel de vliegtuigtellingen als de boottellingen van de platen maar weinig verstoringsbronnen vastgesteld met uitzondering van de Verklikkerplaat en in mindere mate de zuidpunt van het Maasvlakte strand, waar zeer regelmatig wandelaars, vaak met honden, gezien werden en in het geval van de Verklikkerplaat betrof het ook vaak ruiters.

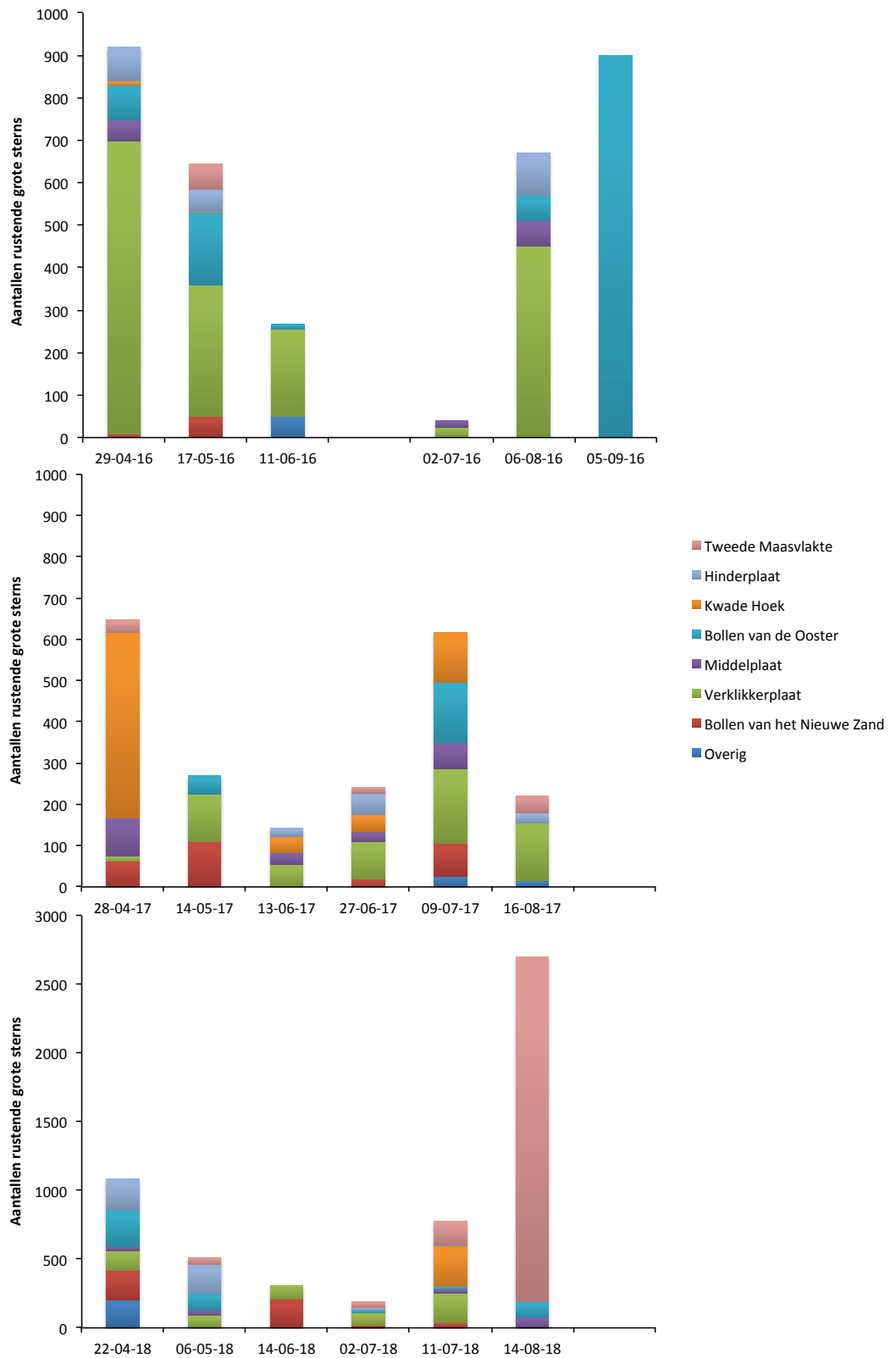


Figuur 3.6.1.2 Cumulatief kaartbeeld van alle waargenomen potentiële menselijke verstoringsbronnen tijdens de vliegtuigtellingen in 2018. N.B. Op zee betreft dit een steekproef langs transecten en geen integraal verspreidingsbeeld.

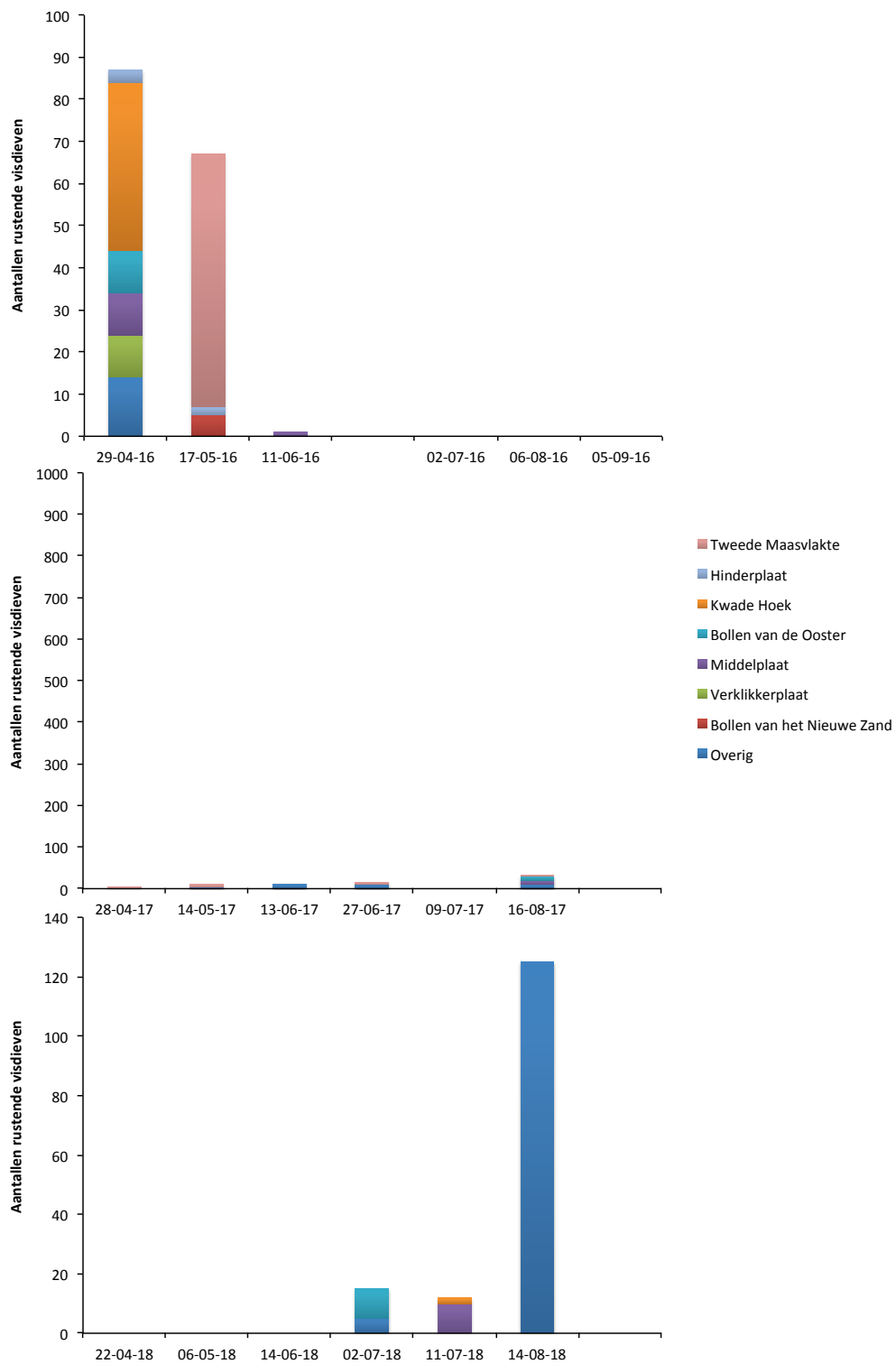
3.6.2 Aantal rustende sterns binnen de Voordelta

Tijdens de vliegtuigtellingen werd op gestandaardiseerde wijze geregistreerd hoeveel rustende sterns er aanwezig zijn op de verschillende stranden en platen (figuur 3.6.2.1). Het gebruik van de verschillende platen varieerde gedurende het broedseizoen. De grootste aantallen rustende grote sterns zaten in 2018 in het voorseizoen voor de eileg en vanaf de tweede week van juli (na het uitvliegen van de jongen) op de platen. Op de Verklikkerplaat en tijdens sommige tellingen ook op de Kwade Hoek, zaten bijna de gehele onderzoeksperiode de grootste aantallen rustende grote sterns, en werden de andere platen onregelmatig gebruikt (figuur 3.6.2.1). Laat in het seizoen (aug/sep) maakten grote sterns tot twee keer toe gebruik van andere gebieden (Bollen van de Ooster in 2016, Maasvlakte in 2018), en met name de aanwezigheid van een grote groep grote sterns in augustus 2018 op een zandtong aan de binnenkant van de Tweede Maasvlakte is opvallend. Juist op de Bollen van de Ooster en de Hinderplaat die voor sterns aangewezen zijn als rustgebieden werden tijdens het broedseizoen slechts kleinere aantallen aangetroffen. Een uitzondering hierop vormde de waarneming tijdens de april- en mei-telling in 2018, waarbij wel redelijke aantallen rustende dieren in beide gebieden werden gezien.

Visdieven maken over het algemeen veel onregelmatiger en in veel lagere aantallen gebruik van de zandplaten voor de kust dan grote sterns (figuur 3.6.2.2). In 2016 waren vooral veel visdieven in het voorseizoen aanwezig, terwijl in 2018 de grootste aantallen in de nazomer op de platen werden geteld.



Figuur 3.6.2.1 Aantallen grote sterns op de verschillende platen en stranden in de Voordelta tijdens vliegtuigtellingen in 2016, 2017 en 2018.



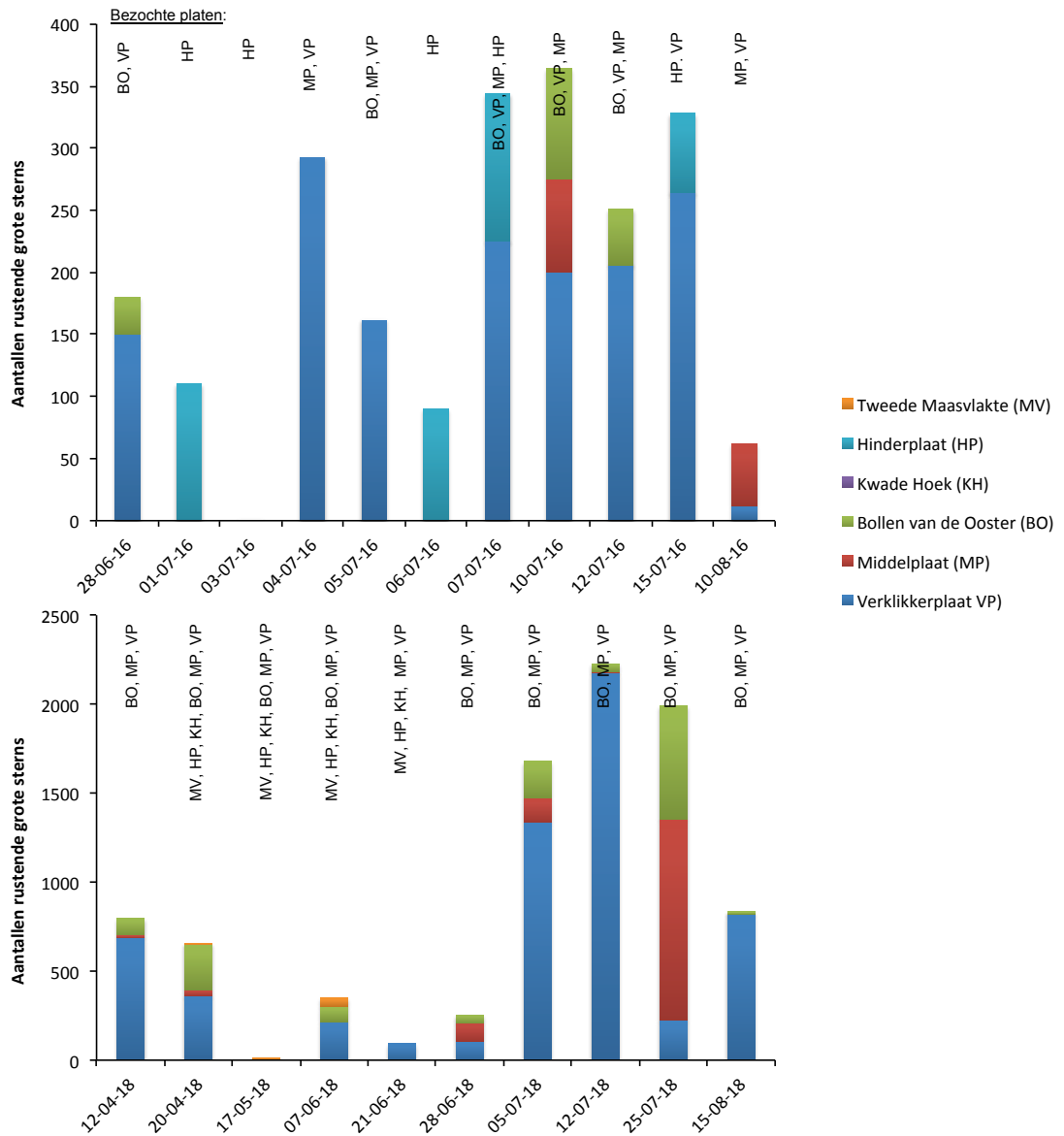
Figuur 3.6.2.2 Aantallen visdieven op de verschillende platen en stranden in de Voordelta tijdens vliegtuigtellingen in 2016, 2017 en 2018.

Aanvullend op de vliegtuigtellingen zijn in 2018 ook bootsurveys gedaan waarbij op gestandaardiseerde wijze is geregistreerd hoeveel rustende sterns er aanwezig zijn op de verschillende stranden en platen. Echter, hierbij is het niet mogelijk om tegelijkertijd in alle gebieden de aantallen sterns vast te leggen. Met name de Hinderplaat is vaak moeilijk te overzien, en is lastig te combineren met gelijktijdig onderzoek op de Verklikkerplaat. De enige oplossing is om gelijktijdig met twee boten actief te zijn, maar dit lag buiten de scope van het huidige onderzoek.

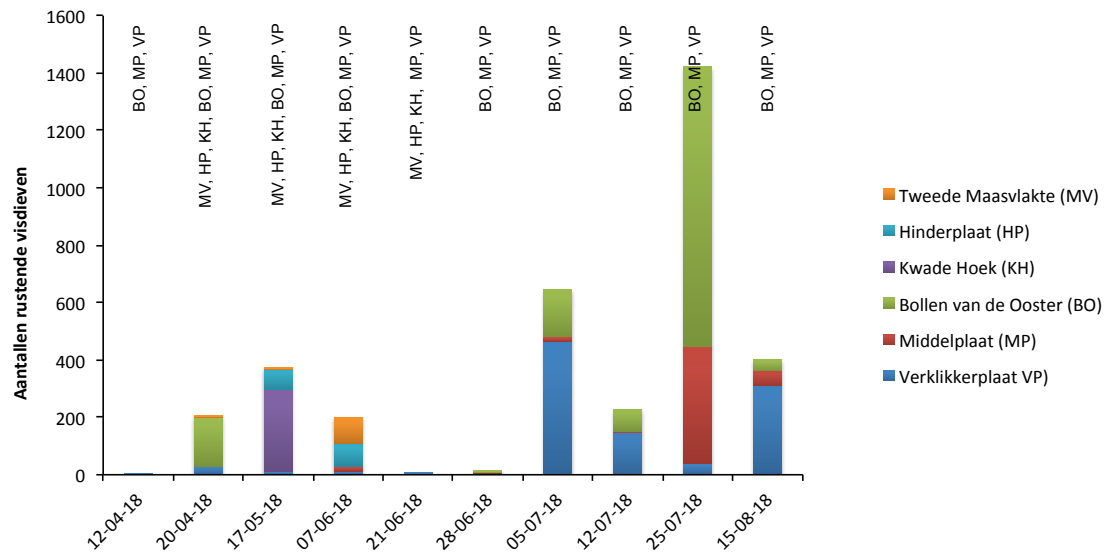
De meeste rustende grote sterns werden op de Verklikkerplaat aangetroffen, met de hoogste aantallen na het uitvliegen van de jongen in de eerste week van juli (figuur 3.6.2.3). In 2015 was het opvallend dat ook de Middelpaat een keer in gebruik was door een groep van enkele honderden grote sterns.

In totaal werden in de Voordelta 38 kleurringen afgelezen in 2018. In totaal 11 van de 38 waarnemingen waren van juveniele grote sterns. De meeste aflezingen kwamen van het Verklikkerstrand (15) en de Kwade Hoek (12), maar ook in het Noordervroon (6) en op de Hooge Platen (3) in de Westerschelde, op de Bollen van de Ooster (1), en op Neeltje Jans (1) werden vogels teruggezien. De meeste aflezingen lijken dus uit de zuidelijke Delta te komen. Echter, op de grote zandplaten in de Noordelijke delta (Hinderplaat, binnenkant Maasvlakte) zijn kleurringen (bijna) niet af te lezen. Het feit dat ook een zeer groot aantal terugmeldingen uit 2018 van de Zandmotor afkomstig is, doet vermoeden dat ook de platen in de noordelijke delta door sterns gebruikt worden.

Al met al bevestigen de waarnemingen in 2018 wederom dat met name in het voor- en naseizoen de platen belangrijk zijn voor lokale broedvogels en waarschijnlijk ook voor doortrekkende grote sterns, maar dat ze tijdens het broedseizoen (mei en juni) relatief weinig gebruikt worden. Voor visdieven lijken de platen voornamelijk in het naseizoen een grote rol te spelen.



Figuur 3.6.2.3 Aantallen rustende grote sterns op de verschillende platen en stranden in de Voordelta tijdens boottellingen in 2016 en 2018. Let op dat niet alle platen bij elk bezoek bezocht konden worden.



Figuur 3.6.2.4 Aantallen rustende visdieren op de verschillende platen en stranden in de Voordelta tijdens boottellingen in 2018. Let op dat niet alle platen bij elk bezoek bezocht konden worden.

4 Discussie en jaarplan 2019

De voorliggende rapportage geeft de resultaten weer van het veldonderzoek dat binnen het Perceel Sterns is uitgevoerd in 2018. Dit was het laatste jaar waarin het uitgebreide kolonie-onderzoek op de agenda stond. Alvorens in 2020 de eindevaluatie van PMR-NCV zal worden opgesteld, worden in 2019 uitsluitend nog gegevens verzameld middels vliegtuigtellingen en kolonietellingen. Uit de gegevens tussen 2009 en 2018 blijkt dat er echter nog een aantal kennislacunes zijn die na invulling een gedegen eindevaluatie mogelijk maken. Hieronder worden deze lacunes gepresenteerd en worden oplossingsrichtingen aangegeven. Deze vormen hierbij een aanzet tot het jaarplan 2019.

Energetische gevolgen van extra vliegtijd door sterns

In 2017 werd middels meerwerk onderzoek gedaan naar de foerageervluchten van visdieven die op het Visdiefeiland in de Slufter broeden. Hieruit bleek dat de adulte vogels vooral gebruik maakten van de noordwestelijke aanvliegroete en dus over de Tweede Maasvlakte moesten vliegen. Op grond van deze gegevens leek het waarschijnlijk dat de aanleg van de Tweede Maasvlakte voor deze kolonie gevolgen heeft gehad voor de energieaanvoer en de kuikenoverleving, omdat ze na de aanleg verder moeten vliegen om in het interessantste foerageergebied te komen. In 2017 werd geschat dat 52 % van de energie over Tweede Maasvlakte werd aangevoerd en dat er onder dezelfde omstandigheden vóór de aanleg tot 15 à 20 % meer voedsel kon worden aangebracht naar de kolonie. In 2018 bleek de route over Tweede Maasvlakte zelfs bijna 90 % van de energie-aanvoer naar de kolonie te representeren. De aanleg van de tweede Maasvlakte heeft dus een potentieel groot effect op deze belangrijke Deltakolonie. Om hun geprefereerde voedselgebieden te bereiken moeten ze verder vliegen en dus is de aanvoerfrequentie afgenomen ten opzichte van de situatie voor de aanleg van Tweede Maasvlakte. Dit heeft mogelijk consequenties voor de groei en de overleving van de kuikens. De impact van de verminderde voedselaanvoer op kuikenconditie en overleving was vooralsnog moeilijk te kwantificeren door de relatief beperkte hoeveelheid data die in de kolonie zelf konden worden verzameld (vanwege beperkte toegankelijkheid van het Sluffereiland is de leeftijdsopbouw en het aantal nog in levende zijnde kuikens op de tussenliggende dagen dat er geen bezoek plaatsvond moeilijk in te schatten). Wat ontbreekt voor een goede inschatting van de impact van Maasvlakte II is kennis over de relatie tussen energieaanvoer en de groei van de kuikens op het niveau van individuele kuikens. Op de Scheelhoek en vroeger in Zeebrugge zijn veel betere gegevens verzameld over de relatie tussen energie-opname en de conditie en de overleving van de kuikens. Door het betrekken van deze gegevens in de metingen van de voedselaanvoer die in 2017 en 2018 werden verzameld kan beter worden ingeschat wat de relevantie is van de verminderde energie-input op de kuikenconditie en de overleving in de kolonies die in de invloedssfeer van de Tweede Maasvlakte liggen. Deze data kunnen in het syntheserapport gebruikt om een antwoord te formuleren op de vraag of het vergroten van de vliegafstand door het aanleggen van Tweede Maasvlakte een effect heeft

gehad op de visdiefkolonies in de invloedssfeer van Tweede Maasvlakte (Functie van de Voordelta voor de visdief).

Een zelfde verhaal geldt mogelijk voor grote sterns die broeden in de noordelijke Delta. Uit de GPS-data blijkt dat het gebied ten noorden van de Nieuwe Waterweg een belangrijk foerageergebied is voor grote sterns. Aangezien ook uit de GPS-data blijkt dat grote sterns niet over de Tweede Maasvlakte heen vliegen heeft ook voor deze vogels de aanleg van de Tweede Maasvlakte ervoor gezorgd dat ze een grotere afstand moeten afleggen tijdens hun foerageertochten dan voorheen. Een doorrekening van de energetische effecten van de extra vliegtijd geeft een antwoord op de vraag of de aanleg van de Tweede Maasvlakte heeft geleid tot hogere energetische kosten voor grote stern ouders, en dus op de hoeveelheid jongen die in de Scheelhoekkolonie zullen uitvliegen.

Habitatmodel grote stern verspreiding

Op basis van de GPS-logger data die zijn verzameld tussen 2012 – 2015 is heel duidelijk te bepalen waar grote sterns foerageren en waar niet. Voor al deze punten zijn omgevingsvariabelen bekend vanuit het Perceel Abiotiek. In 2017 hebben wij een verkennende analyse gedaan naar het optreden van relaties tussen foerageergedrag van grote sterns en bepaalde omgevingsparameters. Een aantal parameters zoals waterdiepte, saliniteit en uur van de dag bleken significant anders te zijn tussen foerageerlocaties en locaties waar vogels alleen vliegen. Echter in de verkennende fase is een heel simpel statistisch model gebruikt om deze relaties te testen. Aan de hand van geavanceerdere methode waarmee ook autocorrelatie tussen punten meegenomen kan worden, is het mogelijk om een habitat-preferentie model te maken waarmee ruimtelijk in kaart gebracht kan worden welke (abiotische) factoren indicatief zijn voor foeragerende grote sterns. Daarmee is het mogelijk om te voorspellen welke gebieden tijdens het broedseizoen het belangrijkste zijn voor grote sterns (belangrijk voor de PKB evaluatie), en ook met terugwerkende kracht hoe dat in de T0 geweest moet zijn in de periode dat geen gegevens verzameld werden. Hierdoor wordt het dus mogelijk om tijdens de eindevaluatie de effecten van de Tweede Maasvlakte beter in te schatten.

Voedselbeschikbaarheid voor sterns in de Delta

Omdat er in het PMR-NCV onderzoek geen gegevens worden verzameld over de beschikbaarheid van pelagische vis in de foerageergebieden moeten we terugvallen op proxy's hiervoor. Adulte vogels zijn minder beperkt in de voedselkeuze voor henzelf dan in de keuzes die ze moeten maken wanneer ze prooien voor hun kuikens vangen (optimal foraging theory). Dus geeft het adulte dieet waarschijnlijk een beter beeld van de reële beschikbaarheid van pelagische vis dan de selectief verzamelde prooien die naar de kuikens worden aangebracht. Door met poepschalen meerdere malen per week feces 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 feces-samples die in de voorgaande onderzoeksjaren werden verzameld kon bijvoorbeeld de aankomst van 'grotere haringachtigen' (het

formaat dat meestal naar de kuikens wordt aangebracht) in de kustwateren vrij nauwkeurig bepaald worden. Deze aankomst bleek sterk te correleren met de zeewatertemperatuur. Ook kan het aanbod aan de verschillende jaarklassen van zandspiering kan op deze manier worden benaderd. Daarnaast laat het uitzoeken van een 'algemeen' feces-monster, dat wordt genomen net voor de kuikens uitkomen, toe om de tijdsreeks die werd opgebouwd tijdens de voorbije 8 jaar te vervolledigen en in de analyses te betrekken. Deze data kunnen in het syntheserapport worden gebruikt als indices voor de relatie tussen het broedsucces en de kwaliteit en kwantiteit van het voedsel voor de grote stern (Functie van de Voordelta voor de grote stern).

Gebruik rustgebieden en kleurringdata

Het instellen van rustgebieden voor sterns is één van de twee maatregelen die getroffen zijn ter compensatie van de effecten van de aanleg van de tweede Maasvlakte. Uit eerder onderzoek in 2016-2018 is gebleken dat sterns met name in het voorseizoen, en vlak na het uitvliegen van jonge sterns gebruik maken van deze platen. Het is echter niet duidelijk of dit vooral lokale dieren zijn of sterns van elders. Voor het beantwoorden van de MEP vragen is het van belang om dit onderscheid te kunnen maken. Wij stellen daarom voor om door middel van een extra afleesinspanning in 2019 van gekleurringde vogels in de Delta de herkomst van sterns beter in kaart te brengen. Bij voorkeur zouden wij dit gaan doen op de verschillende zandplaten (Verklikkerplaat, Middelpaat, Bollen van de Ooster, Hinderplaat) maar ook in de kolonies op de Hooge Platen en de Scheelhoek om beter zicht te krijgen op de overleving van de vogels die binnen PMR-NCV in privé-tijd zijn geringd door de medewerkers van BuWa, INBO en DPM. Deze ringgegevens hebben een schat aan terugmeldingen opgeleverd.

5 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., Anderson, D.R., Burnham, K.P. & Laake, J.L. 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 Dieet adulte grote sterns

I.1 Inleiding

Aangezien in het PMR-NCV onderzoek geen gegevens worden verzameld over het aanbod aan pelagische vis dat beschikbaar is in de bovenste laag van de waterkolom in de zeegebied van de Voordelta moeten we terugvallen op proxy's voor het voedselaanbod om o.a. de conditie van de oudervogels, het broedsucces en de kuikenconditie in perspectief te kunnen plaatsen.

Adulte vogels zijn minder beperkt in de keuze voor hun eigen voedsel dan in de keuzes die ze moeten maken wanneer ze prooien voor hun kuikens vangen (optimal foraging theory). Het adulte dieet geeft daardoor potentieel 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 nauwkeurig beeld van de veranderingen in hun voedselkeuze 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 bepaald worden. Ook de aanwezigheid van de verschillende jaarklassen van zandspiering kan op deze manier worden bepaald.

Voor 2017 waren de gegevens weliswaar verzameld maar nog niet volledig uitgewerkt. In deze bijlage worden de volledige resultaten kort besproken. De verwerkte gegevens kunnen vervolgens worden gebruikt om correlatieve verbanden te leggen met gemeten fitness-parameters (broedsucces, kuikenconditie etc.) van grote sterns in het Deltagebied.

I.2 Materiaal en methoden

Tijdens het broeden defaeceren grote sterns net naast het nest waardoor na verloop van tijd een laag opgehoopte uitwerpselen ontstaat. Hierin zitten resten van het dieet van de adulte vogels. Op 26 mei 2017 werd de laag uitwerpselen rond een 20-tal nesten in de kolonie grote sterns op de Scheelhoek verzameld, net voor het uitkomen van de eieren. Op basis van deze monsters wordt een algemeen beeld verkregen van het adulte dieet tijdens het bebroeden van de eieren, dit laat bovendien toe te vergelijken met de tijdsreeks opgebouwd tijdens het volledige PMR-project (2009-2017). In beide kolonies werden ook schalen tussen de nesten gezet die elke 3 à 4 dagen werden geleegd en teruggeplaatst. Doordat bij deze methode de precieze periode is gekend waarin de faeces werden geproduceerd laat ze toe de temporele veranderingen in het adulte dieet te bepalen. De monsters werden onmiddellijk ingevroren en na het veldseizoen verwerkt volgens het protocol beschreven in Courtens *et al.* (2017). De gevonden otolieten werden op het laagst mogelijke

taxonomische niveau gedetermineerd en gemeten. De vislengtes werden van deze metingen afgeleid aan de hand van volgende formules:

Haring	<i>Clupea harengus</i>	$TL = (0.000006501 \cdot OW^2) - (0.0007996 \cdot OW) + 3.072$	($R^2 = 0.94$, $n = 339$)
Sprot	<i>Sprattus sprattus</i>	$TL = (0.000004093 \cdot OW^2) + (0.003965 \cdot OW) + 1.367$	($R^2 = 0.94$, $n = 209$)
Clupeid sp.	<i>Clupeidae sp.</i>	$TL = (0.000005315 \cdot OW^2) + (0.001355 \cdot OW) + 2.353$	($R^2 = 0.93$, $n = 548$)
Sandeel sp.	<i>Ammodytidae sp.</i>	$TL = (-0.000000007322 \cdot OW^3) + (0.00002385 \cdot OW^2) - (0.01208 \cdot OW) + 6.205$	($R^2 = 0.92$, $n = 206$)

met TL = totale vislengte (cm) en OW = breedte otoliet (μm). Dit zijn iets andere formules dan in de vorige rapportages omdat ze gebaseerd zijn op een veel uitgebreidere set aan referentieotolieten. De berekende TL wijkt over het algemeen slechts licht af van deze in de vorige rapporten. De gegevens van de voorbije jaren werden eveneens herberekend aan de hand van deze nieuwe regressies.

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

Tabel 1.1 Aantal sagittale otolieten en Nereis-kaken in de algemene samples (2009-2017) en schalen-samples (2013-2018) van faeces van adulte grote sterns per onderzochte kolonie.

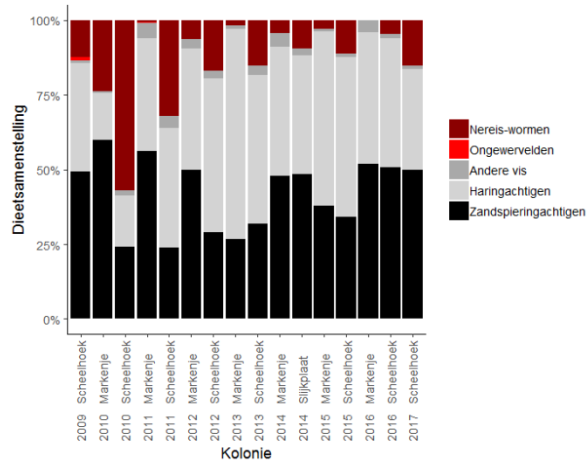
Kolonie	jaar	algemeen sample		schalen	
		n sagittale otolieten	n Nereis kaken	n sagittale otolieten	n Nereis kaken
Scheelhoek	2009	370	53		
	2010	638	846		
	2012	505	102		
	2013	611	104	4.100	212
	2015	269	34	4.157	223
	2016	470	22	4.551	873
	2017	841	150	4.692	543
	2018	NNG	NNG	515	38
Slijkplaat	2014	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

I.3 Resultaten

I.3.1 Algemeen sample: soortsamenstelling en lengtefrequentie

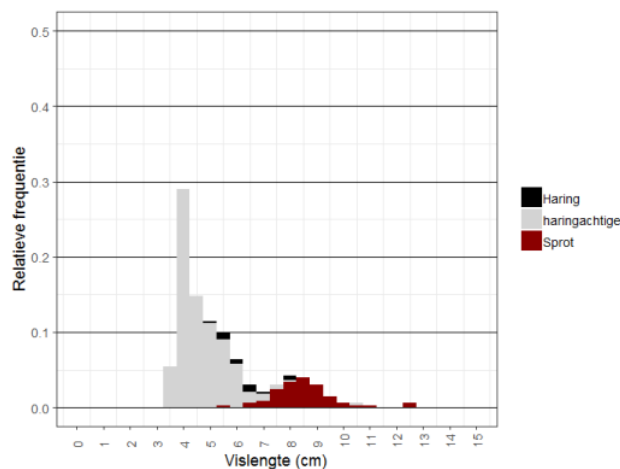
De samenstelling van het faeces-monster dat jaarlijks net voor het uitkomen van de eieren werd verzameld wordt voor alle onderzochte kolonies weergegeven in Figuur

I.1. In 2017 werden in totaal 991 prooiresten gevonden: 33.7 % haringachtigen (n = 334), 49.9 % zandspieringachtigen (n = 495), 15.1 % Nereis-wormen (n=150) en 0.1 % andere vissen (n = 12). Wanneer Nereis-wormen en andere vis buiten beschouwing worden gelaten, is dit het laagste percentage haringachtigen (39.7 %) dat tijdens de onderzoeksjaren in het algemene sample werd gevonden.



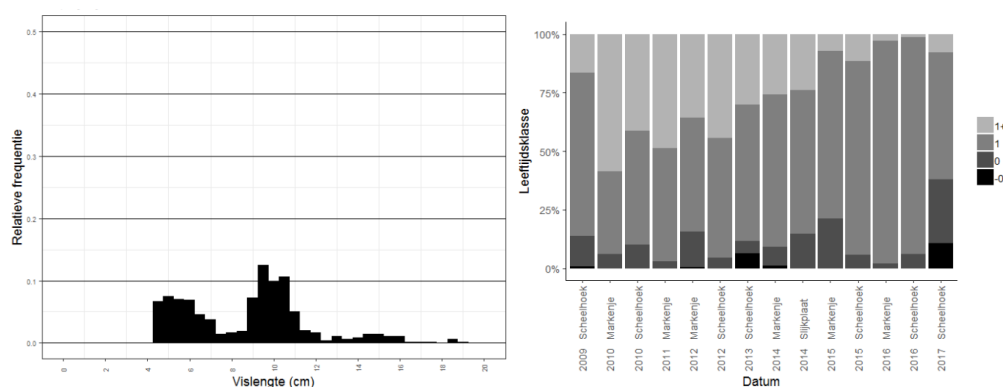
Figuur I.1 Procentuele soortensamenstelling van het dieet van adulte grote sterns (gebaseerd op het totale aantal otolieten voor vissoorten en het aantal kaken voor Nereis-wormen) voor alle onderzochte kolonies (2009-2017).

Figuur I.2 geeft de lengteverdeling van de haringachtigen op het laagst onderscheidbare taxonomische niveau. De gemiddelde lengte van de haringachtigen die in 2017 werden gevonden in het dieet op de Scheelhoek was 5.4 ± 1.8 cm (n = 331) wat de hoogste waarde is voor de Scheelhoek in de periode 2009-2017. De belangrijkste reden hiervoor is de aanwezigheid van een relatief hoog percentage (17.8 %) grotere sprot in het adulte dieet. De gemiddelde TL van (geïdentificeerde) prot was 8.5 ± 1.3 cm (n = 59).



Figuur I.2 Relatieve lengtefrequentieverdeling van haringachtigen (op het laagst gedetermineerde taxonomische niveau) in het adulte dieet gebaseerd op de monsternamen voor de eieren uitkwamen (26/5/2017) voor de Scheelhoek.

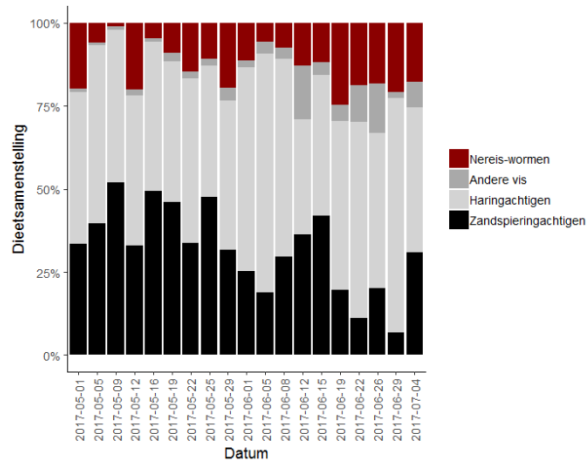
Figuur I.3 (links) geeft de lengteverdeling van de zandspieringachtigen in het algemene monster van de Scheelhoek weer. Drie groepen zijn te onderscheiden: 4.5-8 cm, 8-13 cm en >13 cm. Deze komen overeen met 0-groep, 1-groep en oudere zandspieringen. De gemiddelde lengte van de zandspieringen in het dieet van adulte grote sterns op de Scheelhoek was 8.8 ± 3.0 mm ($n = 480$). Dit is de kleinste gemiddelde lengte sinds de start van het onderzoek. De reden hiervoor is de verhoogde aanwezigheid van 0-groep zandspieringen in het dieet. Dit is te zien in Figuur I.3 (rechts) die de leeftijdsclassen van de zandspieringachtigen in het dieet weergeven (gebaseerd op duidelijke pieken en dalen in de frequentiediagrammen van de otolietbreedte van de zandspieringachtigen en waar mogelijk geverifieerd met kenmerken van de otolieten zelf). 0-Groep zandspieringen waren goed voor 37.9 %, het hoogste percentage tijdens de onderzoeksjaren. Het komt zelden voor dat er in de Delta binnen de 0-groep zandspieringen een sterk contingent erg kleine exemplaren aanwezig is (hier 'groep -0' genoemd met een OW <475 μm , overeenkomstig met een TL van 51 mm). Dit was behalve in 2017 eerder alleen in 2013 het geval. Voor alle jaren (Figuur I.3 rechts) zien we dat de 1-groep zandspieringen in de loop van het onderzoek relatief gezien sterk in abundantie zijn toegenomen in het dieet. Oudere zandspieringachtigen worden dan weer verhoudingsgewijs veel minder aangetroffen.



Figuur I.3 Links: Relatieve lengtefrequentieverdeling van zandspieringachtigen in het adulte dieet gebaseerd op de monsternamenet voor de eieren uitkwamen (26/5/17) voor de Scheelhoek in 2017. Rechts: Procentueel voorkomen van de verschillende onderscheiden leeftijdsclassen van zandspieringen in het adulte dieet van grote sterns in alle kolonies waar een algemeen monster werd genomen.

I.3.1 Schalen-samples: soortsamenstelling en lengtefrequentie

Figuur I.4 geeft de procentuele soortsamenstelling van het adulte dieet van grote sterns op de Scheelhoek weer in de loop van het broedseizoen 2017. Deze laat een enigszins ander beeld zien dan in de voorgaande jaren met procentueel veel minder zandspieringachtigen in mei. Opvallend is ook het vrij hoge percentage Nereis-wormen dat gedurende het volledige broedseizoen in het dieet werd aangetroffen.



Figuur 1.4 Variatie in de procentuele soortsaamenstelling van het dieet van adulte grote sterns (gebaseerd op het totale aantal otolieten voor vissoorten en het aantal kaken voor Nereis-wormen) in de loop van het broedseizoen op de Scheelhoek in 2017.

Haringachtigen

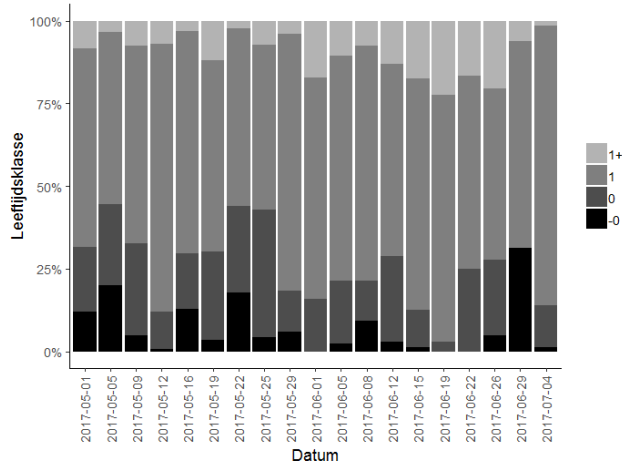
In Addendum I zijn alle lengtefrequentieverdelingen per monsternamen voor de haringachtigen opgenomen. Deze laten de verandering in lengte en soortsaamenstelling zien in de loop van het broedseizoen. Tot halweg mei bestond de bulk van de haringachtigen uit erg kleine individuen (35-50 mm). De otolieten van deze individuen zijn heel klein (<500 µm), relatief afgerond van vorm en hebben geen duidelijke sulcus waardoor ze met de huidige kennis meestal niet op soortniveau te determineren zijn. In de tweede helft van mei kwam hier een tweede type larvale haringachtigen bij (niet onderscheiden in de grafieken) waarvan de otolieten wat groter zijn (>500 µm), met een meer uitgesproken vorm en een duidelijkere sulcus. Mogelijk zijn dit larvale haringen van een andere, iets vroeger kuit schietende populatie maar meer onderzoek is nodig om dit te verifiëren. Dit type haringachtigen bleven tot het einde van het seizoen in het dieet aanwezig. Vanaf 19/5/2019 werden ook sprotten van 65-110 mm in het dieet aangetroffen en vanaf juli werd ook relatief veel jongere sprot gevonden. Zoals in de meeste jaren bestond het merendeel van de grotere haringachtigen (>7.5 cm) in het adulte dieet uit sprotten.

Zandspierungachtigen

In het Deltagebied komen drie soorten zandspierungen voor: kleine zandspierung *Ammodytes tobianus*, noorse zandspierung *A. marinus* en smelt *Hyperoplus lanceolatus*. Deze zijn momenteel op basis van de otolieten niet met zekerheid te onderscheiden en worden hier dan ook samen behandeld als 'Zandspierung sp.'

Voor elk monster werden relatieve lengtefrequentie-grafieken van de otolietbreedtes gemaakt die vervolgens visueel werden ingedeeld in leeftijdsklassen. De klassegrenzen voor 2017 werden op 475, 775 en 1175 µm gelegd, wat overeenkomt met een TL van respectievelijk 51, 78 en 131 mm. Figuur 1.5 geeft voor alle monsters het procentueel voorkomen van de verschillende leeftijdsklassen weer. Hieruit blijkt dat 0-groep zandspierungen tijdens het volledige broedseizoen sterk vertegenwoordigd waren in het adulte dieet. Vanaf eind mei (dus na het nemen van het algemene

monster) werden er relatief veel groep 1+ zandspieringen in het dieet aangetroffen. Dit blijkt ook uit Addendum II waar de lengtefrequentieverdelingen voor TL voor de zandspieringachtigen worden weergegeven.

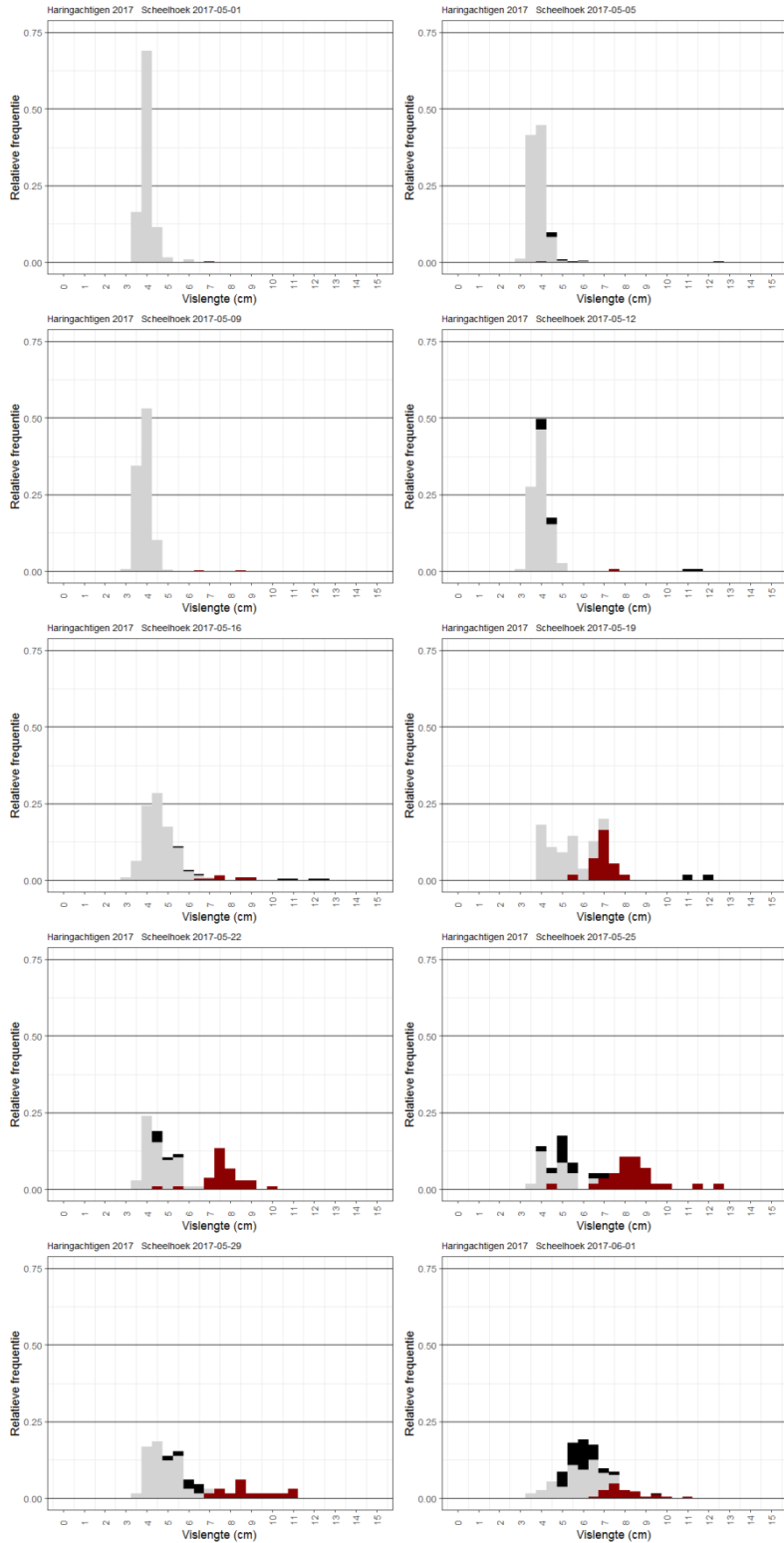


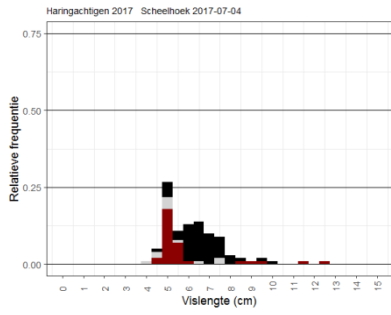
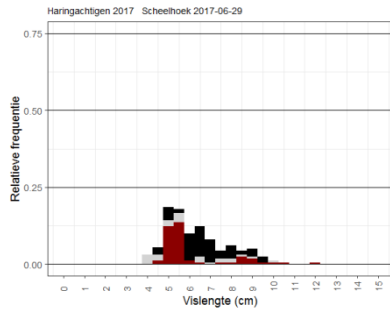
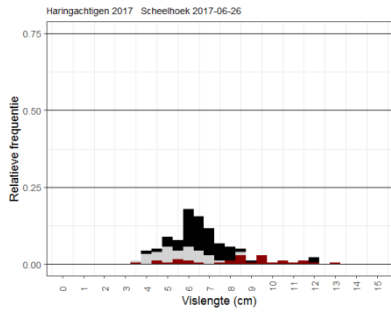
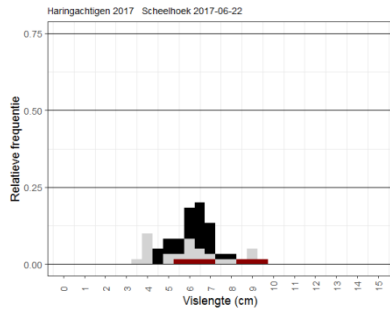
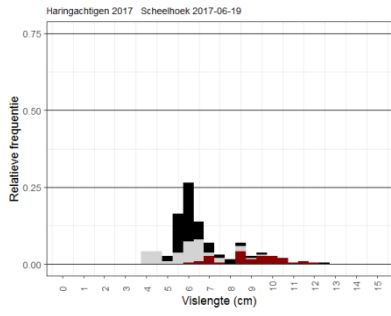
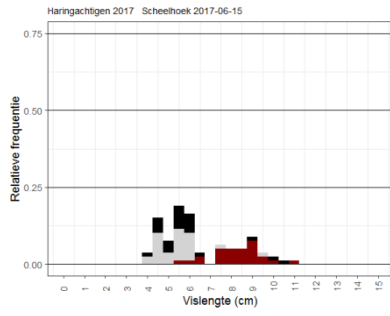
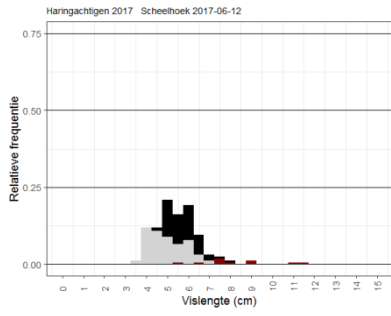
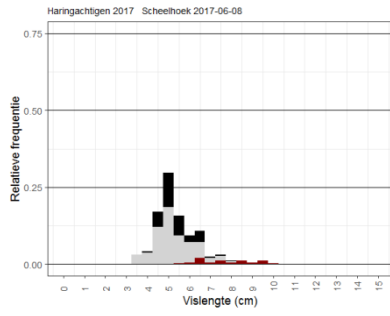
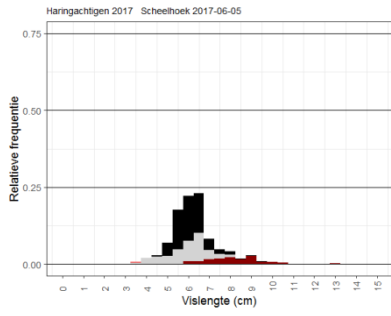
Figuur I.5 Procentueel voorkomen van de verschillende onderscheiden leeftijdsklassen van zandspieringen in het adulte dieet van grote sterns in de loop van het broedseizoen 2017 op de Scheelhoek.

I.4 Referenties

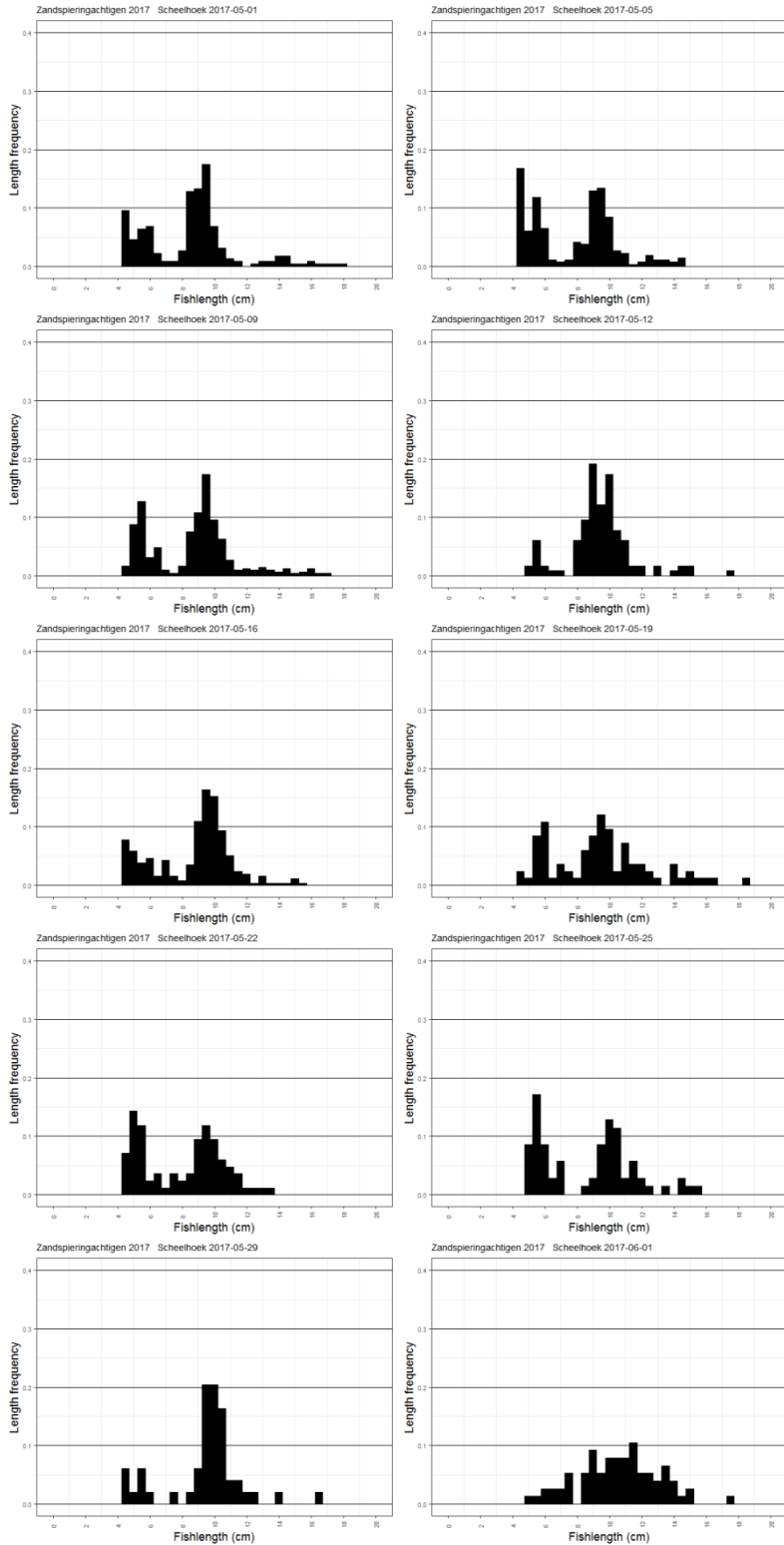
Courtens, W., H. Verstraete, N. Vanermen, M. Van de walle & E.W.M. Stienen, 2017. Faecal samples reveal the diet of breeding adult Sandwich terns *Thalasseus sandvicensis* in Belgium and the southern part of the Netherlands. *Journal of Sea Research* 127: 182-193.

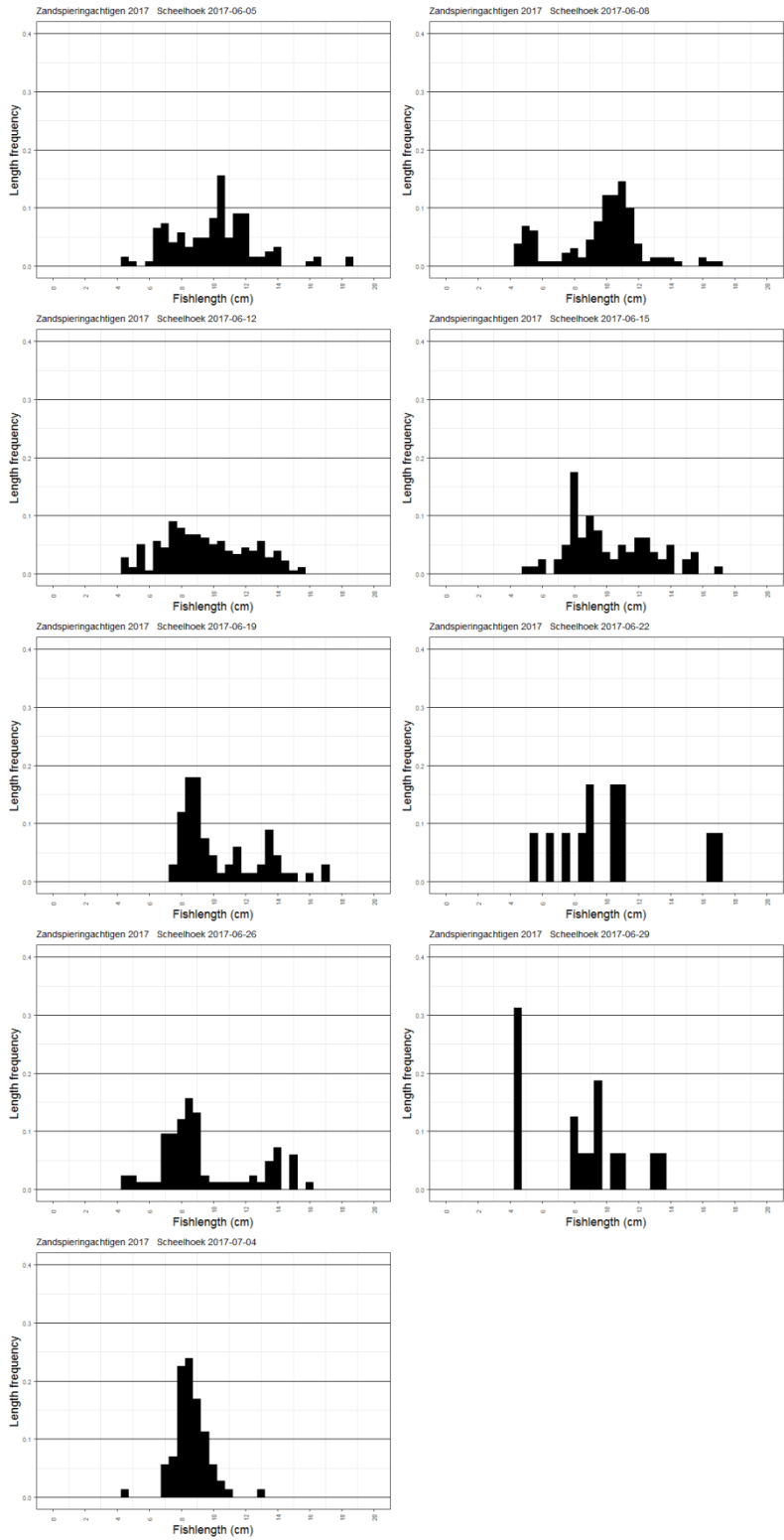
ADDENDUM I: Relatieve lengteverdeling van de haringachtigen in het adult dieet van grote stern op de Scheelhoek in 2017. Grijs = haringachtigen, zwart = haring en donkerrood = sprot.





ADDENDUM II: Relatieve lengteverdeling van de zandspieringachtigen in het adult dieet van grote stern op de Scheelhoek in 2017.





II 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 verzamelende adulte vogels, en vlak na het uitvliegen van jonge sterns uit de kolonies gebruikt door grote sterns.

Juvenile vogels lijken tamelijk snel met hun ouders uit de Voordelta verdwijnen in noordelijke richting (Jaarrapport 2017). Relatief snel na het uitvliegen begin juli tot ver in september worden onder andere in De Putten (Petten, Noord Holland), op Texel en zelfs tot in Denemarken gedurende langere tijd kuikens uit de Delta-kolonies gezien. De verblijftijd in de Delta is echter wel van belang binnen de kaders van PMR-NCV, omdat het precies deze periode is dat deze vogels mogelijk gebruik maken van de ingestelde rustgebieden.

Waarom grote sterns met kuikens relatief snel de Delta verlaten is onbekend, maar het is aannemelijk dat de voedselsituatie in de noordelijke gebieden na het broedseizoen gunstiger is dan in de Delta en meer zuidelijk van de geboortegrond. Als dit zo is kan verwacht worden dat de condities van de jonge vogels die noordelijk trekken verschilt van deze die in de Delta blijven of meteen zuidwaarts migreren. Het zou bijvoorbeeld kunnen dat de vogels die onmiddellijk naar het zuiden vliegen in betere conditie zijn dan deze die eerst naar het noorden vliegen omdat ze reeds voldoende energiereserves hebben om meteen de zuidwaartse trek aan te vatten. Andersom zou het kunnen dat vogels die eerst noordwaarts vliegen in betere conditie zijn omdat ze blijkbaar voldoende energiereserves hebben om een (op het eerste zicht 'overbodige') omweg te maken om van eventuele betere voedselcondities daar te profiteren.

Van een heel aantal van de gekleurde jongen is de conditie bekend bij het uitvliegen. In deze module hebben we proberen te achterhalen of er een relatie is tussen conditie en dispersiegedrag.

2 Methode

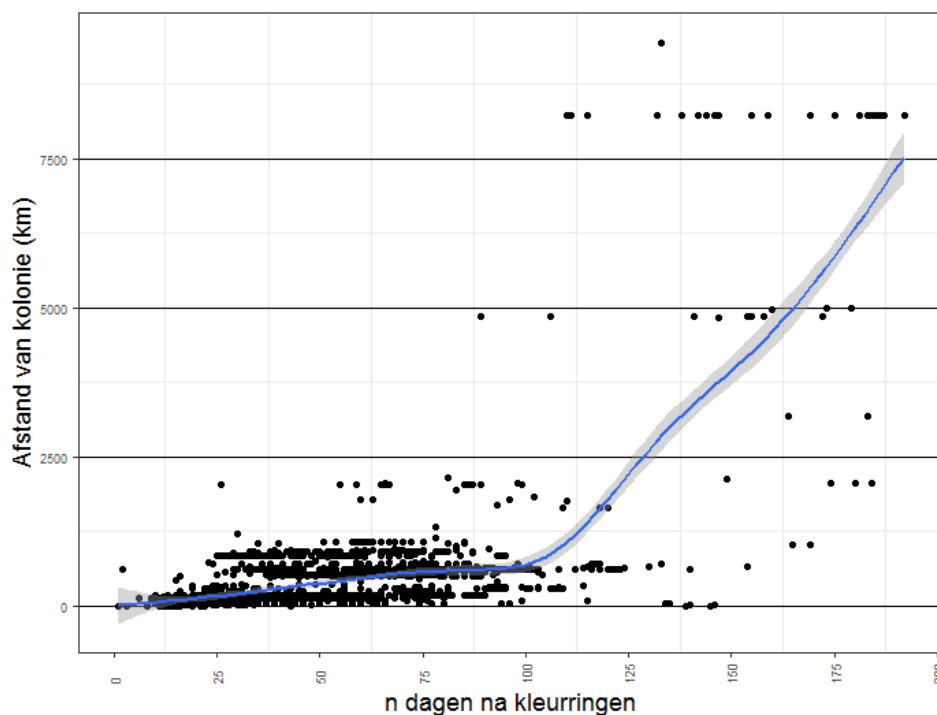
Sinds 2010 worden grote sterns in de Delta individueel gekleurde door de Ringgroep Delta (DPM, INBO, BUWA) in privé-tijd. Deze individuele vogels worden veelvuldig afgelezen en teruggemeld van diverse plaatsen langs de Oost-Atlantische Flyway en in de geboortekolonie. Al deze meldingen worden verzameld en verwerkt in een database. In totaal werden 2.518 ringen aangebracht in de periode 2010-2018 (tabel II.1). Van de 2.314 pulli die van een kleurring voorzien waren werden tot 20/12/2018 6.803 terugmeldingen ontvangen. Een totaal van 1.117 individuele vogels

werden teruggemeld in het jaar waarin het kuiken werd gekleuringd met in totaal 2.234 teruggemeldingen.

De eerste drie maanden na het ringen verbleven de meeste jonge grote sterns binnen een afstand van ongeveer 2.000 km van de kolonie, pas daarna werden ze verder op de trekroute teruggemeld (Figuur II.1). Omdat we vooral geïnteresseerd zijn in de bewegingen kort na het verlaten van de kolonie (en niet in de overwinteringsgebieden) werden alleen de teruggemeldingen van de eerste 100 dagen na het ringen en binnen de 2500 km van de kolonie geanalyseerd.

Tabel II.1 Ring inspanning over de verschillende jaren.

Jaar	Adult			Totaal	Juvéníel			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
2018	25				364			
Totalen	176	0	28	204	1.979	281	298	2.518



Figuur II.1 Afstand tussen de kolonie en plaats van de teruggemelding in relatie tot de tijd verstreken sinds het moment van kleurringen. De blauwe lijn geeft de LOESS-smoother door de data weer met het 95 % betrouwbaarheidsinterval (grijs vlak).

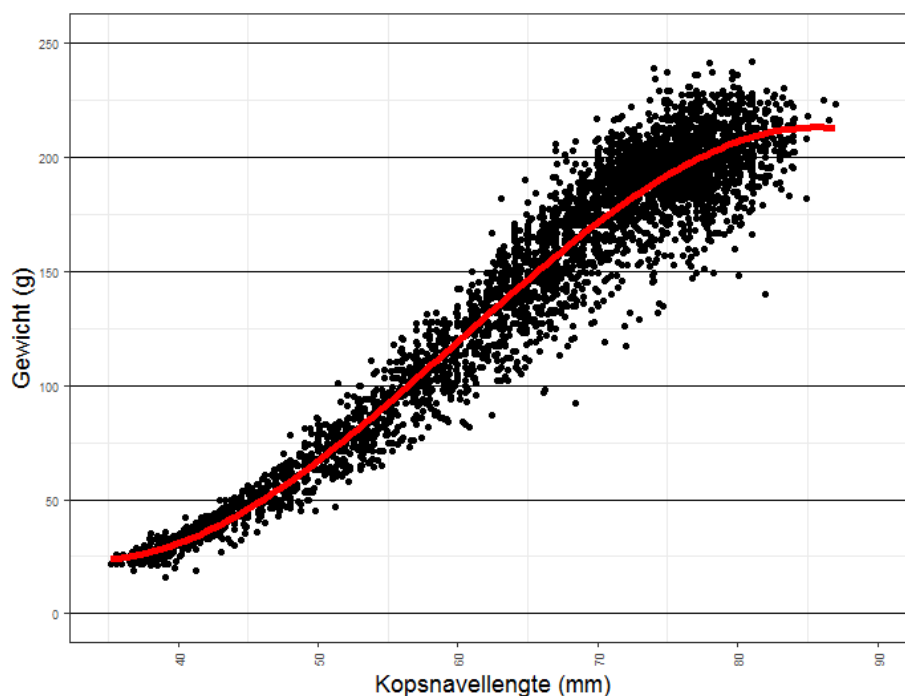
Tijdens het koloniewerk wordt van ieder grote sternkuiken in de enclosures elke twee tot drie dagen de kopsnavellengte en het gewicht bepaald. Van de kuikens die vlak voor het uitvliegen werden gekleurd werden deze parameters eenmalig bepaald. De relatie tussen deze beide variabelen vormt een betrouwbare en leeftijdsonafhankelijke maat voor de conditie van de kuikens. Als referentiewaarde werd het gemiddelde gewicht voor een bepaalde kopsnavellengte (afgerond naar gehele millimeters) van alle vliegvlug geworden kuikens in de enclosures en de random geringde kuikens (waarbij wordt verondersteld dat deze zijn uitgevlogen als ze later niet dood werden teruggevonden in de kolonie) in alle onderzochte kolonies in de periode 2012-2018 gebruikt (BM_{expect} , $n=4038$). Door deze gemiddelden werd een derdegraads polynoom gefit (Figuur II.2):

$$BM_{\text{expect}} = -0.002732 * KSL^3 + 0.4903 * KSL^2 - 23.84 * KSL + 374.7$$

met KSL = kopsnavellengte in mm.

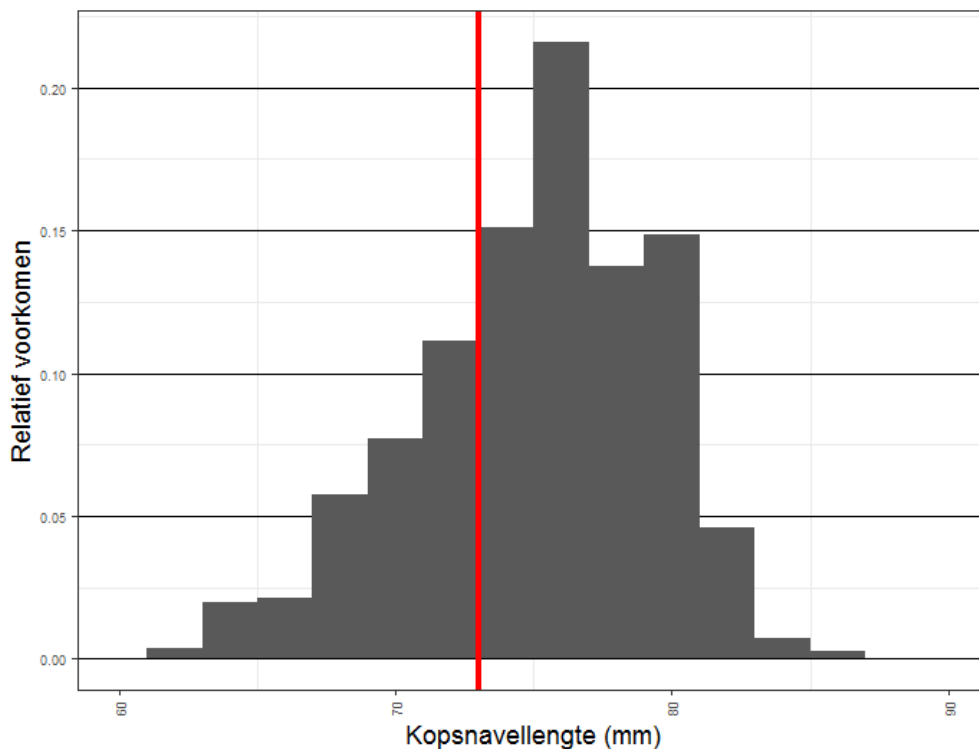
Voor alle kuikengewichten werd de conditie-index (in %) als volgt berekend, waarbij BM het gemeten lichaamsgewicht is:

$$\text{Conditie} = ((BM/BM_{\text{expect}}) - 1) * 100$$



Figuur II.2 Kopsnavellengte (mm) in relatie tot gewicht (g) voor alle vliegvlug geworden kuikens van grote stern in alle onderzochte kolonies in de periode 2012-2018 ($n=4038$) met de gefitte relatie die het verwachte gewicht voor een bepaalde kopsnavellengte weergeeft (BM_{expect}). De groene pijl geeft ter illustratie voor één datapunt de (in dit geval negatieve) afwijking van de gemeten waarde ten opzichte van de verwachte waarde weer.

De verdeling van de kopsnavellengtes van de 449 individuen die hieraan voldoen wordt gegeven in figuur II.3. Grote sterns in de enclosures worden als vliegvlug beschouwd wanneer ze een vleugellengte van meer dan 200 mm hebben. Gemiddeld komt dit overeen met een leeftijd van 30 dagen en een kopsnavellengte van 79 mm. Om te voorkomen dat er een te grote tijdsparre was tussen de laatste conditiemeting en het moment van uitvliegen werden voor de verdere analyse alleen kuikens gebruikt die bij de laatste meting 23 dagen of ouder waren (gebaseerd op een gemiddelde kopsnavellengte van 73 mm).

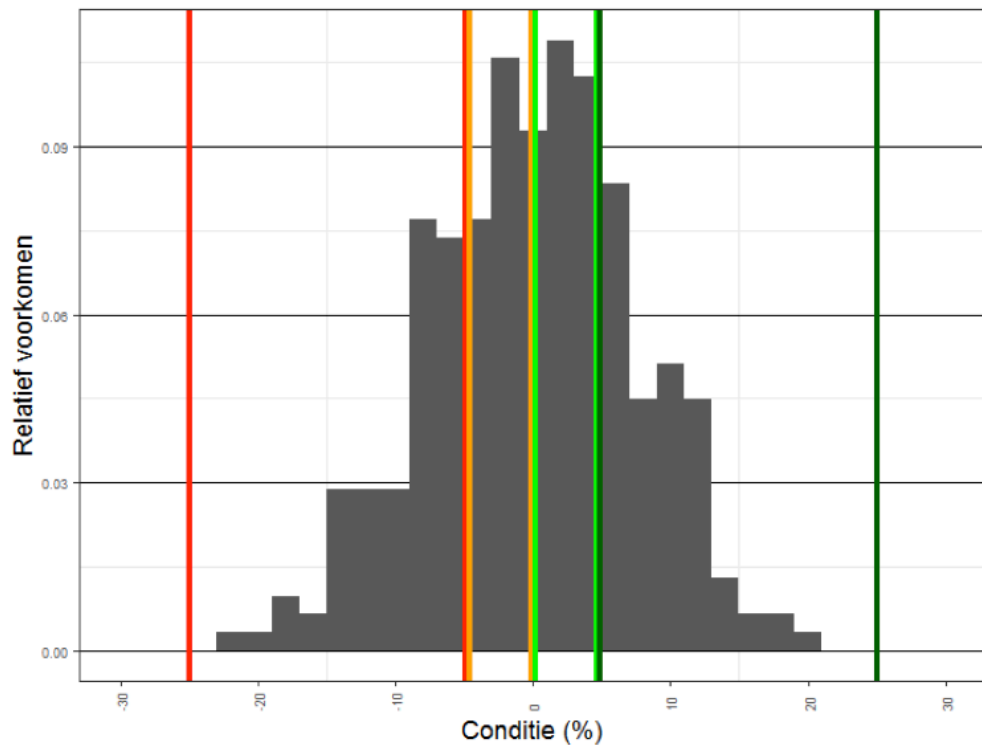


Figuur II.3 Relatieve verdeling van de kopsnavellengtes (in klassen van 2 mm) van de kuikens van grote stern waarvan minstens één conditiemeting werd gedaan en die minstens eenmaal werden teruggemeld in het jaar waarin ze werden geringd. Alleen vogels met een kopsnavellengte groter dan 73 mm (rode lijn) werden weerhouden voor de analyse

De dispersierichting (gebaseerd op de locatie van de terugmeldingen) van deze individuen werd in drie zones onderverdeeld, namelijk: zuidelijk (alles ten zuiden van 51.5° NB), noordelijk (alles ten noorden van 52° NB) en Deltagebied (alles tussen 51.5° NB en 52° NB). Om scheeftrekking door vogels die verschillende keren werden teruggemeld te voorkomen, werd voor elk van de dispersierichtingen voor iedere individuele vogel de terugmelding op de grootste afstand van de kolonie gebruikt voor de analyse. Uiteindelijk bleven zo 312 terugmeldingsgegevens van evenveel verschillende vogels over voor de analyse.

De condities van deze vogels werden verdeeld in 'zeer slechte conditie' (< -5 %; n=81), 'slechte conditie' (-5 tot 0 %; n=71), 'goede conditie' (0 tot 5 %; n=81) en 'zeer

goede conditie' (>5 %, n=79), Figuur II.4. De beschouwde periode van 100 dagen werd voor de analyse opgedeeld in vier blokken van 25 dagen zodat getest kan worden of er een verschil in de tijd kan worden gevonden.

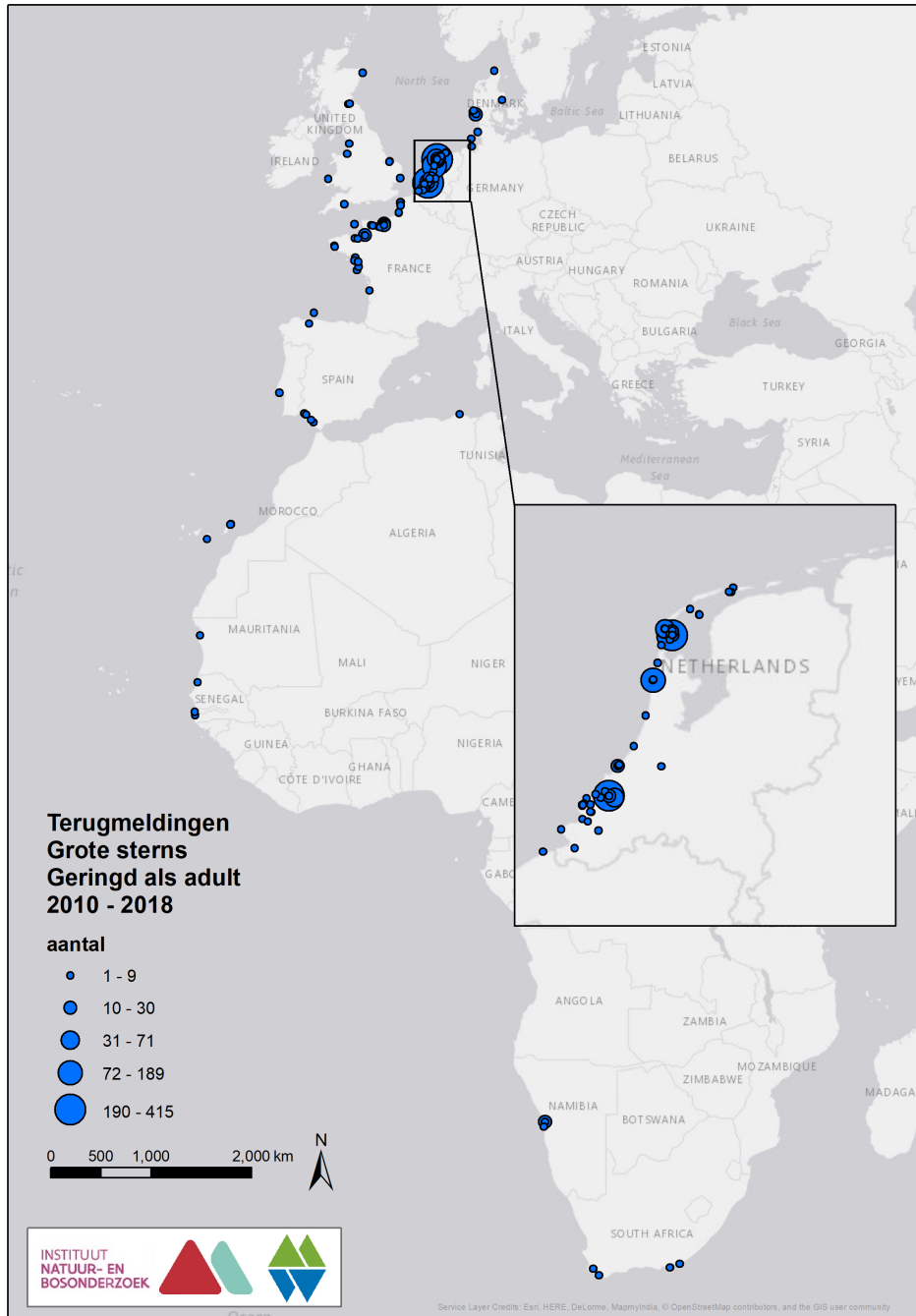


Figuur II.4 Relatieve verdeling van de conditie van de kuikens van gekleurde grote sterns voor het uitvliegen met aanduiding van de verschillende categorieën. Rood = 'zeer slecht', oranje = 'slecht', lichtgroen = 'goed' en donkergroen = 'zeer goed'.

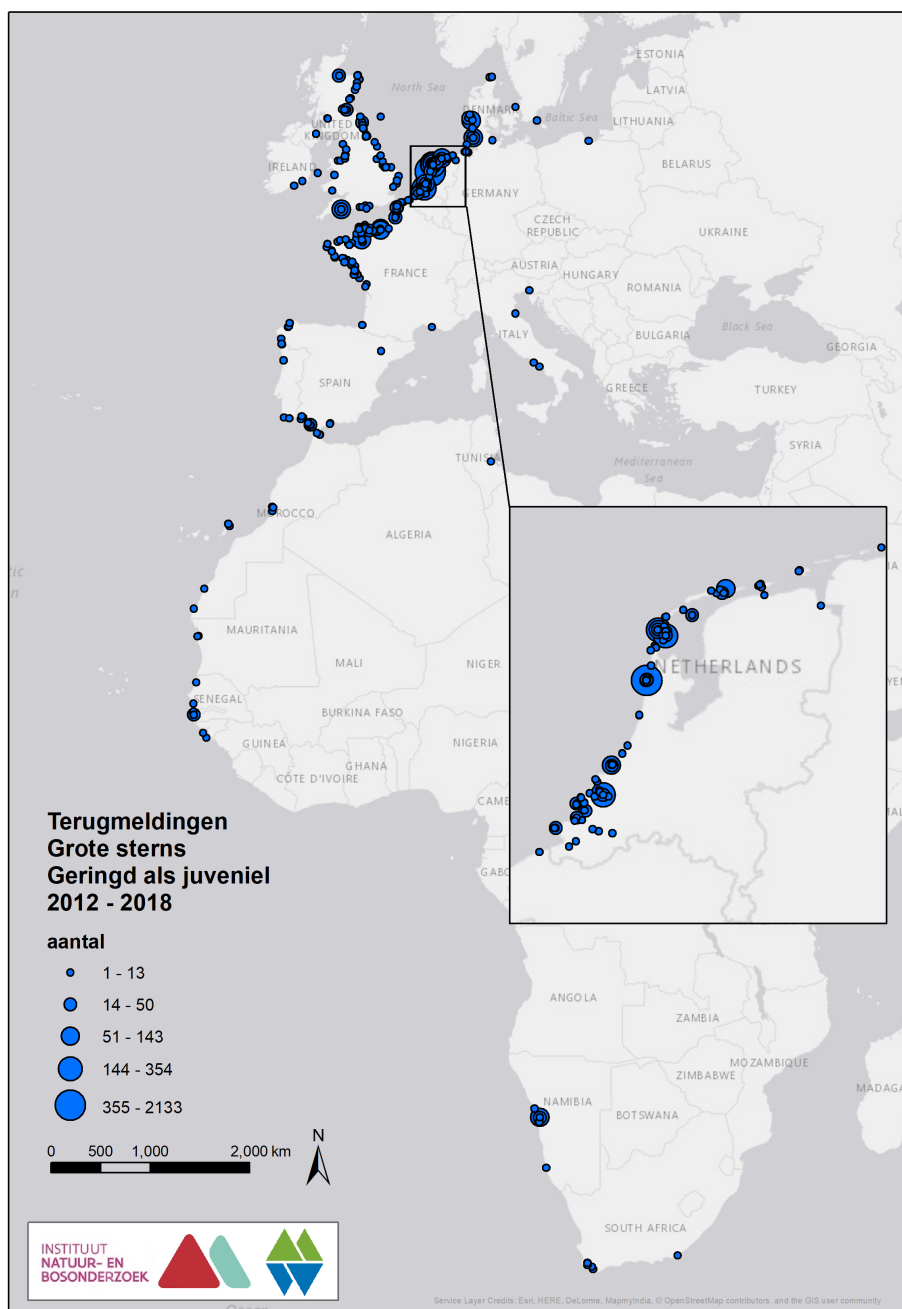
3 Resultaten

Dispersiepatronen na het broedseizoen

Terugmeldingen van grote sterns komen uit zeer veel verschillende locaties in zowel Nederland als ook in 21 andere landen (figuur II.5 en II.6). 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 dan 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. Opvallend is verder dat grote sterns uit het Deltagebied ook in de Middelandse Zee en de Adriatische Zee aanwezig blijken te zijn. Verder lijkt er een gat te zijn tussen de terugmeldingen uit Guinee-Bissau en Namibië. Dit is waarschijnlijk het gevolg van de beperkte waarneeminspanning in deze landen, omdat in de database van de metaalringen wel terugmeldingen zijn uit landen als Sierra Leone, Ivoorkust, Ghana, Equatoriaal Guinee en Angola.



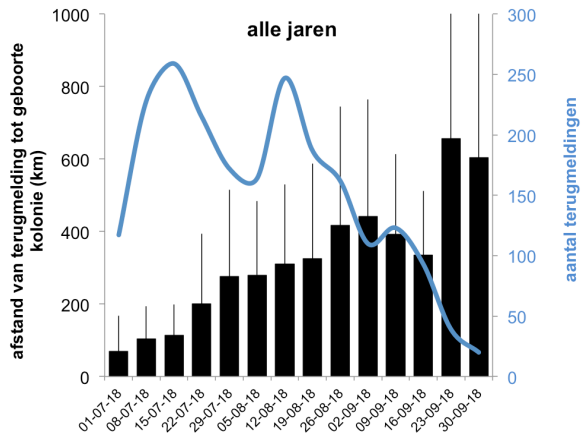
Figuur II.5 Verspreiding van terugmeldingen van als adult geringde grote sterns.



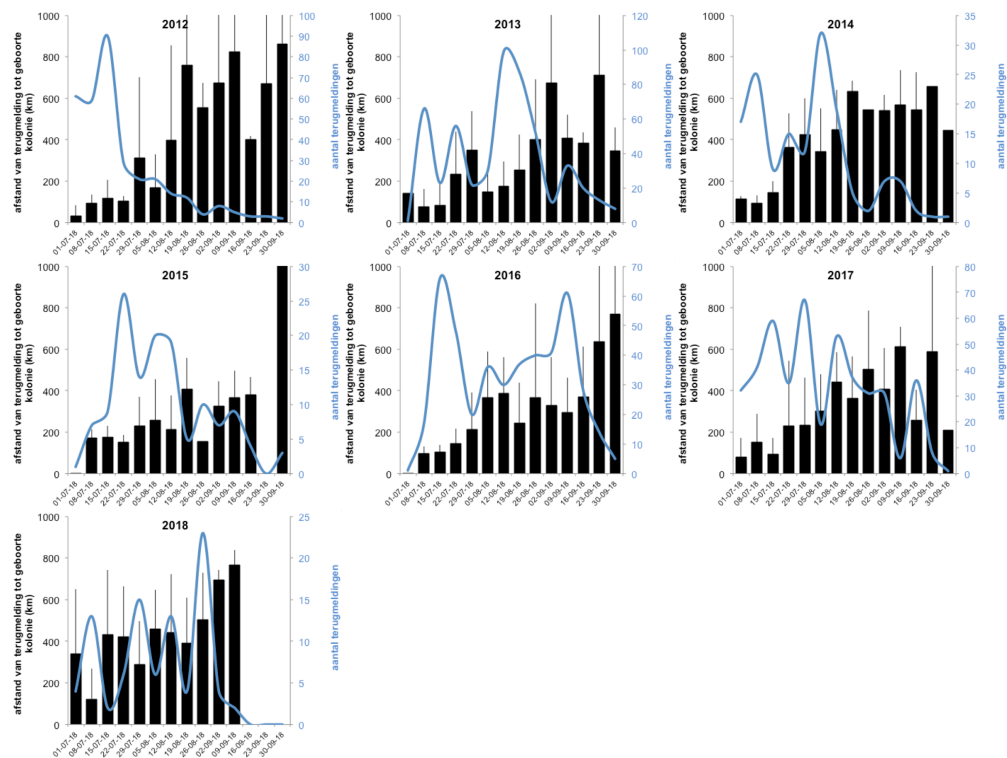
Figuur II.6 Verspreiding van terugmeldingen van als juveniel geringde grote stern.

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), 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 $68 \pm 99,5$ (N = 117) km (figuur II.7). En op enkele details na is dit verloop niet wezenlijk anders als we de jaren afzonderlijk beschouwen (figuur II.8). Opvallend is in deze figuren dat het aantal terugmeldingen per jaar sterk kan verschillen, zie de indelingen van de tweede y-assen. Daarnaast bleek met name in 2018 de wegtrek zeer snel te zijn met bijna geen terugmeldingen uit het Deltagebied.

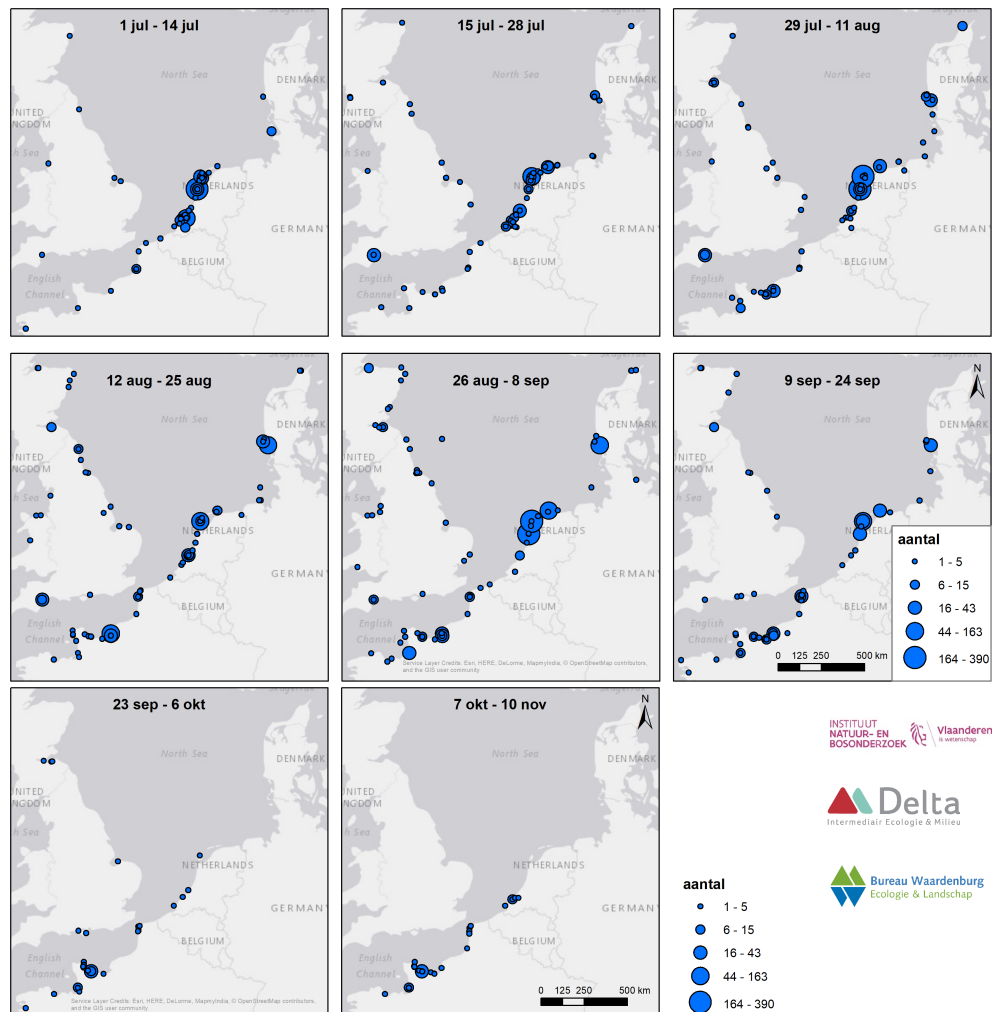


Figuur II.7 Gemiddelde afstand (km) van terugmeldingen tot aan de geboorteplaats en het aantal teruggemelde individuen in de loop van het seizoen.



Figuur II.8 Gemiddelde afstand (km) van terugmeldingen tot aan de geboorteplaats en het aantal teruggemelde individuen in de loop van het seizoen gesplitst per jaar.

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

Terugmeldlocaties in de Delta

Van het totaal van 6.902 terugmeldingen van sterns geboren of broedend in het Deltagebied komen er 822 uit het Deltagebied zelf (het gebied grofweg tussen Cadzand en de Tweede Maasvlakte). Deze meldingen zijn verspreid over het voorseizoen (tussen 30 maart – 1 mei) waarin 7 terugmeldingen binnen het Deltagebied werden gedaan (~1% van het totaal aantal aflezingen), het broedseizoen (1 mei – 1 juli) met 555 terugmeldingen (~68%), en het naseizoen (1 juli – 15 oktober)

waarin 250 aflezingen werden gedaan (~30%) en de winter (15 oktober – 30 maart) waarin 10 aflezingen werden gedaan (~1%).

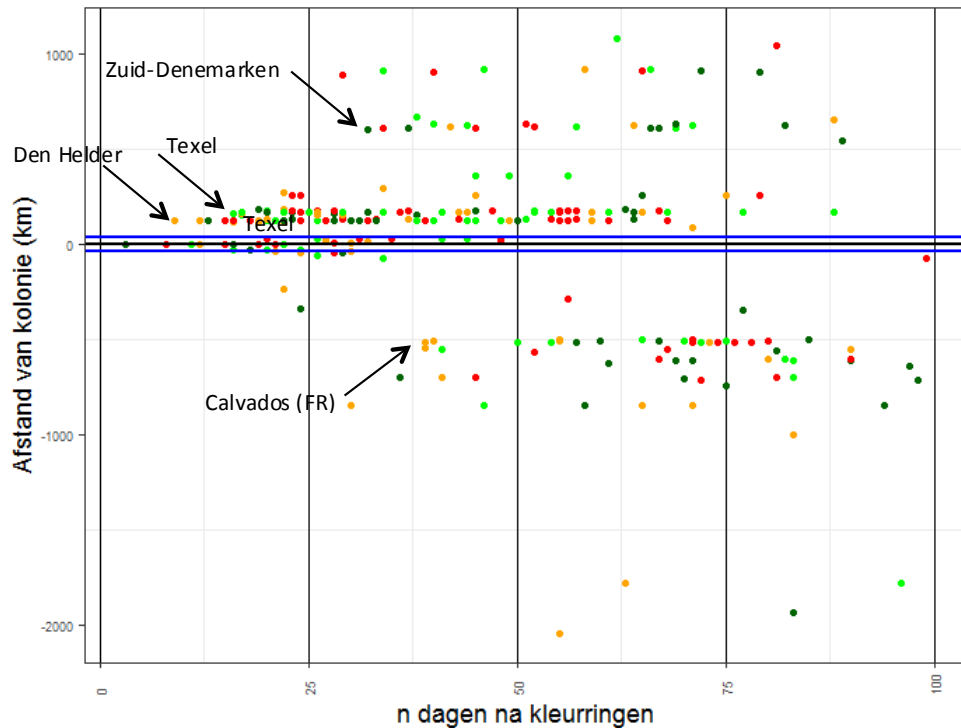
In het Deltagebied worden terugmeldingen gedaan uit meer dan twintig verschillende plaatsen (tabel II.2), waarbij de meeste terugmeldingen van de Scheelhoek Eilanden komen, de plek waar de kolonie is en waar de afleeskans het grootst is. Ook op de plek van de kolonie in 2014 (Slijkplaat, Haringvliet) 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, Voordelta,			12		12
Brouwersdam, Grevelingenzijde			1		1
Brouwersdam, Zeeland			1	1	2
Goese Sas, Oosterschelde			1		1
Gortzakweg, Oesterdam, Tholen			1		1
Het Flauwe Werk, Ouddorp, Zuid-			13		13
Het Zwin, België			1		1
Kolencentrale, Borssele		1			1
Kwade Hoek, buitenhaven			1		1
Kwade Hoek, ZH, NL			10		10
Kwade Hoek, Zuid-Holland			1		1
Markenje, Grevelingen, Zuid-Holland		3	8	1	12
Neeltje Jans, Mosselzaadinvang,		1			1
Neeltje Jans, Slik, binnenkant,			18		18
Nieuw-Haamstede, Verklikkerstrand,			1		1
Oosterscheldekering, Vogeleiland			1		1
Oostvoorne, Maasvlakte, strand			3		3
Sas, Goes, Zeeland			2		2
Scheelhoek eilanden, Haringvliet,		509	78		587
Schor oesterput, Colijnsplaat,			5		5
Serooskerke, Flaauwers Inlaag,			21		21
Serooskerke, Weevers Inlaag,		1	10		11
Slijkplaat, Haringvliet, Zuid-Holland		31		1	32
Spui Brouwersdam, Scharendijke,				6	6
Stellendam, Zuid Holland		1			1
Strand Tweede Maasvlakte, Zuid-			2		2
Verklikkerstrand, Schouwen,		5	34		39
Westkapelle, Noordervroon midden,	7	3	11		21
Westkapelle, zeedijk ter hoogte van			1		1
Westkapelle, Zeeland			2		2
Yerseke, inlaag Kaarspolder,			11		11
Zeedijk Jacobahaven, Kamperland,				1	1
Totaal	7	555	250	10	822

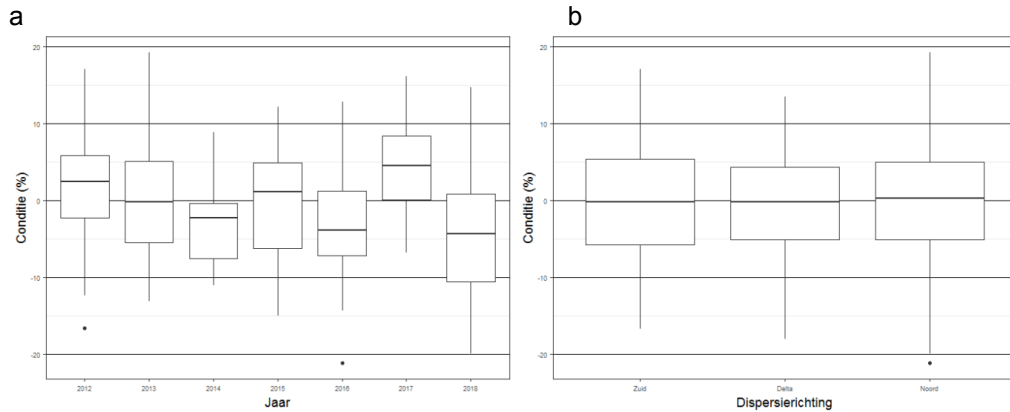
Kuikenconditie in relatie tot dispersierichting

Figuur II.10 geeft een beeld van de verdeling van de terugmeldingen (afstand tot de kolonie in relatie tot het aantal dagen sinds het moment van kleurringen) voor de vier onderscheiden conditie-klassen. In een eerste stap werd onderzocht of kuikens die door hun ouders in noordelijke of zuidelijke richting werden geleid of in de omgeving van de Delta werden teruggemeld een verschillende conditie hebben.

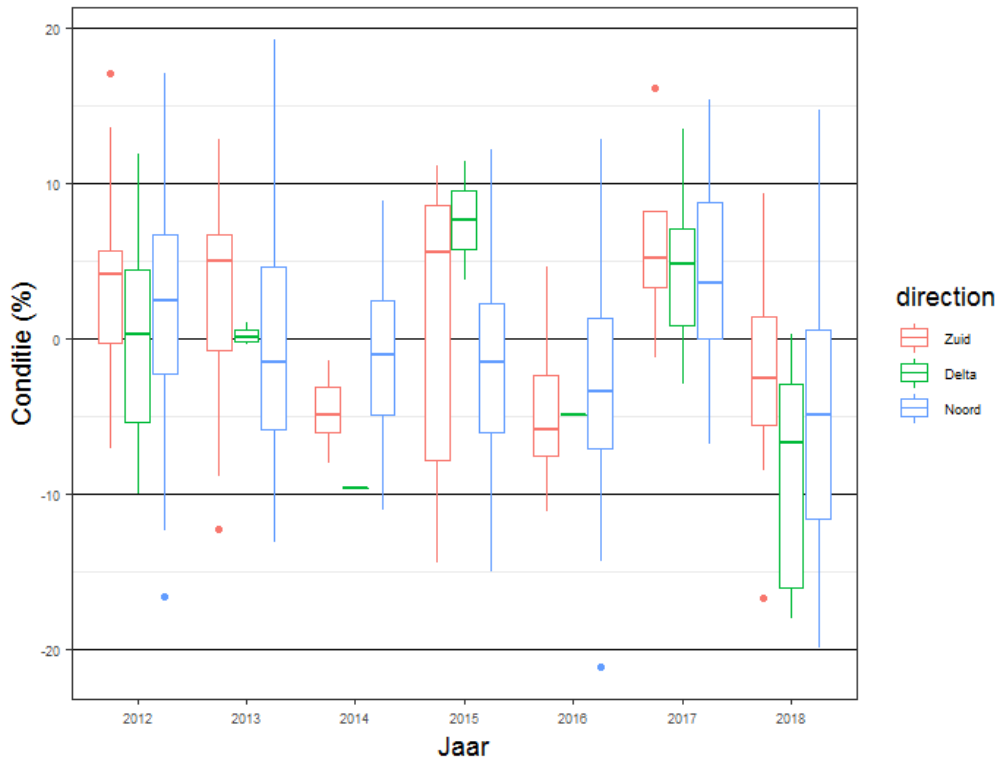


Figuur II.10 Afstand tot kolonie van gekleurnde kuikens van grote stern in de tijd voor de vier verschillende onderscheiden conditieklassen. Rood = 'zeer slecht', oranje = 'slecht', lichtgroen = 'goed' en donkergroen = 'zeer goed'. De blauwe lijnen geven de begrenzing van wat hier als 'de Delta' wordt beschouwd.

De gemiddelde conditie bij uitvliegen was het hoogst in 2017 (+4.6 %). De laagste waarde werd in 2018 gemeten met een gemiddelde conditie van -5.0 % (Figuur II.11a). Het verschil tussen de jaren is significant (one-way Anova, $p < 0.001$). Daarentegen verschilde de gemiddelde conditie van alle kuikens over alle jaren niet per dispersierichting (one-way Anova, $p = 0.88$; Figuur II.11b). Wanneer de conditie van de kuikens in relatie tot het jaar waarin ze zijn geboren en de richting waarin ze werden teruggemeld wordt geanalyseerd (Figuur II.12) heeft alleen "jaar" een significant effect (two-way Anova, $p < 0.001$), maar de trekrichting niet ($p = 0.87$). Ook wanneer deze analyse afzonderlijk wordt gedaan voor de verschillende periodes na het ringen (0-25, 25-50, 50-75 en 75-100 dagen na het ringen) is het jaareffect significant voor 0-25, 25-50 en 75-100 dagen na het ringen (respectievelijk $p < 0.001$, $p < 0.01$ en $p < 0.05$), maar is de dispersierichting in geen enkel geval significant.



Figuur II.11 *Conditie van vliegvlugge kuikens van grote stern per jaar (links). b. Conditie van vliegvlugge kuikens van grote stern per vliegrichting over alle jaren. In deze en de volgende figuren geven de boxplots het minimum, 2^e en 3^e kwartiel, de mediaan, het maximum en de outliers weer (rechts).*



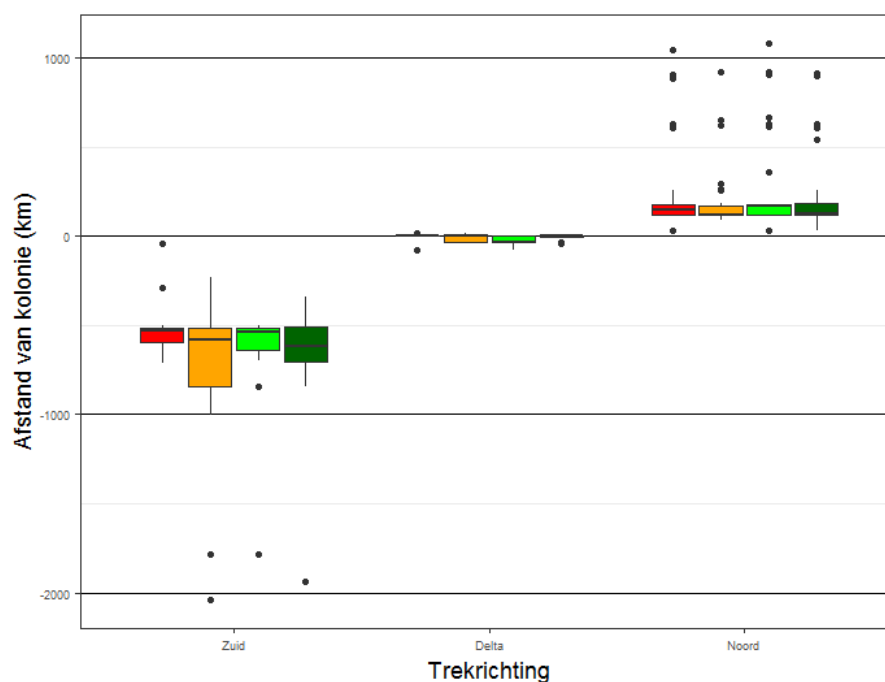
Figuur II.12 *Conditie per jaar van kuikens van grote stern voor de verschillende dispersierichtingen na het verlaten van de kolonie.*

Kuikenconditie in relatie tot vliegafstand

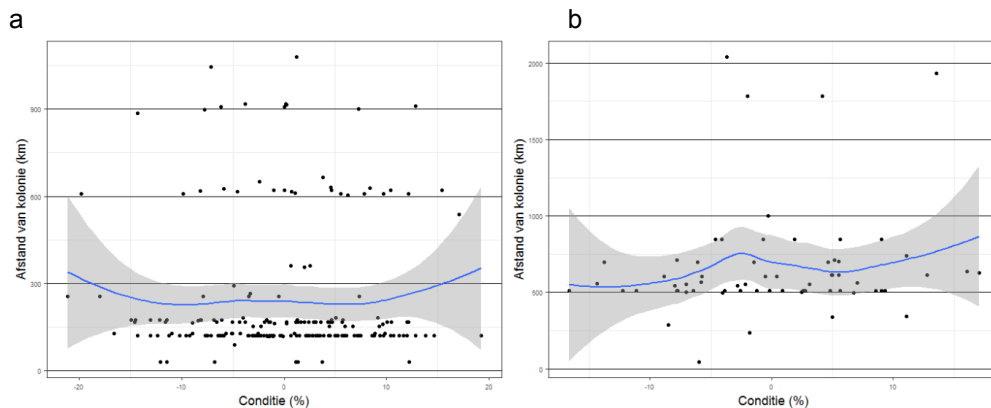
Ook als er geen verband is tussen kuikenconditie en dispersierichting kan de conditie toch bepalend zijn voor waar kuikens terechtkomen. Zo is het bijvoorbeeld mogelijk dat kuikens in goede conditie verder trekken dan kuikens die het moeilijker hebben. In een tweede stap werd dan ook onderzocht of er een relatie bestaat tussen de afstand waarop de kuikens uit de verschillende vliegrichtingen werden teruggemeld en de uitvliegconditie (Figuur II.13).

Vogels die uit noordelijkere en zuidelijkere gebieden werden teruggemeld werden afzonderlijk geanalyseerd. Vogels die alleen in de Delta werden teruggemeld werden uit de analyse gelaten omdat ze niet relevant zijn in deze context. Noch voor grote sterns die na het broedseizoen in noordelijke gebieden werden teruggezien (Figuur II.14a) noch voor terugmeldingen uit het zuiden (Figuur II.14b) werd er een effect van de conditie op de terugmeldafstand gevonden (two-way Anova, $p = 0.82$ en $p = 0.22$), terwijl het jaareffect wel significant was ($p < 0.01$). Wanneer de terugmeldingen uit Groot-Brittannië uit de analyse werden gelaten (zodat een betere vergelijking van vliegafstand in noordelijke of zuidelijke richting kan worden gemaakt) werd er eveneens geen effect van conditie op vliegafstand gevonden ($p = 0.90$ en $p = 0.23$).

Ook als een tijdsfactor werd ingebracht in de analyses door de terugmeldingsgegevens voor de verschillende tijdsblokken afzonderlijk te analyseren (noordelijke richting 0-25 dagen na ringen, zuidelijke richting 50-75 dagen na ringen), werd voor geen enkele van de tijdsblokken en dispersierichtingen een significante invloed van conditie op dispersieafstand gevonden (one-way Anova, $p = 0.24$, $p = 0.41$, $p = 0.29$ en $p = 0.52$).



Figuur II.13 Grootste afstand tot de kolonie waarop kuikens van grote stern werden teruggemeld binnen 100 dagen na het kleurringen voor de onderscheiden conditieklassen (rood = 'zeer slecht', oranje = 'slecht', lichtgroen = 'goed' en donkergroen = 'zeer goed').



Figuur II.14 Conditie van uit noordelijke (links) en zuidelijke (rechts) richting teruggemelde grote sterns in relatie tot de maximale afstand tot de kolonie. De blauwe lijn geeft de LOESS-smoother door de data weer met het 95 % confidentie-interval (grijs vlak).

4 Discussie

Op basis van de analyses van de kleurringdatabank werd er geen coherent (jaarlijks terugkerend) effect van uitvliegconditie op het dispersiegedrag (richting of afstand) van grote stern gevonden. Wel waren er verschillen tussen jaren, wat mogelijk te maken heeft met de voedselsituatie rond de kolonie of weersomstandigheden.

Of dit betekent dat er helemaal geen relatie bestaat tussen kuikenconditie en het dispersiegedrag van de pas uitgevlogen grote sterns net na het broedseizoen is moeilijk te zeggen. Een onbekende en waarschijnlijk belangrijke factor die hier meespeelt is het potentiële (en waarschijnlijke) verschil in afleesinspanning tussen de verschillende regio's en binnen een regio tussen verschillende jaren. Zo zijn er ten noorden van de Delta een aantal locaties (De Putten, verschillende plekken op Texel) waar gekleurde grote sterns makkelijk zijn af te lezen en waar er ook intensief naar wordt gezocht. Dergelijke locaties zijn relatief zeldzaam in de Delta zelf (er moeten hiervoor in de meeste gevallen platen worden bezocht en daar zijn de vogels veel minder makkelijk benaderbaar zonder ze te verstoren) en ten zuiden ervan (vaak op stranden waar hetzelfde probleem speelt als op de platen).

Een ander zwak punt is dat een vogel die in september ten zuiden van de kolonie is teruggemeld mogelijk eerst noordelijker heeft vertoefd. Desalniettemin zijn bovenstaande analyses wel degelijk richtinggevend omdat ze op behoorlijk wat terugmeldingen zijn gebaseerd en kan er voorzichtig geconcludeerd worden dat de uitvliegconditie geen bepalende factor is voor het dispersiegedrag van jonge grote sterns.



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