



Monitoring **van het voor** vogels **oogstbare** voedsel- aanbod **in de** kombergingen **van het Pinkegat en** Zoutkamperlaag

Rapportage t/m monitoringjaar 2018

Bruno J. Ens
Jaap van der Meer
Karin Troost
Erik van Winden
Hans Schekkerman
Kees Rappoldt

Sovon-rapport 2019/22



Monitoring van het voor vogels oogstbare voedselaanbod in de kombergingen van het Pinkegat en Zoutkamperlaag

rapportage tot en met monitoringjaar 2018

Bruno J. Ens (ed.) - Sovon Vogelonderzoek Nederland

Jaap van der Meer - NIOZ Koninklijk Nederlands Instituut voor
Onderzoek der Zee

Karin Troost - Wageningen Marine Research

Erik van Winden - Sovon Vogelonderzoek Nederland

Hans Schekkerman - Sovon Vogelonderzoek Nederland

Kees Rappoldt - EcoCurves



Dit rapport is samengesteld in opdracht van de
Nederlandse Aardolie Maatschappij



Colofon

© Sovon Vogelonderzoek Nederland 2019

Dit rapport is samengesteld in opdracht van de NAM

Wijze van citeren: Ens B.J., van der Meer J., Troost K., van Winden E., Schekkerman H. & Rappoldt K. 2018. Monitoring van het voor vogels oogstbare voedselaanbod in de kombergingen van het Pinkegat en Zoutkamperlaag - rapportage tot en met monitoringjaar 2018. Sovon-rapport 2019/22. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.

Foto's: Bruno Ens

Opmaak: John van Betteray, Sovon Vogelonderzoek Nederland

ISSN-nummer: 2212 5027

Sovon Vogelonderzoek Nederland

Toernooiveld 1

6525 ED Nijmegen

e-mail: info@sovon.nl

website: www.sovon.nl

Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar worden gemaakt d.m.v. druk, fotokopie, microfilm, of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Sovon en/of opdrachtgever.

1. Inhoud

2. Samenvatting	3
3. Inleiding	5
4. Selectie vogelsoorten	7
5. Beslisschema	9
6. Monitoring data	11
6.1. Onderzoeksgebied	11
6.2. Hoogtekaart	11
6.3. Waterstanden	12
6.4. SIBES	12
6.5. WOT litorale surveys Waddenzee	12
6.6. Vogeltellingen	13
7. Model: van benthos naar proxy	15
7.1. Algemeen	15
7.2. Aanpassingen in 2018	15
7.3. Vangbaarheid van de wadpier	15
8. Validatie van de proxies	17
8.1. Inleiding	17
8.2. Deelgebieden: kombergingen en eilanden	17
8.3. Regressiemodellen	18
8.4. Resultaten en discussie	19
8.4.1. Correlaties tussen proxies	19
8.4.2. Regressiemodellen	20
9. Resultaten	21
9.1. Ontwikkelingen bodemdieren Waddenzee	21
9.2. Voedselaanbod Pinkegat-Zoutkamperlaag	23
9.3. Vogels	25
9.4. Bergeend	26
9.5. Pijlstaart	28
9.6. Scholekster	30
9.7. Kluut	32
9.8. Zilverplevier	34
9.9. Bontbekplevier	36
9.10. Kanoet	38
9.11. Drieteenstrandloper	40
9.12. Bonte Strandloper	42
9.13. Rosse Grutto	44
9.14. Wulp	46
9.15. Tureluur	48
9.16. Steenloper	50
10. Discussie en conclusies	53
10.1. Signaleringsmonitoring & signalering	53
10.2. Ecologische verklaringen van waargenomen veranderingen	54
10.2.1. Is daling proxy geheel of gedeeltelijk veroorzaakt door bodemdaling?	55
10.2.2. Is er een gevalideerde proxy voor draagkracht?	56
10.2.3. Verschillen in trends en verspreiding	58

11. Aanbevelingen	59
12. Appendices	61
12.1. Appendix 1 – potentieel fourageergebied	61
12.2. Appendix 2 - resultaten toetsing regressiemodellen validatie	66
12.3. Appendix 3 – correlaties tussen proxies	70
12.4. Appendix 4 – trends in de proxies	73
12.5. Appendix 5 – verspreiding wadvogels Waddenzee	76
13. Literatuur	77

2. Samenvatting

De gaswinning vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen (samen: MLV) kan effecten hebben op het Natura 2000 gebied Waddenzee. Uit voorzorg vindt de winning plaats volgens het 'Hand aan de kraan' principe. In dat kader vindt een uitgebreide monitoring plaats van biotische en abiotische parameters, om te controleren of gaswinning vanaf de bovengenoemde locaties geen meetbaar nadelig effect heeft op de instandhoudingsdoelstellingen van de speciale beschermingszone Waddenzee, waaronder een groot aantal vogelsoorten waarvoor het gebied is aangewezen.

In het monitoring programma voor de jaren 2014-2019 (NAM 2014b) is gekozen voor een analysestrategie waarbij de op de wadplaten gemonitorde variabelen bodemdieren, bodemhoogte, sedimentatie en waterstanden worden geïntegreerd tot één variabele die zo goed mogelijk de instandhoudingsdoelen representeert (Auditcommissie 2014a). Het is niet mogelijk de draagkracht voor de verschillende wadvogelsoorten direct te bepalen op basis van deze metingen, maar het is wel mogelijk om de metingen te combineren tot proxies voor draagkracht voor een groot aantal soorten wadvogels. Dit rapport bouwt voort op de rapportage over de eerste vier jaar, waarin de voortgang is beschreven bij het ontwikkelen van proxies voor draagkracht voor dertien goed onderzochte wadvogelsoorten: Bergeend, Pijlstaart, Scholekster, Kluut, Zilverplevier, Bontbekplevier, Kanoet, Drieteenstrandloper, Bonte Strandloper, Rosse Grutto, Wulp, Tureluur en Steenloper (Ens *et al.* 2015b; Ens *et al.* 2016; Ens *et al.* 2017; Ens *et al.* 2018a).

Er zijn berekeningen uitgevoerd voor 7 verschillende proxies op basis van de korte prooijlijst:

1. **Opp**: het areaal geschikt foerageerhabitat op basis van de berekende opnamesnelheid van voedsel en een energetisch bepaalde ondergrens aan de opnamesnelheid. Dit is de proxy voor draagkracht zoals toegepast door Kraan *et al.* (2009).
2. **BMaanw**: de aanwezige biomassa aan prooidieren op basis van dieet.
3. **BMoogst**: de oogstbare prooibiomassa. Dit is de biomassa prooidieren in gebieden waar de drempelwaarde in opnamesnelheid gehaald wordt en komt overeen met de proxy voor draagkracht zoals toegepast door Zwarts, Wanink & Ens (1996).
4. **BMoogstDr**: de beschikbare oogstbare prooibiomassa. Dit is de oogstbare prooibiomassa vermenigvuldigd met de lokale droogvalduur.
5. **FRAanw**: de opnamesnelheden berekend voor het aanwezige voedsel, gesommeerd over de totale oppervlakte.

6. **FRoogst**: de berekende opnamesnelheden, gesommeerd over de oppervlaktes waar de kritische opnamesnelheid gehaald wordt, d.w.z. waar het voedsel oogstbaar is.

7. **FRoogstDr**: de berekende opnamesnelheden, gesommeerd over de oppervlaktes waar de kritische opnamesnelheid gehaald wordt, en vermenigvuldigd met de lokale droogvalduur.

In deze rapportage is veel aandacht besteed aan het valideren van de proxies. Uitgangspunt voor die validatie is de aanname dat de proxy die het sterkst correleert met de verspreiding van een vogelsoort in de Waddenzee (bepaald op basis van hoogwatertellingen) de draagkracht voor die soort het dichtste benadert. Uiteindelijk is gekozen voor een hybride aanpak, waarbij zowel is gekeken naar variatie in de ruimte, tussen 12 deelgebieden in de Waddenzee, als in de tijd, tussen de zes jaren waaruit voor de hele Waddenzee SIBES-gegevens over bodemfauna beschikbaar waren (2008-2013). Het bleek dat bij alle soort/maand combinaties de hypothese van een recht evenredig verband tussen de proportionele vogelaantallen en proportionele proxywaarden moet worden verworpen. Echter, in bijna alle gevallen bleken er sprake van een groot gebiedseffect. Dat wil zeggen dat er systematische verschillen waren tussen gebieden in de relatie tussen de draagkrachtproxy en de proportionele vogelaantallen. Daarnaast bleken de proxies onderling vaak sterk gecorreleerd, zodat het mogelijk was de algemene trend voor de verschillende proxies te interpreteren als de beste schatting voor de trend in het beschikbare voedselaanbod.

Voor elk van de 13 onderzoeksoorten wordt het aantalsverloop in de kombergingen van Pinkegat/Zoutkamperlaag over de periode 1994/1995 – 2017/2018 gerapporteerd en vergeleken met het aantalsverloop in de rest van de Nederlandse Waddenzee, alsook met het aantalsverloop in de Duitse en Deense Waddenzee. Er zijn trends berekend voor de lange termijn (vanaf 1994) en voor de korte termijn (vanaf 2008).

Voor elk van de 13 soorten wordt verder voor Pinkegat-Zoutkamperlaag het verloop van alle proxies getoond voor de periode 2008-2017 en met elkaar vergeleken. Ook is voor alle proxies de onderlinge correlatie berekend voor de Waddenzee-brede vergelijking en is de trend berekend voor Pinkegat-Zoutkamperlaag.

Naar aanleiding van het commentaar van de auditcommissie is het beslisschema aangepast.

Toepassing van het aangepast beslisschema op de

nieuwe resultaten (kleine aanpassingen in de rekenwijze, gegevens extra monitoringjaar) leidt tot de volgende conclusies:

1. Voor alle 26 soort-seizoen combinaties luidt de conclusie dat er geen aanwijzingen zijn voor een negatief effect van bodemdaling.
2. Voor 10 soort-seizoen combinaties is dit gebaseerd op de ontwikkeling van de aantallen in Pinkegat-Zoutkamperlaag die duidelijk in positieve zin verschilt van de aantalsontwikkeling elders (overige delen Nederlandse Waddenzee, Duitse en Deense Waddenzee).
3. Voor 14 soort-seizoen combinaties werd geen gevalideerde proxy voor draagkracht gevonden, maar waren de proxies onderling sterk gecorreleerd en was er geen sprake van een negatieve ontwikkeling van de proxy.
4. Voor 2 soort-seizoen combinaties was er sprake van gevalideerde proxies voor draagkracht die in beide gevallen geen negatieve trend vertoonde.
2. Probeer een inschatting te maken van de omvang van de handkokkelvisserij in de afgelopen jaren in de verschillende onderzoeksgebieden en verdisconteer dit in de draagkrachtproxies voor de Scholekster.
3. Onderzoek of sedimentsamenstelling, naast voedsel, een rol speelt bij het verklaren van de verspreiding van de wadvogels in de Waddenzee.
4. Onderzoek of binnendijkse foerageermogelijkheden, naast voedsel op het wad zelf, van belang zijn bij het verklaren van de verspreiding van de wadvogels in de Waddenzee.
5. Onderzoek of predatierisico en (menselijke) verstoring van belang zijn, naast voedsel op het wad, bij het verklaren van de verspreiding van de wadvogels in de Waddenzee.
6. Onderzoek alternatieve manieren om de proxies voor draagkracht te valideren, zoals
 - a. Vergelijken van laagwatertellingen van wadvogels op geselecteerde wadplaten met de proxywaarde berekend voor elk van die wadplaten.
 - b. Vergelijken van het door de proxies voorspelde dieet met het dieet in het veld
 - c. Vergelijk variatie in draagkracht berekend met WEBTICS met voorspellingen op basis van proxies voor draagkracht. Voor andere soorten dan de Scholekster is WADMAP een goede basis om WEBTICS te parameteriseren.

In de discussie wordt uitgebreid aandacht besteed aan ecologische verklaringen voor de waargenomen veranderingen. Op basis van de inzichten uit die discussie worden de volgende aanbevelingen gedaan om het ontwikkelde instrumentarium voor de signaleringsmonitoring verder te verbeteren:

1. Controleer of de toekenning van laagwaterfoerageergebieden aan hvp's klopt.

3. Inleiding

De gaswinning vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen (samen: MLV) kan effecten hebben op het Natura 2000 gebied Waddenzee. De voorspelde daling van wadplaten als gevolg van bodemdaling door gaswinning is uitermate gering en er worden geen significante effecten op natuurwaarden verwacht (Meesters *et al.* 2006). Desondanks vindt uit voorzorg de winning plaats volgens het 'Hand aan de kraan' principe, waarbij de jaarlijkse zeespiegelstijging en bodemdaling door gaswinning samen niet de komberging specifieke sedimentatie capaciteiten van het Pinkegat en de Zoutkamperlaag mogen overschrijden. Naast de meet- en regelcyclus rondom de bodemdalingssnelheid vindt er een uitgebreide monitoring plaats van biotische en abiotische parameters, om te controleren of gaswinning vanaf de bovengenoemde locaties geen meetbaar nadelig effect heeft op de instandhoudingsdoelstellingen van de speciale beschermingszone Waddenzee, waaronder een groot aantal vogelsoorten waarvoor het gebied is aangewezen.

De monitoring over de jaren 2007-2012 is geëvalueerd in 2013 (NAM 2014a). De Auditcommissie m.e.r. heeft hierover een advies uitgebracht (Auditcommissie 2014c; Auditcommissie 2014b) dat is verwerkt in het monitoringprogramma 2014-2019 (NAM 2014b). Een belangrijk punt van kritiek was dat de verschillende monitoring onderdelen onvoldoende samenhang en integratie vertoonden. Daarom is in het nieuwe programma gekozen voor een analysestrategie waarbij de op de wadplaten gemonitorde variabelen bodemdieren, bodemhoogte, sedimentatie en waterstanden worden geïntegreerd tot één variabele die zo goed mogelijk de instandhoudingsdoelen representeert. Op de keper beschouwt vereist de in het aanwijzingsbesluit gezegde term 'draagkracht van het gebied voor een bepaalde hoeveelheid vogels' toepassing van een draagkrachtmodel, zoals WEBTICS (Rappoldt *et al.* 2004). Op dit moment is WEBTICS alleen gekalibreerd voor de Scholekster (Rappoldt & Ens 2013), maar kalibratie voor Kanoet en Wulp lijkt mogelijk (Ens, Rappoldt & Zwarts 2006; Ens, Oosterbeek & Rappoldt 2008). Er is echter gekozen voor een alternatieve benadering, namelijk het ontwikkelen van proxies voor draagkracht, om op die manier voor een veel groter aantal vogelsoorten een jaarlijks getal te kunnen genereren.

In de rapportages over de monitoringjaren 2014 (Ens *et al.* 2015b) en 2015 (Ens *et al.* 2016) zijn de vorderingen beschreven bij het ontwikkelen van deze proxies voor draagkracht. Naar aanleiding van deze

rapportages heeft de Auditcommissie (2016) het volgende voorgesteld:

- *als eerste stap in het monitoringsjaar 2016 de vogelsoorten te selecteren die überhaupt geen invloed zullen ondervinden van de bodemdaling en hiervoor een ecologische onderbouwing te geven (bijvoorbeeld: viseters);*
- *als tweede stap de vogelsoorten te benoemen waar het model bruikbaar voor is als indicator voor veranderingen in voedselbeschikbaarheid als gevolg van bodemdaling;*
 - a. *kies in deze stap voor het monitoringsjaar 2016 al een paar indicatieve soorten waarmee de monitoring van deze soorten de komende jaren gestalte kan krijgen, en daarmee de monitoring en verdere ontwikkeling van het model parallel gaan verlopen. De NAM neemt - zoals hierboven is aangegeven - dit advies over;*
 - b. *neem in deze stap ook het beslisschema op waarmee duidelijk wordt hoe met de modelresultaten van het draagkrachtmodel voor wadvogels wordt omgegaan in het kader het 'Hand aan de kraan'-principe;*
- *als derde stap de (eventuele) vogelsoorten te benoemen waarvoor het model geen goede aanpak biedt (bijvoorbeeld vanwege het foerageergedrag of bijzondere voedselkeuzes van deze soorten).*

Beredeneer in de rapportage over monitoringsjaar 2016 voor deze soorten of en zo ja hoe monitoring van deze soorten het beste kan plaatsvinden. Ga ook voor deze soorten kort in op een beslisschema in het kader van het 'Hand aan de kraan'-principe. In deze werkwijze is ook het beschrijven van andere factoren die een belangrijke rol spelen bij de aantalsveranderingen relevant. Bijvoorbeeld strenge winters of andere factoren in de broedgebieden die de populatie negatief beïnvloeden. De Auditcommissie adviseert om per soort een kort overzicht te maken om een indicatie te krijgen van de bruikbaarheid van zowel de vogeltellingen als de modeluitkomsten voor het 'Hand aan de kraan'-principe. Dat is vervolgens goede input voor het beslisschema. Op deze wijze worden tellingen van vogels in de Waddenzee en de informatie van de draagkracht beide benut en geïnterpreteerd in het licht van de gaswinning.

In de rapportage over het monitoringjaar 2017 is de voortgang beschreven die is geboekt bij het verder ontwikkelen van de proxies voor draagkracht en zijn de voorstellen behandeld van de audit commissie (Auditcommissie 2017) op basis van de rapportage

t/m het monitoringjaar 2016 (Ens *et al.* 2017): *De Auditcommissie dringt erop aan dat in de rapportages over het monitoringsjaar 2017 dit schema wel wordt gebruikt en dat de bevindingen terugkomen in de samenvatting en integrale beoordeling door NAM. De Auditcommissie heeft daarbij nog enkele verbetervoorstellen:*

- *de in 2016 uitgevoerde gevoeligheidsanalyse komt niet terug in het Sovon-rapport. Van diverse soorten werd toen vastgesteld dat alleen zeer grote veranderingen zichtbaar zouden zijn. De Auditcommissie adviseert dit in het beslisschema (of de onderbouwing daarvan) te integreren. Waarschijnlijk vallen hierdoor meer soorten af dan die nu worden gemodelleerd. Geef in dit kader ook aan hoe in het beslismodel omgegaan zal worden met de verschillen tussen de ontwikkelde 'proxies' voor draagkracht, want niet alle 'proxies' laten een vergelijkbaar verloop in de tijd zien*
- *voeg een voorstap toe waarbij voor zover mogelijk de aantalsontwikkeling van vogelsoorten in het Pinkegat en de Zoutkamperlaag worden vergeleken met die in de gehele Waddenzee.*
- *Het beslisschema moet operationeel toegepast kunnen worden. Dat houdt onder meer in dat te beantwoorden vragen enerzijds eenduidig zijn geformuleerd, en anderzijds in principe met een 'Ja' of 'Nee' beantwoord kunnen worden;*
- *Door bodemfaunadata uit andere (omringende) gebieden te betrekken kunnen de gesignaleerde trends in de bodemfauna in het licht geplaatst worden van ontwikkelingen elders in de Waddenzee. Dit helpt bij het antwoord op de vraag: Kan redelijkerwijs uitgesloten worden of de verandering het gevolg is van bodemdaling? Beschrijf welke databestanden in dit kader beschikbaar zijn en waar uitbreiding mogelijk en/of nodig is;*
- *De Auditcommissie vindt dat een beslisschema bedoeld om uitspraken te doen voor het eventueel uitvoeren van de hand aan de kraan, niet moet kunnen leiden tot de uitspraak 'monitoring verder ontwikkelen';*
- *In het schema ontbreekt nog aandacht voor ecologische verklaringen van waargenomen veranderingen in vogelaantallen of draagkracht. Het opnemen van een ecologische verklaringsstap in het schema is volgens de Auditcommissie essentieel om signalen in ecologisch perspectief te kunnen zetten.*

In deze rapportage behandelen wij de monitoringresultaten t/m het jaar 2018 en besteden daarbij aandacht aan het commentaar van de Auditcommissie (2018) op het beslisschema dat is gepresenteerd en toegepast op de rapportage over de monitoringresultaten t/m 2017 (Ens *et al.* 2018a):

Wij bespreken een aangepast beslisschema en passen dit toe op de monitoringresultaten t/m het jaar 2018.

4. Selectie vogelsoorten

Voorafgaand aan de start van de winning uit de velden Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen is onderzoek uitgevoerd naar mogelijke effecten op beschermde natuurwaarden door bodemdaling in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag (Meesters *et al.* 2006). In die studie werd geconcludeerd dat de kans op significante effecten verwaarloosbaar klein was. Desalniettemin is besloten om toch een monitoringprogramma op te zetten om zeker te kunnen zijn dat er inderdaad geen negatieve effecten zijn. In dit hoofdstuk beschrijven we nog even kort de selectie van vogelsoorten voor deze signaleringsmonitoring. Voor een uitgebreide onderbouwing van deze selectie wordt verwezen naar eer-

dere rapporten (Ens *et al.* 2017; Ens *et al.* 2018a). De Waddenzee is aangewezen voor 38 soorten niet-broedvogels. In Tabel 4.1 is het instandhoudingsdoel voor de Waddenzee weergegeven voor al deze soorten, als ook de doelstelling voor Nederland. Voor een groot aantal soorten moet de Nederlandse doelstelling gehaald worden in de Waddenzee. Gevallen waarbij dit percentage boven de 100% ligt wijzen op een achterstand in de officiële administratie en zijn niet van belang voor ons onderzoek.

Daling van de diepe ondergrond zal in theorie leiden tot daling van het wadoppervlak. Dit zal naar verwachting geen effect hebben op de delen van de Waddenzee die altijd onder water staan (het sublito-

Tabel 4.1. Instandhoudingsdoelen voor 38 soorten niet-broedvogels waarvoor de Waddenzee is aangemeld als Natura2000 gebied. Voor de doelstelling voor de Waddenzee is aangegeven of de kwaliteit van het leefgebied in stand moet worden gehouden (=), of moet verbeteren (>), en het instandhoudingsdoel in termen van het aantal vogels en welk percentage dat is van het instandhoudingsdoel voor Nederland. Voor dat instandhoudingsdoel is aangegeven of het om een seizoensgemiddelde, januari-aantallen of een seizoensmaximum gaat. In de volgende kolommen is aangegeven wat het dieet is (vis, benthos, vogels of planten), het foerageerhabitat (sub = sublitoraal, lit = litoraal, ter = terrestrisch), of bodemdaling een effect zou kunnen hebben, of een proxy voor draagkracht zinvol is en of er al proxies voor draagkracht zijn gemaakt.

Soort nr.	Soort	Doelstelling Waddenzee			Doelstelling Nederland		dieet	habi- tat	mogelijk effect bodem- daling	model zinvol	model gemaakt
		Kwaliteit leef- gebied	Aantal vogels	% van landelij- ke doel	Aantal vogels	Gemiddelde of maximum waarde					
A005	Fuut	=	310	3%	10900	seizoensgemiddelde	vis	sub	nee		
A017	Aalscholver	=	4200	17%	24500	seizoensgemiddelde	vis	sub	nee		
A034	Lepelaar	=	520	42%	1225	seizoensgemiddelde	vis & benthos	lit	?	nee	nee
A037	Kleine zwaan	=	1600	33%	4820	seizoensgemiddelde	planten	ter	nee		
A043	Grauwe gans	=	7000	8%	86300	seizoensgemiddelde	planten	ter	nee		
A045	Brandgans	=	36800	26%	140900	seizoensgemiddelde	planten	ter	nee		
A046	Rotgans	=	26400	72%	36500	seizoensgemiddelde	planten	ter	nee		
A048	Bergeend	=	38400	79%	48900	seizoensgemiddelde	benthos	lit	ja	ja	ja
A050	Smient	=	33100	13%	258200	seizoensgemiddelde	planten	ter	nee		
A051	Krakeend	=	320	3%	10200	seizoensgemiddelde	planten	ter	nee		
A052	Wintertaling	=	5000	24%	21000	seizoensgemiddelde	planten	ter	nee		
A053	Wilde eend	=	25400	20%	128000	seizoensgemiddelde	planten	ter/lit	nee		
A054	Pijlstaart	=	5900	75%	7850	seizoensgemiddelde	planten & benthos	ter/lit	ja	ja	ja
A056	Slobeend	=	750	13%	5750	seizoensgemiddelde	planten	ter	nee		
A062	Toppereend	>	3100	16%	19200	seizoensgemiddelde	benthos	sub	nee		
A063	Eidereend	>	90000-115000	78%-82%	115000-140000	januari-aantallen	benthos	sub/lit	?	nee	nee
A067	Brilduiker	=	100	2%	4380	seizoensgemiddelde	benthos	sub	nee		
A069	Middelste zaagbek	=	150	5%	3310	seizoensgemiddelde	vis	sub	nee		
A070	Grote zaagbek	=	70	4%	1800	seizoensgemiddelde	vis	sub	nee		
A103	Slechtvalk	=	40	22%	180	seizoensmaximum	vogels	ter	?	nee	nee
A130	Scholekster	>	140000-160000	78%-80%	180000-200000	seizoensgemiddelde	benthos	lit	ja	ja	ja
A132	Kluut	=	6700	70%	9510	seizoensgemiddelde	benthos	lit	ja	ja	ja
A137	Bontbekplevier	=	1800	80%	2260	seizoensgemiddelde	benthos	lit	ja	ja	ja
A140	Goudplevier	=	19200	59%	32300	seizoensgemiddelde	betnho	ter/lit	ja	nee	nee
A141	Zilverplevier	=	22300	81%	27600	seizoensgemiddelde	benthos	lit	ja	ja	ja
A142	Kievit	=	10800	14%	75500	seizoensgemiddelde	benthos	ter/lit	ja	nee	nee
A143	Kanoetstrandloper	>	44400	82%	54400	seizoensgemiddelde	benthos	lit	ja	ja	ja
A144	Drieteenstrandloper	=	3700	86%	4310	seizoensgemiddelde	benthos	lit	ja	ja	ja
A147	Krombekstrandloper	=	2000	588%	340	seizoensgemiddelde	benthos	lit	ja	nee	nee
A149	Bonte strandloper	=	206000	110%	187300	seizoensgemiddelde	benthos	lit	ja	ja	ja
A156	Grutto	=	1100	18%	6000	seizoensgemiddelde	benthos	ter/lit	ja	nee	nee
A157	Rosse grutto	=	54400	138%	39500	seizoensgemiddelde	benthos	lit	ja	ja	ja
A160	Wulp	=	96200	95%	101100	seizoensgemiddelde	benthos	lit	ja	ja	ja
A161	Zwarte ruiter	=	1200	59%	2040	seizoensgemiddelde	vis & benthos	lit	?	nee	nee
A162	Tureluur	=	16500	89%	18480	seizoensgemiddelde	benthos	lit	ja	ja	ja
A164	Groenpootruiter	=	1900	86%	2210	seizoensgemiddelde	vis & benthos	lit	?	nee	nee
A169	Steenloper	>	2300-3000	66%-71%	3500-4200	seizoensgemiddelde	benthos	lit	ja	ja	ja
A197	Zwarte stern	=	23000	46%	49700	seizoensmaximum	vis	sub	nee		

raal), maar het kan betekenen dat wadplaten minder lang droogliggen en daar zouden vogels die op de wadplaten naar voedsel zoeken last van kunnen hebben. Kwelders kunnen vaker overstromen, maar dit zal vooral effect hebben op de vogels die op de kwelder broeden. Overstromingen tijdens het broedseizoen kunnen desastreuze gevolgen hebben voor het broedsucces (van de Pol *et al.* 2010; Hallmann & Ens 2011; Krol & Hallmann 2011; van de Pol *et al.* 2012). Deze signaleringsmonitoring richt echter zich op de niet-broedvogels, en voor de ganzen en eenden die buiten de broedtijd op de kwelder grazen (en goed kunnen zwemmen) zal het effect van een iets verhoogde overstromingskans weinig effect hebben. In Tabel 4.1 is voor alle beschermde niet-broedvogels het voedsel en het foerageerhabitat aangegeven en op basis daarvan of er een mogelijk effect van bodemdaling is. We verwachten dit effect niet voor (1) vogels die op vis jagen in het sublitoraal, zoals Fuut en Aalscholver, (2) vogels die naar bodemdieren duiken in het sublitoraal, zoals Toppereend en Brilduiker, (3) vogels die op de kwelder grazen, zoals Brandgans en Rotgans. Op in totaal 16 vogelsoorten verwachten wij derhalve geen effect. Voor 17 soorten die naar bodemdieren op de drooggevalle wadplaten zoeken is een effect via droogligtijd niet uit te sluiten. Er zijn vijf vogelsoorten die iets lastiger zijn te classificeren:

- Overwinterende Eidereenden vinden hun voedsel (schelpdieren) vooral in het sublitoraal (Ens & Kats 2004; Cervencl *et al.* 2015) en daar verwachten we geen effect van bodemdaling. Er wordt ook wel op schelpdieren op de wadplaten gefoerageerd, maar dan meestal zwemmend en duikend als die platen onder water staan. Platen die wat
- lager liggen zijn dan eerder een voordeel dan een nadeel, maar in alle gevallen gaat het om een klein deel van de populatie dat zo zijn voedsel vindt.
- Lepelaars, Groenpootruiters en Zwarte Ruiters jagen vooral op visjes en garnalen, maar ook wel wormen en krabben, in plasjes en slenkjes, waarbij de Lepelaar natuurlijk wel in dieper water foerageert en grotere prooien zal vangen (Leopold *et al.* 2004). We verwachten dat deze vogels hierdoor minder last hebben van bodemdaling, dan de vogels die afhankelijk zijn van het drooggevalle wad.
- Slechtvalken jagen vooral op middelgrote steltlopers (van den Hout 2009). Als die steltlopers in aantal achteruitgaan door bodemdaling, dan kan dit in theorie een effect hebben op de overwinterende Slechtvalken, maar het aantonen van een dergelijk indirect verband zal heel erg moeilijk, zo niet onmogelijk zijn.

Op basis van het bovenstaande plaatsen we de betreffende vijf soorten in de groep waar we geen effect verwachten. Daar komt bij dat de bemonsteringen door WMR en NIOZ van de bodemdieren geen goed beeld leveren van de epibenthische bodemdieren en vissen waar Lepelaar, Groenpootruiter en Zwarte Ruiter op jagen.

Er zijn dus 17 beschermde vogelsoorten waar het op het eerste gezicht zinvol lijkt om de monitoring data te integreren en een proxy voor draagkracht te ontwikkelen. Voor 13 soorten zijn hiertoe de eerste stappen gezet (Ens *et al.* 2015b; Ens *et al.* 2016). Bij nadere inspectie bleek het niet zinvol om voor de resterende vier soorten (Goudplevier, Grutto, Kievit en Krombekstrandloper) een proxy voor draagkracht te ontwikkelen (Ens *et al.* 2017).

5. Beslisschema

In haar beoordeling van de monitoring rapportage over 2015 sprak de audit commissie haar behoefte uit aan een beslisschema waarmee duidelijk wordt hoe met de draagkrachtproxy berekeningen wordt omgegaan in het kader van het “Hand aan de kraan”-principe (Auditcommissie 2016). Ook gaf zij aan dat ze graag in dat beslisschema zou zien dat zowel de vogeltellingen als de informatie over draagkracht beide benut en geïnterpreteerd worden in het licht van de gaswinning. In de monitoring rapportage over 2016 is zo'n beslisschema opgesteld, maar nog niet toegepast (Ens *et al.* 2017). In de monitoring-rapportage over 2017 is het beslisschema aangepast en toegepast op de monitoringresultaten (Ens *et al.* 2018a). De auditcommissie heeft daarover vier opmerkingen (Auditcommissie 2018), die hieronder weergegeven en besproken worden:

1. Het beslisschema moet operationeel toegepast kunnen worden. Dat houdt onder meer in dat te beantwoorden vragen enerzijds eenduidig zijn geformuleerd, en anderzijds in principe met een ‘Ja’ of ‘Nee’ beantwoord kunnen worden.
 - a. *Reactie: alle vragen zijn nu zodanig geformuleerd dat er eenduidig met ja of nee op kan worden geantwoord.*
2. Door bodemfaunadata uit andere (omringende) gebieden te betrekken kunnen de gesignaleerde trends in de bodemfauna in het licht geplaatst worden van ontwikkelingen elders in de Waddenzee. Dit helpt bij het antwoord op de vraag: kan redelijkerwijs uitgesloten worden of de verandering het gevolg is van bodemdaling? Beschrijf welke databestanden in dit kader beschikbaar zijn en waar uitbreiding mogelijk en/of nodig is.
 - a. *Reactie: hieronder een beschrijving van de beschikbare data. Elders in dit rapport zullen wij de bruikbaarheid bespreken en de mogelijkheden voor uitbreiding:*
 - i. *Alleen voor de commerciële schelpdierbestanden zijn er voor elk jaar sinds 2008 Waddenzee-brede surveys beschikbaar. Deze worden uitgevoerd door WMR en betreffen de moskok survey, waarbij het bestand aan Kokkels wordt geïnventariseerd (Troost *et al.* 2017b) en schelpdierbanken survey, waarbij de contouren van de mossel- en oesterbanken worden vastgelegd (van den Ende *et al.* 2017). Tijdens deze jaarlijkse surveys worden ook gegevens verzameld over Nonnetje, Strandgaper en Amerikaanse Zwaardschede. Daarmee ontstaat een Waddenzee-breed beeld van het voedselaanbod voor de Scholekster, die gespecialiseerd is in het fourageren op grote schelpdieren in de wintermaanden.*
 - ii. *Voor de andere onderzoeksoorten dan de Scholeksters zijn de grote schelpdieren niet belangrijk als voedselbron. Voor die soorten zijn gegevens nodig van het SIBES-programma (Compton *et al.* 2013). Die gegevens worden ook gebruikt in de validatieberekeningen, maar zijn maar tot en met 2013 Waddenzee-breed beschikbaar. Vanaf dat jaar zijn alleen de gegevens voor Pinkegat-Zoutkamperlaag jaarlijks beschikbaar. Er is wel jaarlijks Waddenzee-breed bemonsterd, maar tot heden konden de monsters van de overige delen van de Waddenzee nog niet worden geanalyseerd. Naar verluidt komen de Waddenzee-brede gegevens van recente jaren in de toekomst wel beschikbaar. En dan zouden die gegevens ook zeer bruikbaar zijn als vergelijkingsmateriaal.*
 - iii. *Van deelgebieden zijn lange jaarlijkse tijdreeksen van bodemdieren beschikbaar. Dit betreft:*
 1. *Het Balgzand wordt sinds 1970 in voor- en najaar bemonsterd op bodemfauna. Dat betekent dat er ook goede gegevens over groei, mortaliteit en recrutering van bodemdieren bekend zijn. Er zijn zeer veel zeer belangwekkende gegevens over deze reeks verschenen, zoals een voor-spelling over het effect van zeespiegelstijging of bodemdaling (Beukema 2002), de achteruitgang van het Nonnetje (Beukema, Dekker & Drent 2017a) en het bewijs dat mechanische kokkelvisserij geen lange-termijn effecten heeft op de recrutering van schelpdieren (Beukema & Dekker 2018).*
 2. *Er zijn een aantal raaien op de Piet Scheveplaat (sinds 1978), voor de Groninger kust bij Noordpolderzijl (sinds 1969) en op de Heringsplaat in de Dollard (sinds 1977) die jaarlijks worden bemonsterd in opdracht van Rijkswaterstaat. Zie bijvoorbeeld Dekker & Waasdorp (2008).*
 3. De Auditcommissie vindt dat een beslisschema bedoeld om uitspraken te doen voor het eventueel uitvoeren van de hand aan de kraan, niet moet kunnen leiden tot de uitspraak ‘monitoring verder ontwikkelen’.
 - a. *Reactie: wij hebben de uitspraak “monitoring verder ontwikkelen” uit het beslisschema ver-*

Tabel 5.1. Weergave in tabelvorm van het aangepaste beslisschema hoe monitoring resultaten vertaald kunnen worden naar uitspraken over het al of niet optreden van effecten van bodemdaling op de wadvogels, nodig om toepassen van het “Hand aan de kraan”-principe mogelijk te maken.

1	Trend uit tellingen geeft voldoende nauwkeurig beeld van ontwikkeling in de aantallen van een vogelsoort in bodemdalingsgebied?	Y→2	N→3
2	Vogelaantallen in bodemdalingsgebied ontwikkelen zich negatiever (of minder positief) dan elders?	Y→3	N→8
3	Is er sprake van een gevalideerde proxy voor draagkracht?	Y→4	N→5
4	Vertoont de proxy voor draagkracht een negatieve trend?	Y→6	N→8
5	Vertonen alle proxies dezelfde trend?	Y→4	N→7
6	Is de negatieve trend in de proxy geheel of deels het gevolg van bodemdaling?	Y→9	N→8
7	Geen uitspraak mogelijk		
8	Geen aanwijzing voor negatief effect bodemdaling		
9	Aanwijzing voor mogelijk negatief effect bodemdaling		

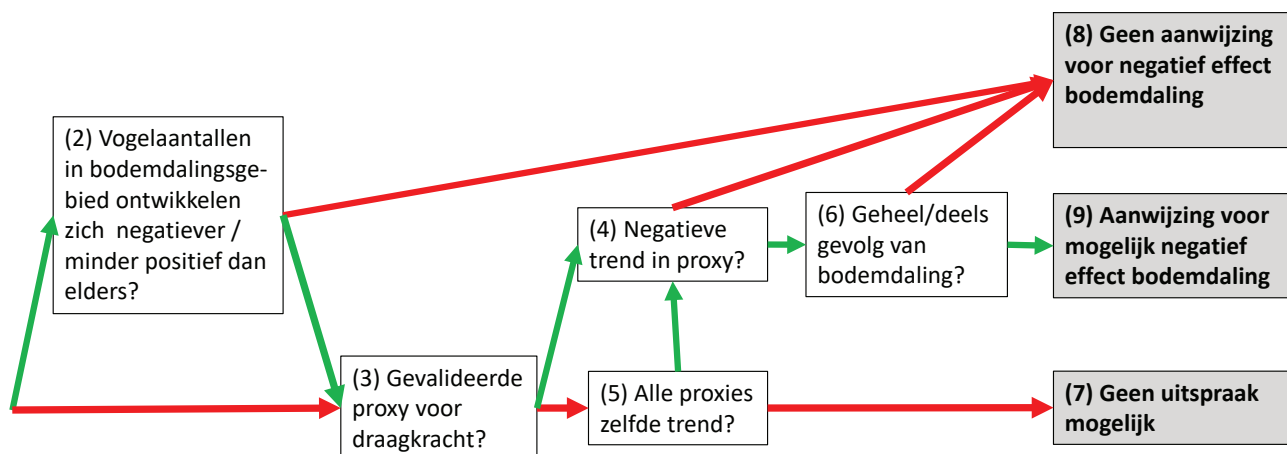
wijderd. In onze optiek was het daardoor wel noodzakelijk om als mogelijke conclusie “geen uitspraak mogelijk” toe te voegen.

4. In het schema ontbreekt nog aandacht voor ecologische verklaringen van waargenomen veranderingen in vogelaantallen of draagkracht. Het opnemen van een ecologische verklaringsstap in het schema is volgens de Auditcommissie essentieel om signalen in ecologisch perspectief te kunnen zetten.

a. Reactie: de vraag of een eventuele negatieve

trend in een proxy deels of geheel verklaard kan worden als gevolg van bodemdaling kan alleen beantwoord worden na een grondige analyse van mogelijke ecologische verklaringen. Met deze vraag worden de signalen deels in ecologisch perspectief geplaatst (zie hoofdstuk discussie).

Het aangepaste beslisschema is weergegeven als tabel in Tabel 5.1 en als schema in Figuur 5.1.



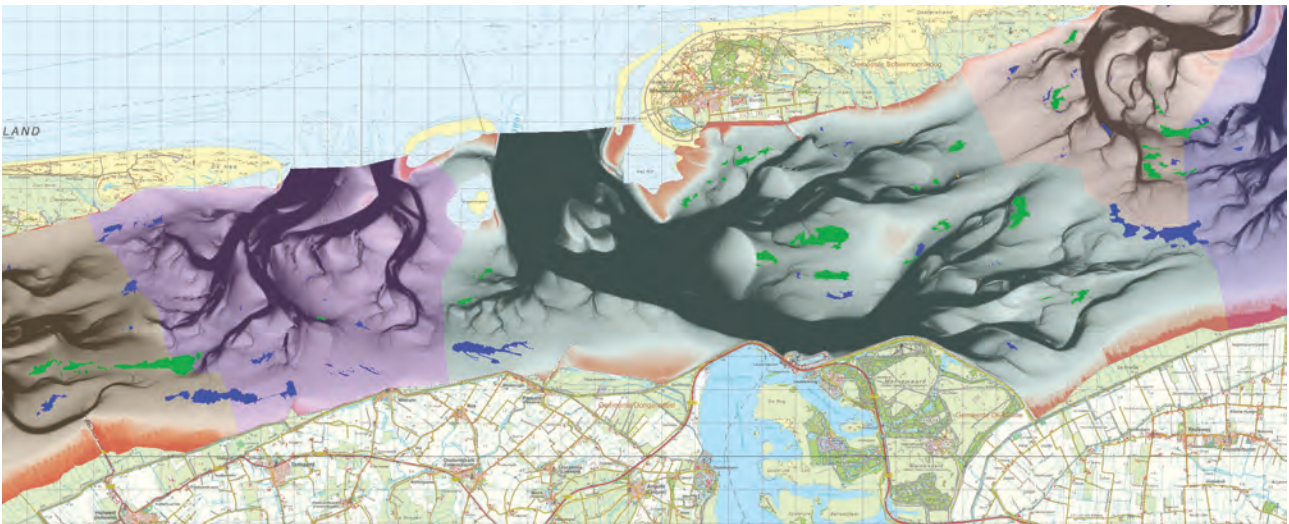
Figuur 5.1. Weergaven van het beslisschema hoe monitoring resultaten vertaald kunnen worden naar uitspraken over het al of niet optreden van effecten van bodemdaling op de wadvogels, nodig om toepassen van het “Hand aan de kraan”-principe mogelijk te maken. In open boxen vragen over de monitoringresultaten en in grijze boxen de voorgestelde besluitvorming. Pijlen zijn groen als het antwoord ja is en rood als het antwoord nee is.

6. Monitoring data

Voor de beschrijving van het onderzoeksgebied en de monitoring data kunnen wij goeddeels verwijzen naar de vorige rapportages (Ens *et al.* 2015b; Ens *et al.* 2016; Ens *et al.* 2017; Ens *et al.* 2018a). Waar nodig geven wij hier kort aanvullende informatie.

6.1. Onderzoeksgebied

Het onderzoeksgebied betreft de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag. In Figuur 6.1 is de komberging van het Pinkegat aangegeven met een paarse weerschijn en de komberging van de Zoutkamperlaag met een grijze weerschijn.



Figuur 6.1. Ligging van het aan Ameland grenzende onderzoeksgebied Pinkegat (paarse weerschijn) en het aan Schiermonnikoog grenzende onderzoeksgebied Zoutkamperlaag (grijze weerschijn). Ook weergegeven de contouren van de mosselbanken (blauw) en gemengde mossel-oester banken (groen) voor het jaar 2013.

6.2. Hoogtekaart

6.2.1. Lodingen

Voor dit rapport is de meest recente hoogtekaart cyclus5 gebruikt (Elias & Wang 2013) om gaten in de hoogtemetingen middels LiDAR op te vullen. Dit betreft met name de diepere delen. Er circuleert een nieuwere versie van deze kaart waarin de meest recente lodingen van het wad onder Rottum en het Eems-Dollard gebied zijn verwerkt, maar documentatie over deze kaart ontbreekt. Zonder documentatie is deze kaart niet bruikbaar. Aangezien we ons in dit rapport beperken tot Pinkegat & Zoutkamperlaag, die buiten het aangepaste gebied vallen, is het probleem niet groot.

6.2.2. LiDAR

In Tabel 6.1 zijn de beschikbare LiDAR kaarten weergegeven en de periode waarvoor ze gebruikt zijn in de berekeningen van de verschillende proxies. De LiDAR kaart voor het najaar van 2014 en 2015 zijn mislukt en vervangen door respectievelijk 2013 en 2016. Op de voorjaarskaart van 2018 ontbreken stukken die op andere Lidar kaarten wel aanwezig zijn. Deze kaart is daarom aangevuld met de na-jaarsmetingen uit hetzelfde jaar voorzover die boven

Tabel 6.1. Seizoenen waarvoor gerekend is en de op-namedatum van de LiDAR kaart die bij die berekeningen is gebruikt.

Datum berekening	Datum LiDAR kaart
2008 voorjaar	2010 voorjaar
2008 najaar/winter	2010 voorjaar
2009 voorjaar	2010 voorjaar
2009 najaar/winter	2010 voorjaar
2010 voorjaar	2010 voorjaar
2010 najaar/winter	2011 najaar
2011 voorjaar	2011 voorjaar
2011 najaar/winter	2011 najaar
2012 voorjaar	2011 voorjaar
2012 najaar/winter	2012 najaar
2013 voorjaar	2014 voorjaar
2013 najaar/winter	2013 najaar
2014 voorjaar	2014 voorjaar
2014 najaar/winter	2013 najaar
2015 voorjaar	2016 voorjaar
2015 najaar/winter	2016 najaar
2016 voorjaar	2016 voorjaar
2016 najaar/winter	2016 najaar
2017 voorjaar	2017 voorjaar
2017 najaar/winter	2017 najaar
2018 voorjaar	2018 voorjaar

-0.5m liggen. De dan nog ontbrekende hoogtes komen net zoals bij alle overige Lidar kaarten van de cyclus 5 hoogtekaart.

6.3. Waterstanden

De waterstandsmetingen zijn aangevuld met de metingen over de periode t/m december 2018.

De interpolatie van waterstanden tussen stations kan in principe verbeterd worden met behulp van een "amplitudekaart" van het gebied. Dat is een kaart met het verschil tussen gemiddeld hoog- en gemiddeld laagwater of een relatieve maat daarvoor. De interpolatie verloopt dan met relatieve waterstanden, de waterstanden gedeeld door de amplitudes op de meetlocaties. Het resultaat van de interpolatie kan dan weer vermenigvuldigd worden met de amplitude op de plek waarvoor gerekend wordt. Deze procedure is bedoeld om te corrigeren voor eventuele systematische getijverschillen tussen de zeegaten, wantijen en de meetstations die meestal bij de grote geulen liggen. Ten behoeve van het maken van zo'n amplitudekaart zijn gesimuleerde waterstanden beschikbaar gesteld door Janine Nauw van het NIOZ voor meer dan 200.000 punten rondom en in de Waddenzee (Nauw *et al.* 2017). In de vorige rapportage is uitgelegd waarom deze gegevens helaas niet bruikbaar bleken (Ens *et al.* 2017).

6.4. SIBES

Doordat het NIOZ de analyse van de SIBES monsters wist te versnellen konden voor deze rapportage de gegevens t/m het seizoen 2018 worden gebruikt voor Pinkegat/Zoutkamperlaag. De validatieberekeningen voor het hele Waddengebied zijn uitgevoerd

voor de jaren 2008 t/m 2013.

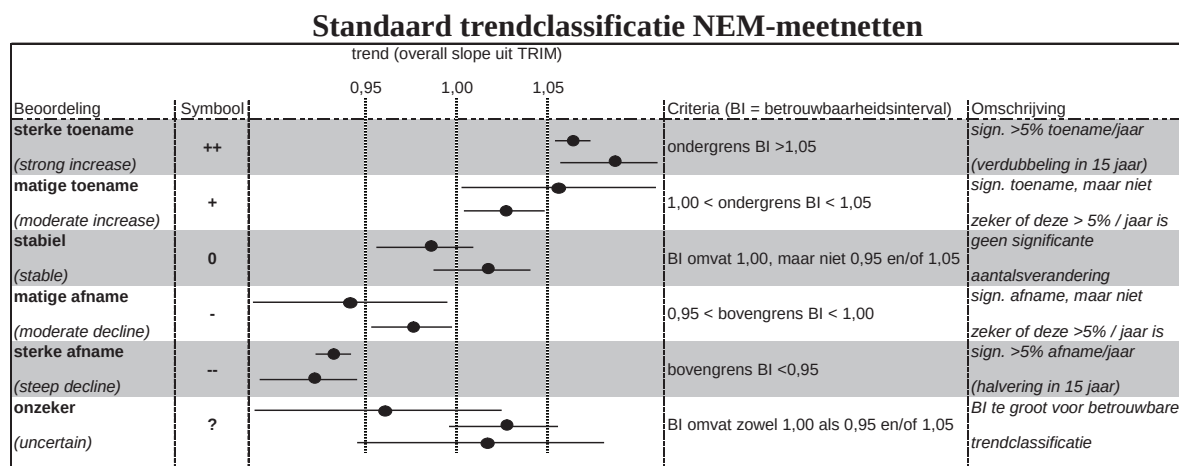
Recentelijk zijn deze gegevens gebruikt voor een zeer gedetailleerde analyse van de habitateisen van de voldoende algemene bodemdiersoorten (Folmer *et al.* 2017). De meeste bodemdiersoorten van de Waddenzee blijken in hun voorkomen af te hangen van de omgevingsvariabelen overspoelingsduur, korrelgrootte en zoutgehalte. Voor sommige soorten is ook golfimpact en bodemschuifspanning door stroming van belang. De meeste bodemdiersoorten hebben een relatief brede niche: ze komen voor onder een breed spectrum van fysische condities, en zijn niet bijzonder kieskeurig voor het habitat waarin ze voorkomen. Er zijn geen kritische drempels in de omgeving gevonden waarrond de gemeenschap sprongsgewijs verandert.

6.5. WOT litorale surveys Waddenzee

De WOT litorale schelpdiersurveys (bestanden van kokkels en mossels en contouren van mosselbanken, oesterbanken en gemengde banken), die jaarlijks worden uitgevoerd door WMR, waren beschikbaar t/m 2018. Daarbij moet aangetekend worden dat de contouren van de schelpdierbanken uit 2018 nog niet definitief zijn omdat het niet altijd lukt om alle contouren in een jaar in kaart te brengen en informatie uit latere jaren nodig is om de contouren van de niet in kaart gebrachte schelpdierbanken te reconstrueren.

Recente rapportages over deze surveys laten een toenemend areaal gemengde banken (Japanse Oesters en Mossels) zien en een enorme broedval van Mossels in 2016, die de winter van 2016/2017 goed heeft overleefd (van den Ende *et al.* 2017), maar wel geleden heeft onder winter van 2017/2018 (van den Ende *et al.* 2018). Na de enorme broedval van

Figuur 6.2. Trendclassificatie voor NEM-meetnetten. De zwarte stippen zijn de berekende trendwaarden, de horizontale lijnen zijn de 95% betrouwbaarheidsintervallen (BI). Ook de beoordeling van de trend en het daarbij behorende symbool is weergegeven.



Kokkels in 2011 heeft tot en met 2017 geen nieuwe massale broedval plaatsgevonden en het kokkelbestand is blijven afnemen (Troost *et al.* 2017b; Van Asch *et al.* 2018). De zomer van 2018 was extreem warm, waardoor abnormaal veel oude Kokkels afstierven (Troost & van Asch 2018), zodat er van de broedval uit 2011 nog maar heel weinig Kokkels resteerden. Wel leek er sprake van een nieuwe extreem goede broedval, maar de omvang daarvan kon niet worden vastgesteld.

6.6. Vogeltellingen

Voor de analyse van de vogelaantallen konden de gegevens t/m de winter van 2017/2018 worden gebruikt. Op zowel de korter termijn trends (vanaf 2008) als de lange termijn trends (vanaf 1994) is de trend geclassificeerd zoals dat ook gebeurt in de meetnetten van het NEM (Figuur 6.2).



7. Model: van benthos naar proxy

7.1. Algemeen

Voor de beschrijving van het model wordt verwezen naar de rapportages over de monitoringjaren 2015, 2016, 2017 en 2018 (Ens *et al.* 2015 - 2018). Uitvoerige documentatie van technische details is te vinden in EcoCurves Rapport 30 (Rappoldt, Ens & Schekkerman 2019).

7.2. Aanpassingen in 2018

In de aanloop naar de berekeningen voor de rapportage t/m monitoringjaar 2018 is uitgebreid onderzoek gedaan naar de met het model voorspelde diëten en de mate waarin die overeenkwamen met de beschikbare kennis over het dieet van de verschillende soorten in de Waddenzee. Op basis van die berekeningen zijn de volgende beslissingen genomen voor de huidige rapportage:

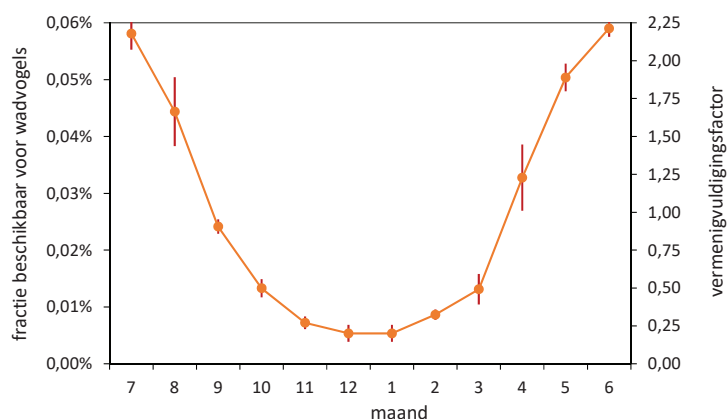
1. Berekeningen zijn uitgevoerd met de korte prooijijst.
2. Diepteverspreiding van schelpdieren afhankelijk van grootte en seizoen is overeenkomstig de reeds eerder gerapporteerde verbanden (Ens *et al.* 2018a).
3. Diepteverspreiding van wormen afhankelijk van grootte is overeenkomstig de eerder gerapporteerde verbanden (Ens *et al.* 2018a).
4. Er is besloten om de slecht bekende seizoensvariatie in diepte voor wormen niet meer in rekening te brengen.
5. Van de Wadpier is bekend dat de gang van de meeste dieren zo diep is dat geen enkele vogel erbij kan als de worm onderin zit. Echter, de worm is vangbaar als het dier omhoog komt om aan de oppervlakte te defaeceren. Deze activiteit varieert sterk in de loop van het seizoen en hieronder wordt beschreven hoe die seizoensactiviteit in rekening is gebracht.

7.3. Vangbaarheid van de wadpier

De Wadpier *Arenicola marina* is een in de Waddenzee talrijk voorkomende worm en maakt een substantieel deel uit van de totale biomassa aanwezig in de droogvallende wadplaten. Ze vormen een aanzienlijke component van het dieet van enkele grotere, langsnavelige wadvogelsoorten, met name Wulp, Rosse Grutto en Scholekster. Door zijn grootte is het ook een aantrekkelijke prooi, maar daar staat tegenover dat het overgrote deel van de individuen te diep zit ingegraven om door wadvogels te kunnen

worden gepakt. Wadpieren leven in semi-permanente, J- of U-vormige gangen met een diepte van 18-22 cm. Normaliter verblijven ze onderin hun gang en eten hier sediment dat aan de kopkant naar beneden zakt, om daar algen, bacteriën en ander organisch materiaal uit te halen. Als hun darmkanaal vol is kruipen ze kortstondig achteruit omhoog tot het staarteinde het oppervlak bereikt en defeceren daar een hoopje zand, alsof ze een tube tandpasta leeg knijpen. Alleen de langsnavelige Wulpen kunnen een klein deel van de (kleinere) Wadpieren ook onderin hun gang bereiken; voor alle overige wadvogels zijn de wormen alleen beschikbaar gedurende de tijd dat ze aan het oppervlak aan het defeceren zijn. Hoe vaak ze dat doen en hoe lang dat duurt bepaalt dus hun beschikbaarheid als vogelprooi.

Er zijn weinig metingen gedaan aan de oppervlakteactiviteit van Wadpieren die een directe schatting opleveren van hun beschikbaarheid als vogelprooi. Een uitzondering vormt Roukema (1984), die op het wad bij Paesens met camera's de productie van feceshoopjes mat gedurende negen laagwaterperiodes in de maanden augustus t/m oktober. Uit de filmbeelden bepaalde hij de fractie bij laagwater actieve dieren (aantal hoopjes waarin werd gedefeceerd gedeeld door maximale totaal aantal aanwezige hoopjes per maand), en de frequentie waarmee door de actieve pieren werd gedefeceerd. Beide grootheden bleken erg variabel van dag tot dag (%actief: 32-97%, gemiddelde $68 \pm 22\%$ sd; poepfrequentie: 0.24-0.87 /uur, gem. 0.50 ± 0.22), zonder een duidelijk verloop over de maanden. Uit andere metingen, waarbij de sedimentlaag werd uitgegraven en gezeefd, bleek het totale aantal hoopjes in augustus-september overeen te komen met het aantal aanwezige pieren, maar in oktober slechts 70% daarvan te bedragen. Een deel van de wormen was toen dus langere tijd inactief. Hiermee rekening houdend was in augustus-september 67% van alle aanwezige pieren actief bij laagwater, en defeceerde dan gemiddeld 0.53 maal per uur. In oktober defeceerde 51% van de pieren gemiddeld 0.37 maal per uur. Roukema bestudeerde ook het gedrag van op Wadpieren foeragerende Wulpen. De maximale tijdsduur tussen het moment dat een Wulp een defecerende pier ontdekte (aan een groter wordend hoopje) en hij/zij met succes zijn snavel in de wormgang stak was 3 seconden. Hoewel niet alle defecerende wormen onmiddellijk zullen zijn ontdekt is dit vermoedelijk een goede maat voor de tijdsduur waarover een poepende worm kwetsbaar is. Dit alles leidt tot de schatting dat op een willekeurig moment in augustus-september gemiddeld 0.03%, en in oktober 0.01% van alle in



Figuur 7.1. Seizoensverloop in de fractie van de aanwezige Wadpieren die op een willekeurig moment aan het oppervlak beschikbaar is als prooi voor foeragerende wadvogels (linker y-as). Op de rechter y-as staat de factor waarmee de dichtheid van Wadpieren in het rekenmodel moet worden vermenigvuldigd om de functionele respons te corrigeren voor seizoensvariatie in oppervlakte-activiteit (hier gelijk aan maandelijkse beschikbaarheid / jaargemiddelde beschikbaarheid, zie tekst).

het sediment aanwezige pieren aan het defeceren is en dus beschikbaar voor een wadvogel.

De activiteit van de (koudbloedige) Wadpieren varieert in de loop van het jaar, en daarmee hun beschikbaarheid. Cadée (1976) deed in de westelijke Waddenzee jaarrond metingen aan de fecesproductie, maar drukte deze uit in een eenheid (ml/uur) die niet direct is te vertalen in beschikbaarheid aan het oppervlak (Cadée bestudeerde Wadpieren als doorwoelers van het sediment, niet als prooidier). Door de gegevens van Cadée (1976) en Roukema (1984) te combineren kan hiervan toch een schatting worden gemaakt, onder de aanname dat het per keer uitgescheiden sedimentvolume over het jaar constant blijft. Dat laatste is niet onaannemelijk vanuit de gedachte dat de Wadpier er verstandig aan doet zich pas aan gevaar bloot te stellen als hij helemaal vol zit. Dan zal het verband tussen de fecesproductie en defecatiefrequentie recht evenredig zijn. In augustus-september en in oktober, de maanden waarin Roukema de defecatiefrequentie mat, bedroeg de door Cadée gemeten fecesproductie respectievelijk 40-74% en 22% van die in de maanden met maximale activiteit (juni-juli), wat betekent dat de fractie defecerende wormen in die topmaanden ca. 0.06% is. Hiermee is ook de beschikbaarheid in de overige maanden te herleiden. Midden in de zomer (juni-juli) is deze 11 maal zo groot als midden in de winter (Figuur 7.1).

Om deze seizoenvariatie in beschikbaarheid tot uitdrukking te brengen in de functionele respons moet in de berekening van die functionele respons de waarde voor de dichtheid aan Wadpieren worden vermenigvuldigd met een factor gelijk aan het verschil in de beschikbare fractie tussen de 'rekenmaand' en het moment waarop de waarnemingen zijn verricht waarop de functionele responsparameters zijn gebaseerd. De in het rekenmodel gebruikte responsparameters voor Wadpieren etende Rosse Grutto's zijn gebaseerd op waarnemingen verricht in mei (Duijns *et al.* 2014), zodat de vermenigvuldigingsfactor bepaald wordt door de maandelijkse beschikbare fracties te delen door die in mei. Voor de overige soorten zijn de parameters gebaseerd op waarnemingen in verschillende maanden, en die van de algemene functionele respons van Goss-Custard *et al.* (2006; 2015) zijn zelfs geïntegreerd over alle waarnemingen aan alle soorten in de dataset. Voor deze soorten is de vermenigvuldigingsfactor bepaald door de maandelijkse beschikbare fracties te delen door de jaargemiddelde beschikbare fractie. Dit is uiteraard een benadering, maar mede verdedigbaar omdat relatief veel van de onderliggende veldwaarnemingen zijn verricht in de voor- en najaarsperiodes, wanneer de activiteit van Wadpieren het dichtst bij het jaargemiddelde ligt (Figuur 7.1). De toegepaste vermenigvuldigingsfactoren staan in Tabel 7.1.

Tabel 7.1. Vermenigvuldigingsfactoren voor dichtheid in functionele responsen per maand voor de Rosse Grutto en andere vogelsoorten.

maand	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
overige soorten	0.20	0.32	0.49	1.22	1.88	2.20	2.17	1.65	0.90	0.50	0.27	0.20
Rosse Grutto	0.11	0.17	0.26	0.65	1.00	1.17	1.15	0.88	0.48	0.26	0.14	0.11

8. Validatie van de proxies

8.1. Inleiding

In deze studie zijn 7 verschillende grootheden berekend om de beschikbaarheid van exploiteerbaar voedsel voor wadvogels te kwantificeren: de proxies voor draagkracht. De hypothese daarbij is dat het aantal wadvogels dat het gebied over een langere periode kan herbergen (de 'draagkracht') wordt voorspeld door deze proxies. Dit leidt tot twee belangrijke vragen met betrekking tot de validatie van de proxies:

1. Is er in de praktijk inderdaad een samenhang zichtbaar tussen variatie in de berekende proxies en variatie in aanwezige aantallen wadvogels?
2. Hebben één of meer van de 7 ontwikkelde proxies een grotere voorspellende kracht dan de overige, en zo ja welke?

In de vorige rapportage hebben wij een poging ondernomen om deze vragen te beantwoorden door de proxies te combineren en naar een verband te zoeken tussen het aantal vogels enerzijds en anderzijds een maat op basis van gecombineerde proxies voor gebiedskwaliteit en het effectieve oppervlak van het foerageergebied (Ens *et al.* 2018a). De hoop was dat op deze manier de validatie niet vertekend zou worden door potentieel sterk variërende oppervlaktes ongeschikt wad. Onderdeel van deze validatie was dat er drie parameters gefit moesten worden: een parameter voor het aantal vogels dat overeenkwam met de gemiddelde kwaliteit van de onderscheiden gebieden en het gemiddelde effectieve oppervlak, een dimensieloze parameter voor de gevoeligheid van het aantal vogels voor gebiedskwaliteit en een dimensieloze parameter voor de gevoeligheid van het aantal vogels voor de effectieve gebiedsgrootte. Dit leverde een bevredigend resultaat op voor drie soort-seizoen combinaties: Wulp-nazomer, Scholekster-nazomer en Tureluur-winter. Voor de overige 23 soort-seizoen combinaties waren de resultaten om verschillende redenen niet bruikbaar, zoals een erg lage verklaring van de variatie in vogelaantallen, een extreem hoge waarde voor een van de gevoeligheidsparameters, of zelfs een negatieve waarde voor een gevoeligheidsparameter, wat neerkomt op minder vogels als de geschikte oppervlak of de kwaliteit van het gebied toeneemt (Ens *et al.* 2018a). De weinige goede verbanden zouden dus ook een gevolg van toeval kunnen zijn.

Om de bovenstaande vragen te beantwoorden zijn we daarom teruggevallen op de originele berekende proxies en hebben die geconfronteerd met waargenomen (getelde) vogelaantallen. We hebben ervoor gekozen om te kijken naar variatie in de ruimte, dus tussen verschillende gebieden in de Waddenzee en

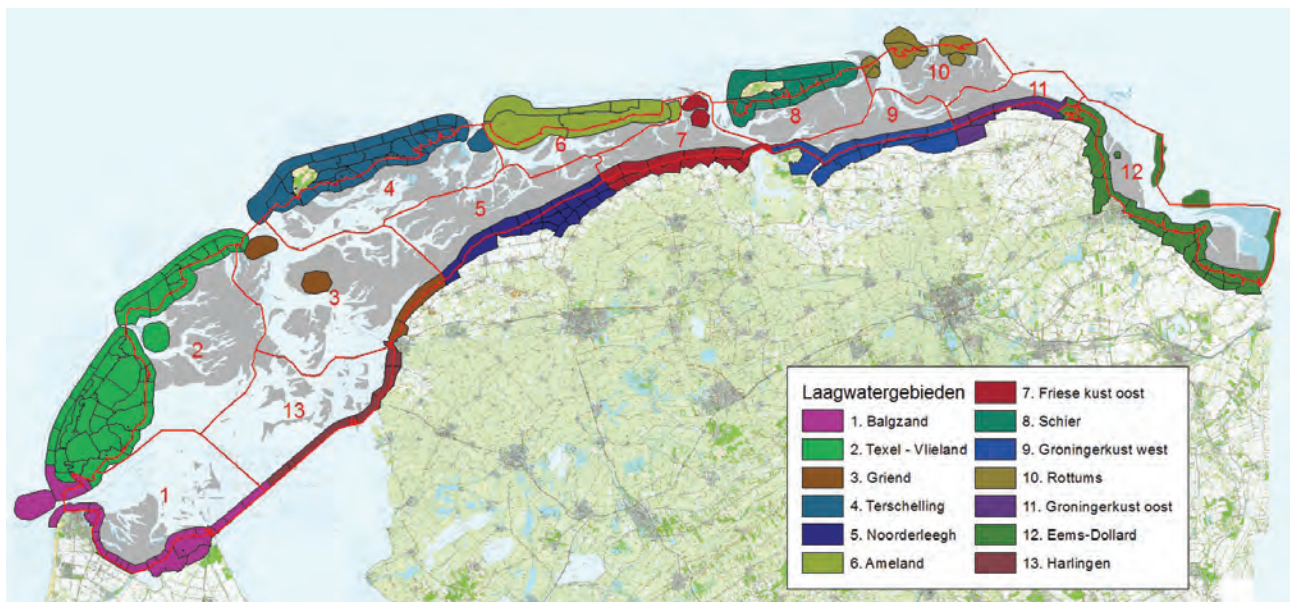
niet naar de variatie in de tijd binnen een gebied. Een belangrijke reden daarvoor is dat werd ingeschat dat de (gemiddelde) voedselbeschikbaarheid in verschillende delen van de Waddenzee een grotere variatie vertoont dan de jaarlijkse voedselbeschikbaarheid in één gebied, en daardoor de kans groter is om een statistische samenhang te kunnen onderscheiden van de achtergrondruis. Die ruis bestaat onder meer uit 'toevallige fouten' in de vogeltellingen, die in een tijdreeks uit één gebied ook relatief meer invloed kunnen hebben dan bij vergelijkingen over meerdere grote gebieden.

Uiteindelijk is gekozen voor een hybride aanpak, waarbij zowel is gekeken naar variatie in de ruimte, tussen 12 deelgebieden in de Waddenzee, als in de tijd, tussen de zes jaren waaruit voor de hele Waddenzee SIBES-gegevens over bodemfauna beschikbaar waren (2008-2013). Deze keuze is gemaakt toen bleek dat ook binnen de onderscheiden deelgebieden aanzienlijke jaarvariatie bestond in de grootte van de proxies. We confronteren dus jaarlijkse aantallen wadvogels aanwezig per deelgebied in de Waddenzee in de voor de betreffende soort relevante rekenmaanden met de jaarlijkse berekende proxy-waarden in die deelgebieden.

8.2. Deelgebieden: kombergingen en eilanden

Foeragerende wadvogels worden bij vloed door het opkomende water naar de hogere delen van de wadplaten gedreven. Uiteindelijk verkassen ze naar hun hoogwatervluchtplaatsen (hvp's), totdat de foerageergebieden weer droogvallen. Vaak bestaan die hvp's uit kwelders of zandplaten zo dicht mogelijk bij de hogere delen van het wad. Dat impliceert dat ook veel wadvogels overtijen in de buurt van een wantij. Bij afgaand water maken grote aantallen vogels gebruik van het droogvallend wad op het wantij en dus van de twee kombergingen die door dat wantij worden gescheiden.

Omdat de vogels tijdens hoogwater geteld worden en de grenzen tussen de kombergingen dichtbij grote hoogwatervluchtplaatsen liggen is het moeilijk of onmogelijk om de vogelaantallen nauwkeurig toe te wijzen aan de ene of de andere komberging. Je kunt daar iets voor aannemen om toch uit de hoogwatertellingen een aantal per komberging te schatten, maar door de grote onzekerheid is deze aanpak voor de validatie van proxies ongeschikt. Een koppeling tussen de laagwater-foerageergebieden en de getelde aantallen vogels is veel beter te maken als we de gebieden tussen de zeegaten als eenheid gebruiken.



Figuur 8.1. Hoogwatertelgebieden en de bijbehorende laagwaterfoerageergebieden van de wadvogels die in dit rapport bestudeerd worden. Niet alle wadvogelsoorten gebruiken het volledige laagwatergebied. In appendix 1 is voor elke soort aangegeven welk deel van het intergetijdegebied als geschikt voedselgebied is aangemerkt in de berekeningen. Zie ook de vorige rapportages over het tot stand komen van de grenzen en de inschatting welk deel van het voedselgebied geschikt is (Ens et al. 2017; Ens et al. 2018a).

De vogels die op een eiland overtijen verspreiden zich over het wad onder het eiland. We hebben natuurlijk ook te maken met de vogels die op het vasteland overtijen. Uit zichtwaarnemingen is ongeveer bekend welke wadplaten vanuit de eilanden en welke vanuit het vasteland worden aangevlogen. Dit leidt tot een indeling in 13 deelgebieden (Figuur 8.1) waarvoor de aantallen vogels zijn geschat uit de beschikbare hoogwatertellingen. De begrenzingen tussen deze deelgebieden zijn natuurlijk ook niet met zekerheid bekend, en zijn ook niet voor alle wadvogelsoorten precies hetzelfde. Het zijn echter grenzen die relatief ver van de belangrijkste hoogwatervluchtplaatsen af liggen en de fouten zijn daarom kleiner dan bij grenzen die over de wantijen lopen (met kombergingen als deelgebieden).

8.3. Regressiemodellen

Onze aanname is dat de verspreiding van de vogels in de Waddenzee mede wordt bepaald door variatie in voedselaanbod tussen de deelgebieden. Als er sprake is van een verband tussen vogelaantallen en voedselaanbod kunnen we de betreffende proxies gebruiken voor monitoring. Als we, zoals in deze validatie, (mede) kijken naar variatie tussen jaren is het echter optimistisch om te veronderstellen dat er tussen deze grootheden een rechtlijnig verband zal zijn. De beschikbare hoeveelheid voedsel kan van jaar op jaar zeer grote schommelingen vertonen, bijvoorbeeld onder invloed van een massale zaadval van

schelpdieren of van wintersterfte. Vogelpopulaties fluctueren doorgaans veel minder sterk in de tijd; aantalsregulatie vindt plaats over langere perioden, waarbij vooral de slechtere voedseljaren bepalend zullen zijn. Een realistischer veronderstelling is daarom dat niet zo zeer het absolute aantal vogels, maar vooral hun verdeling over de Waddenzee samenhangt met variatie in het voedselaanbod.

Het aandeel van het totale aantal vogels aanwezig in de Waddenzee dat in jaar j verblijft in deelgebied i (y_{ij}) is dan evenredig met het aandeel van de totale hoeveelheid (proxy voor) voedsel in de Waddenzee in jaar j dat in deelgebied i ligt (x_{ij}):

$$\frac{y_{ij}}{\sum_i y_{ij}} = a \frac{x_{ij}}{\sum_i x_{ij}} \quad (1).$$

Als het verband recht evenredig is geldt $a = 1$. Vergelijking (1) is te herschikken tot:

$$y_{ij} = a x_{ij} \frac{\sum_i y_{ij}}{\sum_i x_{ij}}$$

en op een logaritmische schaal te schrijven als:

$$\log y_{ij} = \log a + b_1 \log x_{ij} + b_2 \log \sum_i x_{ij} + b_3 \log \sum_i y_{ij} \quad (\text{model 1}).$$

Te verwachten is dat het aandeel vogels in deelgebied i groter zal zijn naarmate er lokaal meer voedsel ligt en naarmate het totale aantal vogels in jaar j gro-

ter is, maar kleiner naarmate de totale hoeveelheid voedsel in jaar j toeneemt, en dus ook elders meer vogels terecht kunnen. Bij volledige evenredigheid geldt: $b_1 = 1$, $b_2 = -1$, $b_3 = 1$, en $a = 1$ ofwel $\log(a) = 0$. Dit is te schrijven als:

$$\log y_{ij} = \text{offset}(\log x_{ij} + \log \sum_i x_{ij} + \log \sum_i y_{ij}) \quad (\text{model 2}).$$

Om de aanname van recht evenredigheid te toetsen is getoetst of model 1 beter op de gegevens past dan model 2, en of het intercept van model 2 ($= \log(a)$) gelijk is aan 0. Daarnaast is gekeken naar de algemene fit van deze modellen, onder meer door een grafische weergave waarin de vogelaantallen zijn uitgezet tegen herschaalde proxies, gecorrigeerd voor jaarverschillen in het totale voedselaanbod en de totale vogelaantallen in de Waddenzee. In deze grafieken bleek nogal eens dat datapunten van hetzelfde gebied in verschillende jaren clusters vormden die wezen op een gebiedspecifieke relatie tussen vogelaantallen en proxies. Daarom is ook een derde model aangepast met deelgebied als extra term:

$$\log y_{ij} = \text{offset}(\log x_{ij} + \log \sum_i x_{ij} + \log \sum_i y_{ij}) + b_4 \text{Gebied}_i \quad (\text{model 3}).$$

Deze analyse is uitgevoerd op de gegevens van 12 deelgebieden. Laagwatergebied 4 (Harlingen) is hierbij niet meegenomen, omdat hier maar weinig (en grotendeels laag gelegen) droogvallend wad is, de berekende proxywaarden nogal eens afwijkend (laag) leken en ook de toewijzing van dit foerageergebied aan hyp's relatief onzeker is. In deelgebied Eems-Dollard zijn in 2008 geen SIBES-monsters genomen en konden dus geen proxies worden berekend. Hiervoor zijn de gemiddelde proxywaarden uit de overige jaren in dit gebied gebruikt.

8.4. Resultaten en discussie

8.4.1. Correlaties tussen proxies

Tabel 8.1 geeft een beeld van de onderlinge correlaties tussen de berekende proxies. We kijken hierbij binnen de vogelsoort/maand-combinaties, omdat bij beschouwing over alle soorten systematische verschillen tussen de soorten in berekende proxywaarden (o.a. afhankelijk van de grootte van gegeten prooien) de correlaties mede bepalen. De correlatiecoëfficiënten zijn door de bank genomen hoog, maar er is wel enige structuur zichtbaar. De aanwezige biomassa (BMaanw) vertoont van alle proxies de minste samenhang met de overige (gemiddelde correlatie met andere proxies 0.72, tegen 0.81-0.87), en het 'geschikt oppervlak' (Opp) vertoont iets meer overeenkomst met de functionele respons-proxies (FRaanw, FRoogst, FRoogstDr) dan met de biomassa's (BMaanw, BMoogst, BMoogstDr). Dit is begrijpelijk aangezien het geschikte oppervlak direct samenhangt met het aantal cellen waar de functionele respons boven de door voedselbehoefte gestelde drempel uitkomt. Met uitzondering van BMaanw zijn de onderlinge correlaties echter zo hoog dat de verschillende proxies kennelijk een tamelijk inwisselbare beschrijving geven van het voedselaanbod, al lijkt het erop dat de biomassa-proxies hierin subtiel verschillen van het geschikte oppervlak en de functionele respons-proxies.

Dit alles betekent ook dat er nauwelijks aanleiding is om te verwachten dat één of enkele proxies een grotere samenhang zullen vertonen met de vogelaantallen dan de andere. Dit blijkt ook inderdaad uit de resultaten van de regressiemodellen.

Tabel 8.1. Onderlinge correlaties tussen de 7 proxies op basis van waarden in 12 deelgebieden in de Waddenzee in 6 jaren. Gegeven zijn de gemiddelden van de 26 correlatiecoëfficiënten per vogelsoort/maand combinatie. Hoe donkerder groen de cel, hoe hoger de correlatie.

	Opp	BMaanw	BMoogst	BMoogstDr	FRaanw	FRoogst	FRoogstDr
Opp	***1						
BMaanw	0.71	***1					
BMoogst	0.80	0.76	***1				
BMoogstDr	0.76	0.72	0.96	***1			
FRaanw	0.91	0.75	0.76	0.72	***1		
FRoogst	0.96	0.73	0.84	0.82	0.93	***1	
FRoogstDr	0.90	0.68	0.79	0.84	0.87	0.95	***1

8.4.2. Regressiemodellen

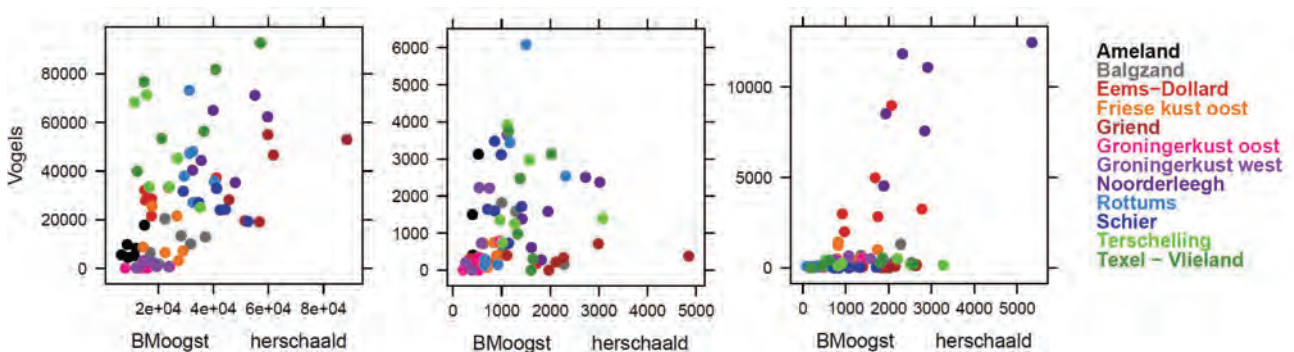
Als de toets van model 1 tegen model 2 voor een bepaalde vogelsoort/maand combinatie een significant resultaat oplevert betekent dit dat de regressiecoëfficiënten afwijken van de bij rechte evenredigheid veronderstelde $\{b_1 = 1, b_2 = -1, b_3 = 1\}$. Dit was het geval bij 12 van de 26 combinaties (zie appendix 2). Zoals te verwachten op basis van de hoge onderlinge correlaties (zie vorige paragraaf) was deze toets doorgaans significant bij ofwel de meeste, ofwel (bijna) géén van de 7 proxies per vogelsoort/maand. Voor model 2 verschilde het intercept significant van 0 ($a = 1$) bij 18-20 van de soort/maand-combinaties. Bij geen ervan vielen beide toetsen (voor de meeste van de 7 proxies) niet significant uit. Dit betekent dat bij alle soort/maand combinaties de hypothese van een recht evenredig verband tussen de proportionele vogelaantallen en proportionele proxywaarden moet worden verworpen.

Model 1 gaf echter op zichzelf een significant resultaat voor 12 soort/maand combinaties: bij Bergeend (januari), Pijlstaart (jan), Scholekster (jan, sep), Kluut (sep, nov), Bonte Strandloper (sep, mei), Rosse Grutto (aug, mei) en Wulp (jan, sep). In geen van deze gevallen kwam dit door een significante bijdrage van de term $\sum_{ij} y_{ij}$, het totale aantal vogels in de Waddenzee, wat erop wijst dat er bij deze soorten wel een verband is tussen de proportionele vogelaantallen en het berekende voedselaanbod, zij het niet recht evenredig. Het aandeel van de totale variantie in proportionele vogelaantallen dat door dit verband werd verklaard was bij de meeste soorten echter klein (<25%). Uitzonderingen hierop zijn bij Bonte Strandloper (sep, 56%), Rosse Grutto (aug, 42%), Wulp (18-38%) en Scholekster (27-29%) (zie appendix 2 voor een volledig overzicht).

Inspectie van de grafische relatie tussen vogelaantal-

len en proxies liet voor meerdere vogelsoort- proxy combinaties een opvallende clustering van punten per deelgebied zien (Figuur 8.2). Toevoeging van een term 'gebied' aan model 1 of 2 (in model 3) leverde inderdaad een significante verbetering op, voor alle proxies en alle vogel/maandcombinaties met uitzondering van Zilverplevier in januari (appendix 2). Dit betekent dat de verspreiding van vogels over de Waddenzee niet alleen wordt bepaald door het voedselaanbod maar dat er ook een belangrijke invloed is van andere factoren, die (deels) samenhangen met de onderscheiden deelgebieden. Dit kunnen ecologische factoren zijn, zoals ruimtelijke verschillen in omstandigheden zoals slibgehalte, de beschikbaarheid van bepaalde typen hoogwatervluchtplaatsen, van 'aanvullende' binnendijkse foerageergebieden die benutbaar zijn tijdens hoogwater, etc. Het kan echter ook gaan om artefacten, zoals fouten in de toewijzing van hvp's aan laagwatergebieden. Zo is bijvoorbeeld denkbaar dat de ogenschijnlijke onderbenutting van voedsel door Zilverplevieren in laagwatergebied Griend niet reël is maar tot stand komt doordat hier foeragerende Zilverplevieren niet op Griend zelf overtijen maar langs de Friese kust.

De veelheid aan gebiedsgebonden factoren die een rol kan spelen maakt dat een zwakke correlatie tussen (proportionele) vogelaantallen en berekende proxies niet meteen leidt tot de conclusie dat de proxy geen goede afspiegeling is van de werkelijke beschikbaarheid van voedsel voor de betreffende wadvogelsoort. Om die reden is bij de beoordeling van de monitoringresultaten aan de hand van het beslissingschema in hoofdstuk 5 een tamelijk ruimhartig criterium gehanteerd voor een 'gevalideerde proxy': een significant resultaat van model 1 met een verklaarde variantie (R^2_{adj}) > 0.25.



Figuur 8.2. Drie voorbeelden van de relatie tussen vogelaantallen en voedselbeschikbaarheid (oogstbare biomassa) in 12 deelgebieden van de Waddenzee (aangegeven met kleuren) in de 6 validatiejaren. Bij de Bonte Strandloper in september (links) is een correlatie zichtbaar, bij Zilverplevier in januari (midden) niet. Kluten in september (rechts) komen eigenlijk alleen in forse aantallen voor in de laagwatergebieden Noorderleegh en Eems-Dollard en nauwelijks in de overige gebieden, ongeacht hoeveel voedsel daar ligt. Ook bij de andere twee soorten zijn 'gebiedseffecten' herkenbaar, bijvoorbeeld het geringe voorkomen van Zilverplevieren rond Griend en de relatieve talrijkheid van Bonte Strandlopers op Texel-Vlieland.

9. Resultaten

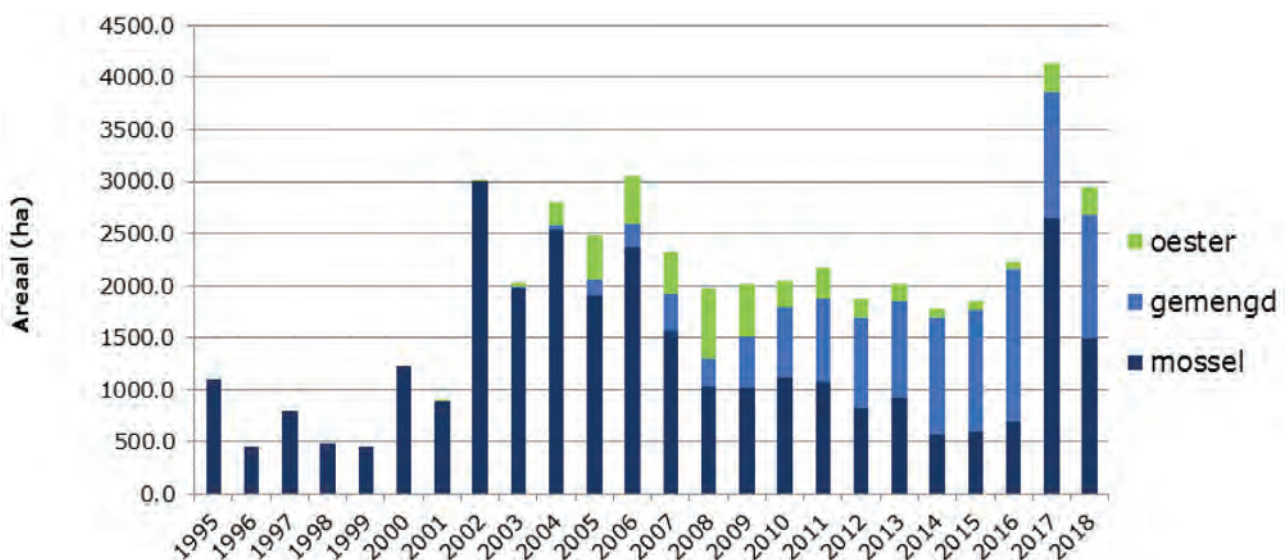
9.1. Ontwikkelingen bodemdieren Waddenzee

De ontwikkelingen van het voedselaanbod voor de vogels in het bodemdalingsgebied vinden plaats binnen de context van de veranderingen in de Waddenzee. Het lijkt daarom nuttig deze veranderingen en kennis over onderliggende processen eerst kort te bespreken. Vooral ook omdat het deels om grootschalige processen op lange termijn gaat. Misschien wel de meest ingrijpende gebeurtenis in de afgelopen decennia was het vrijwel volledige verdwijnen van de droogvallende mosselbanken rond 1990. Dit was het gevolg van een toename van de visserij op droogvallende mosselbanken in een periode met weinig broedval (Beukema & Cadée 1996; Ens, Smaal & de Vlas 2004; Ens 2006). Na een betere bescherming zijn de droogvallende mosselbanken langzaam teruggekeerd. In 1994 is er nog grootschalig op droogvallende mosselbanken gevisst en in 2001 heeft er een kleinschalige experimentele bevissing plaatsgevonden (Smaal *et al.* 2004). Daarna zijn de banken niet meer bevisst als gevolg van de aangescherpte beschermingsmaatregelen en is er sprake van een sprongsgewijs herstel (Figuur 9.1).

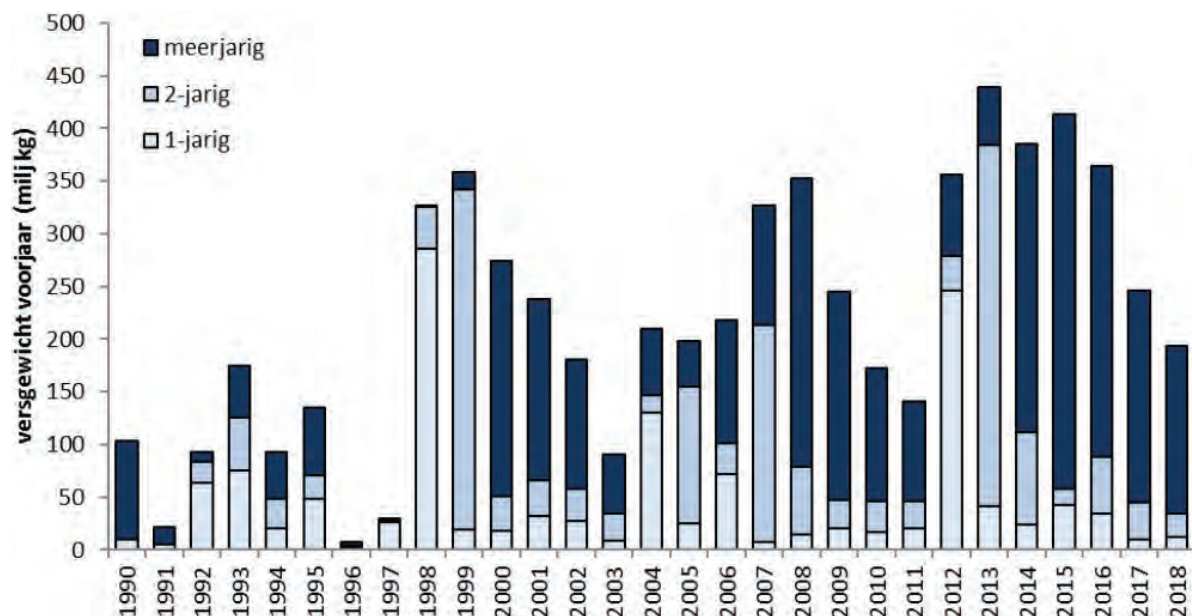
Herstel van die banken vereiste grootschalige broedval en die is zeldzaam en onvoorspelbaar. Van grootschalige broedval van mosselen in de Nederlandse Waddenzee was slechts sprake in 1994, 2001, 2003 en 2016 (van den Ende *et al.* 2018), gemiddeld eens in de zeven jaar. Tijdens het herstel van de droogval-

lende mosselbanken vond ook een enorme uitbreiding van de Japanse oester plaats, een exoot die al sinds 1983 in de Nederlandse Waddenzee voorkwam (Dankers *et al.* 2004), maar zich pas rond 2003 massaal begon uit te breiden. Aanvankelijk leek het alsof de Japanse oester de mosselbanken overwoerden en de mossel misschien geheel zouden verdringen, maar ondertussen ontwikkelen zich steeds meer gemengde banken waar de mossels zich tussen de oesters vestigen. Na 30 jaar is het areaal “mosselbanken” weer op het niveau van voor de verdwijning, al zal het aandeel gemengde banken waarschijnlijk blijven groeien en ook het totale areaal zou nog kunnen toenemen (van der Meer *et al.* 2018).

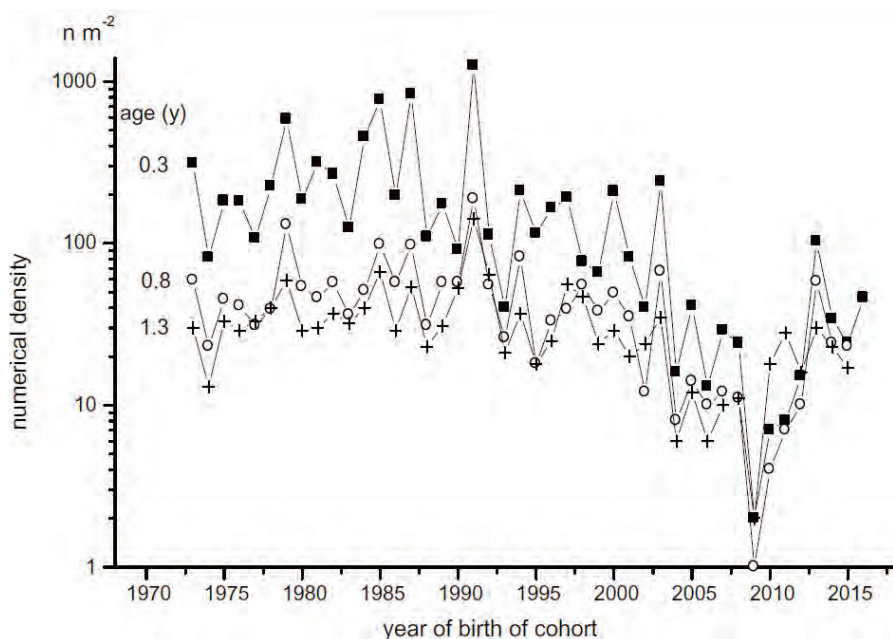
Behalve mosselvisserij op de platen was er rond 1990 ook sprake van grootschalige mechanische kokkelvisserij op de wadplaten. In sommige jaren kon een aanzienlijk deel van het kokkelbestand worden opgevist (Ens, Smaal & de Vlas 2004). Volgens sommige onderzoeken zouden er ook lange termijn effecten zijn op de sediment huishouding met een negatief effect op de rekrutering van veel schelpdiersoorten (Piersma *et al.* 2001), maar verschillende meer recente onderzoeken maken dit onaannemelijk (Wijnhoven *et al.* 2011; Beukema & Dekker 2018). In 2005 werd de mechanische kokkelvisserij verboden. Ten tijde van de mechanische kokkelvisserij was er sprake van kleinschalige handmatige kokkelvisserij, maar de omvang daarvan is toegenomen na het beëindigen van de mechanische kokkelvisserij. De kokkelbestanden zijn toegenomen, maar net



Figuur 9.1. Arealen van oester-, mossel- en gemengde banken van 1995 tot 2018. De arealen van 2016 t/m 2018 zijn gebaseerd op een voorlopige inschatting, voor deze jaren kunnen in 2019 en 2020 correcties worden verwacht op basis van de dan ingemeten arealen. Bron: van den Ende *et al.* (2018).



Figuur 9.2. De geschatte litorale kokkelbiomassa (miljoen kg versgewicht) bij de voorjaarsbemonstering in de Waddenzee in de periode 1990-2018, onderverdeeld in jaarklassen (1-jarig (inclusief incidenteel aangetroffen broed = 0-jarig), 2-jarig en meerjarig). Bron: Van Asch et al. (2018).



Figuur 9.3. Lange-termijn (1973-2016) gegevens van de halfjaarlijkse (einde winter en einde zomer) schattingen van de dichtheid recruten van het Nonnetje (*Limecola balthica*) op het Balgzand, in aantallen per m^2 (gemiddeld over 15 raaien). Dichtheden zijn bepaald voor drie leeftijden van elke recruit van elk cohort: (dichte vierkanten) in de zomer op een leeftijd van 0,3 jaar, (open rondjes) in de winter op een leeftijd van 0,8 jaar, en (kruizen) in de zomer op een leeftijd van 1,3 jaar. Bron: Beukema, Dekker & Drent (2017a).

als bij mossels is er maar af en toe sprake van een massale broedval (Figuur 9.2). Bij Kokkels ging het om 1996 (die de strenge winter van 1996/1997 niet overleefde), 1997, 2003 en 2011. Net als bij mossels gemiddeld eens in 7 jaar, maar m.u.v. 2003 wel in andere jaren. Mogelijk heeft zich in 2018 weer een zeer goede broedval voorgedaan.

Een ander belangrijk schelpdier, het Nonnetje, vertoont een heel ander patroon. Deze soort werd gekenmerkt door een hele stabiele populatie opbouw, tot aan het begin van de vorige eeuw de populatie instorte (Figuur 9.3). Dit patroon werd eerst beschreven voor het Balgzand, maar is ook elders in de Waddenzee waargenomen (Beukema, Dekker &

Drent 2017b). De verklaring wordt gezocht in negatieve gevolgen van hogere temperaturen als gevolg van klimaatverandering en daarnaast de uitbraak van een onbekende ziekte (Beukema, Dekker & Drent 2017a).

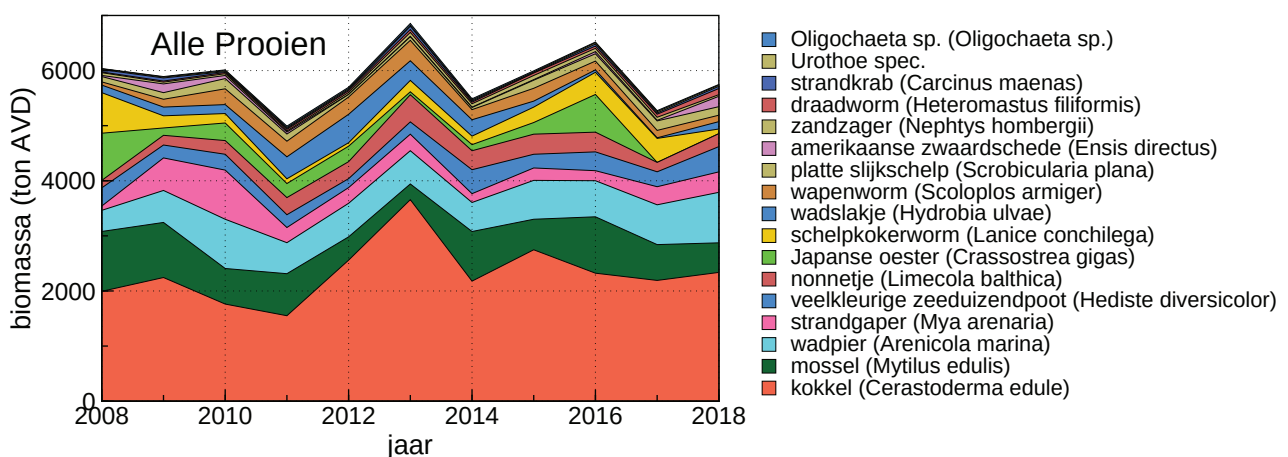
Sommige soorten bodemdieren, zoals de Kokkel, de schelpkokerworm en *Nephtys hombergi*, zijn gevoelig voor vorstperiodes en kunnen massaal sterven in een strenge winter, zodat er overal schaarste optreedt (Beukema *et al.* 1993). Na zo'n strenge is er dan vaak weer massale broedval. Die broedval levert veel voedsel voor de kortsnavelige kleine wadvogels, maar als de prooidieren ouder en groter worden graven ze zich dieper in en worden ze prooi voor de grotere wadvogels met een langere snavel (Zwarts & Wanink 1993).

Door deze natuurlijke en door menselijke activiteiten veroorzaakte variatie kan het voedselaanbod voor een specifieke wadvogelsoort van jaar op jaar sterk verschillen.

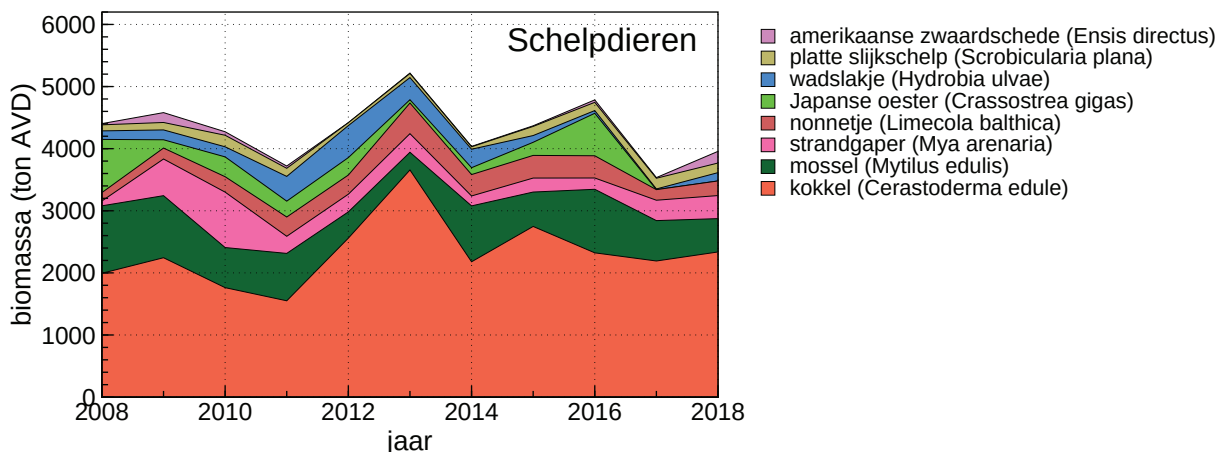
9.2. Voedselaanbod Pinkegat-Zoutkamperlaag

De ontwikkeling van het totale bestand (in termen van biomassa) van de bodemdieren in Pinkegat-Zoutkamperlaag is weergegeven in Figuur 9.4. De Kokkel domineert: 30% - 50% van de biomassa bestaat uit Kokkels. Er is geen duidelijke trend.

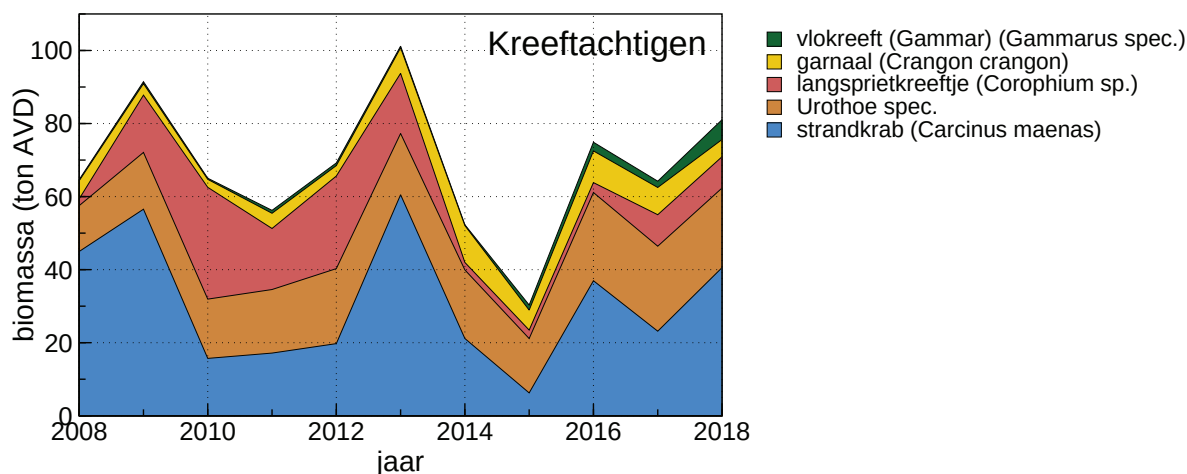
Er is ook geen trend als alleen naar de schelpdieren wordt gekeken, maar dan is de dominantie van de Kokkel natuurlijk nog sterker (Figuur 9.5). De Kokkel biomassa piek in 2013 is het gevolg van de massale broedval in 2011, waarvan de Kokkels in 2013 sterk gegroeid waren (Figuur 9.2). Ook de bestanden van Mossel, Strandgaper, Nonnetje en Wadslakje zijn substantieel. De bestanden van de Amerikaanse Zwaardschede daarentegen zijn marginaal. In de Nederlandse kustwateren is dit tegenwoordig veruit de algemeenste soort (Troost *et al.* 2017a). Het is een sublitorale soort die alleen in de laagste delen van



Figuur 9.4. Ontwikkeling van de totale biomassa bodemdieren (in tonnen asvrij drooggewicht) in de kombergingen van Pinkegat-Zoutkamperlaag in de zomer, onderverdeeld naar de verschillende soorten prooidieren.



Figuur 9.5. Ontwikkeling van de totale biomassa schelpdieren (in tonnen asvrij drooggewicht) in de kombergingen van Pinkegat-Zoutkamperlaag in de zomer, onderverdeeld naar de verschillende soorten schelpdieren.



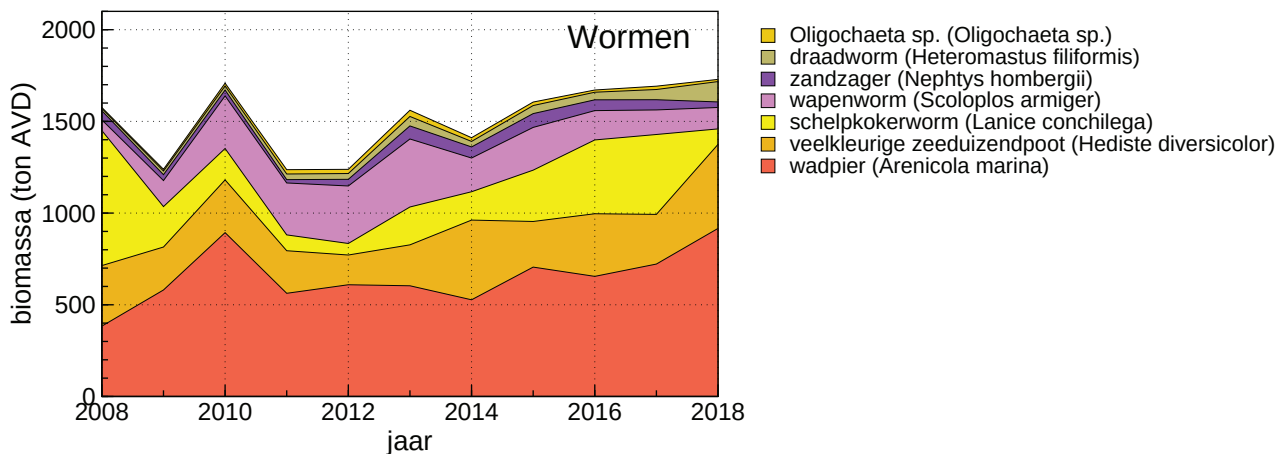
Figuur 9.6. Ontwikkeling van de totale biomassa kreeftachtigen (in tonnen asvrij drooggewicht) in de kombergingen van Pinkegat-Zoutkamperlaag in de zomer, onderverdeeld naar de verschillende soorten kreeftachtigen.

het litoraal voorkomt. Scholeksters kunnen een zeer hoge predatiedruk uitoefenen op die litorale mesheften (Dokter *et al.* 2017).

De kreeftachtigen fluctueren zeer sterk als gevolg van sterke fluctuaties in het bestand Strandkrabben en het bestand aan Langsprietkreeftjes, maar er is geen duidelijke trend (Figuur 9.6). In vergelijking tot de andere bodemdieren is de fractie kreeftachtigen minimaal (maximaal 100 ton AVD, terwijl het totale bestand bodemdieren fluctueert tussen 5000 en

7000 ton AVD), maar ze zijn zeer in trek als prooidier.

Er lijkt sprake van een lichte stijging in het bestand wormen (Figuur 9.7). Wormen vormen na de schelpdieren een belangrijk deel van de biomassa bodemdieren. Binnen de wormen heeft de Wadpier het grootste aandeel, gevolgd door de Veelkleurige Zeeduizendpoot, de Schelpkokerworm en de Wapenworm.



Figuur 9.7. Ontwikkeling van de totale biomassa wormen (in tonnen asvrij drooggewicht) in de kombergingen van Pinkegat-Zoutkamperlaag in de zomer, onderverdeeld naar de verschillende wormensoorten.

9.3. Vogels

De resultaten worden per soort beschreven. De soortbeschrijvingen bestaan uit de volgende onderdelen:

1. De resultaten van de trend in aantallen in Pinkegat/Zoutkamperlaag en de vergelijking met de aantalsontwikkelingen elders. De trends worden geclassificeerd volgens de NEM-criteria.
2. Voor de proxies voor draagkracht worden de volgende resultaten gepresenteerd:
 - a. Of er een gevalideerde proxy voor draagkracht werd gevonden. Hierbij is een grenswaarde van 25% verklaarde variantie voor model 1 aangehouden (zie hoofdstuk 8). De uitgebreide resultaten staan in appendix 2.
 - b. De mate waarin de proxies onderling correleren. Hierbij is een grenswaarde van 0,65 aangehouden: beneden deze waarde wordt de gemiddelde correlatie als laag beoordeeld. De volledige resultaten staan in appendix 3.
3. Het beslisschema wordt toegepast op de resultaten, wat leidt tot een van de volgende conclusies:
 - a. Geen uitspraak mogelijk
 - b. Geen aanwijzingen voor een negatief effect van bodemdaling
 - c. Aanwijzingen voor een mogelijk negatief effect van bodemdaling

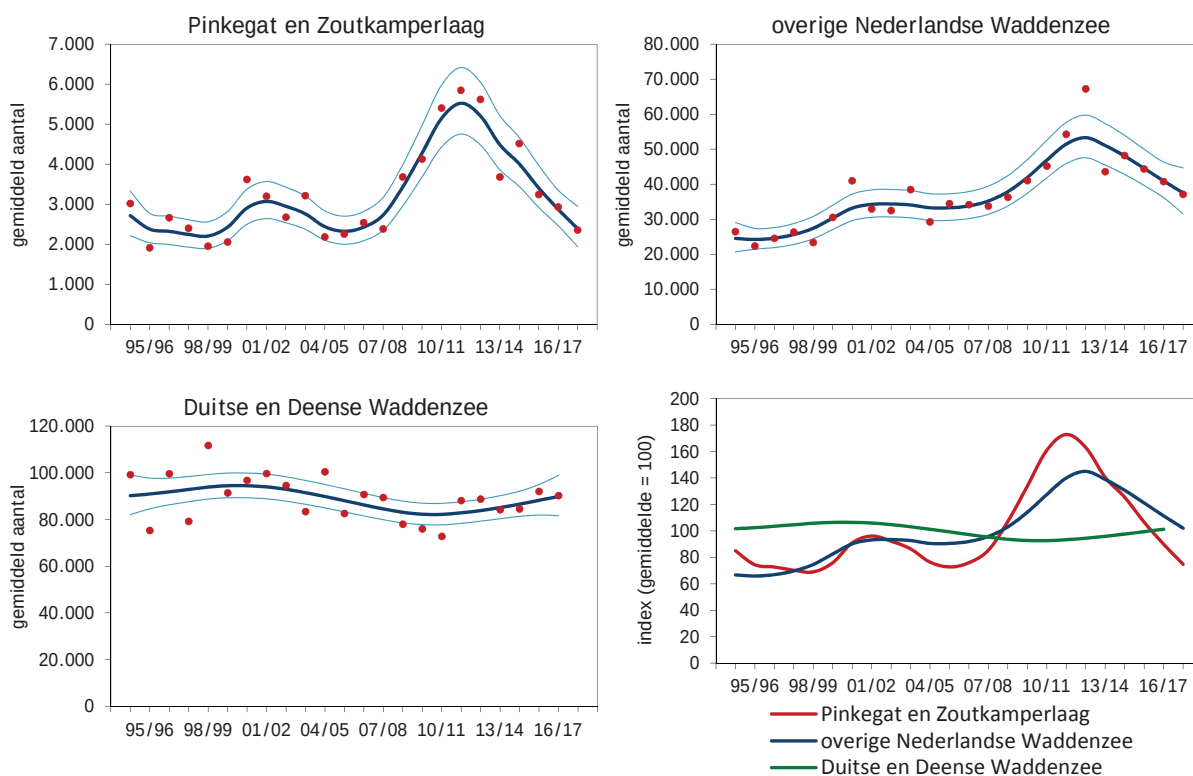


9.4. Bergeend

Over de periode 1994-2018 zijn de aantallen Bergeenden in Pinkegat-Zoutkamperlaag stabiel, maar er is sprake van een matige afname wanneer de trend over de afgelopen tien jaar wordt berekend (Figuur 9.8, Tabel 9.1). Dit contrasteert in negatieve zin met de korte termijn trends in de rest van de Waddenzee, die zowel voor het Nederlandse als het Duitse en Deense deel als stabiel kan worden aange-merkt.

De populatie in Europa is stabiel over zowel de lange termijn (1988-heden) als de korte termijn (2003-heden) (van Roomen *et al.* 2015). De Waddenzee is van groot belang voor ruiende en overwinterende

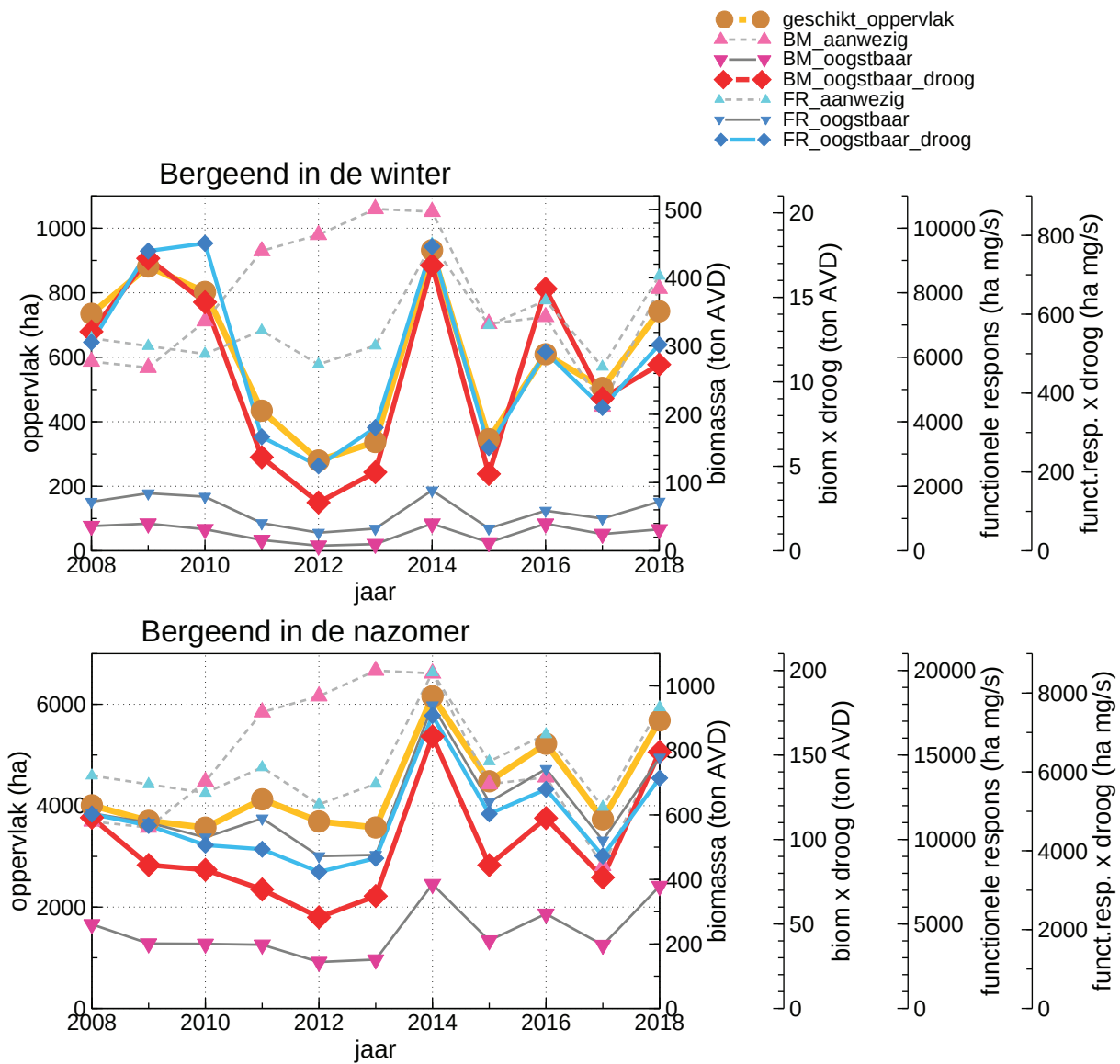
Bergeenden (Kleefstra *et al.* 2019). De waargenomen trends hebben dus vooral te maken met een herverdeling van de populatie binnen de Waddenzee. De Nederlandse Waddenzee wordt steeds belangrijker als ruigebied voor de Bergeend (Kleefstra *et al.* 2011). De in augustus ruiende Bergeenden concentreren zich echter in enorme troepen langs de Friese kust ten westen van Holwerd, dus buiten de komberging Pinkegat/Zoutkamperlaag. De hoge aantallen in Pinkegat/Zoutkamperlaag in de periode 2010-2013 en de afname sindsdien moeten dus te maken hebben met een herverdeling van de overwinterende Bergeenden. Naar de onderliggende oorzaken kunnen wij slechts gissen.



Figuur 9.8. Aantalsverloop (seizoensgemiddelde) van de Bergeend in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag, vergeleken met het verloop van het seizoensgemiddelde in de rest van de Nederlandse Waddenzee en de Duitse en Deense Waddenzee.

Tabel 9.1. Resultaten trendanalyse van de seizoensgemiddelden voor de Bergeend voor Pinkegat/Zoutkamperlaag, rest Nederlandse Waddenzee en de Duitse en Deense Waddenzee voor de lange termijn (vanaf 1994) en de korte termijn (vanaf 2008).

Bergeend Label	vanaf 1994			vanaf 2008		
	jaarverand	Symbol	Beoordeling	jaarverand	Symbol	Beoordeling
Pinkegat en Zoutkamperlaag	0.99	0	stabiel	0.93	-	matige afname
Rest Nederlandse Waddenzee	1.02	+	matige toename	0.99	0	stabiel
Duitse en Deense Waddenzee	1.00	0	stabiel	1.01	0	stabiel



Figuur 9.9. Verloop van de proxies voor draagkracht voor de Bergeend in Zoutkamperlaag-Pinkegat voor de jaren 2008-2018 in de winter (boven) en de nazomer (onder).

Voor de Bergeend kon geen gevalideerde proxy voor draagkracht ontwikkeld worden. De meeste proxies zijn sterk gecorreleerd (januari gemiddeld 0,66 en september gemiddeld 0,85) en geen van de proxies laat een duidelijke trend zien (Figuur 9.9). Dit geldt zowel voor de winterperiode als voor de nazomer.

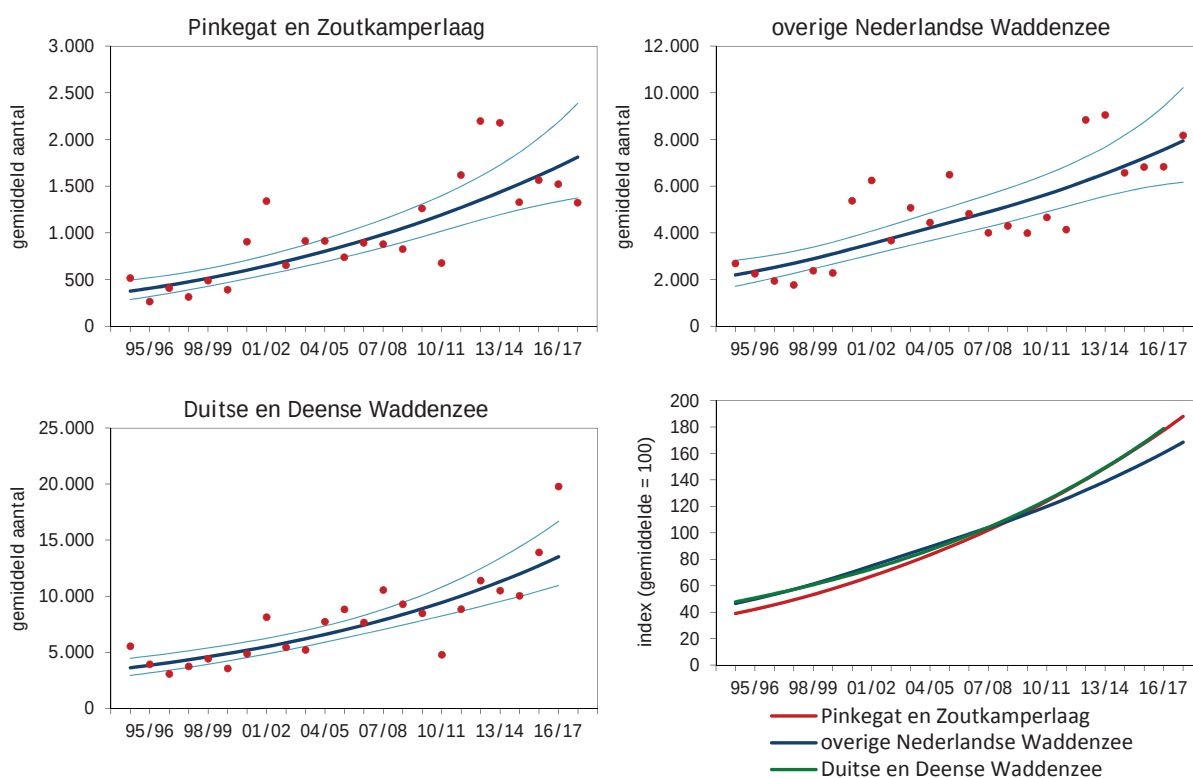
Conclusie na doorlopen beslisschema: noch in de winterperiode, noch in de nazomer zijn er aanwijzingen voor een negatief effect van bodemdaling.

9.5. Pijlstaart

Op de lange termijn nemen de aantallen Pijlstaarten sterker toe in Pinkegat-Zoutkamperlaag dan de rest van de Waddenzee (Figuur 9.10, Tabel 9.2). Op de korte termijn is er sprake van een matige toename, net als in andere delen van de Waddenzee. De Waddenzee is van groot belang voor de Europese populatie (Kleefstra *et al.* 2019). De Europese trend is positief voor de lange termijn (1988-2012), maar negatief over de korte termijn (2003-2012) (van Roomen *et al.* 2015). Er zijn al met al geen aanwijzingen voor negatieve aantalsontwikkelingen in Pinkegat/Zoutkamperlaag in vergelijking tot andere gebieden.

Voor de Pijlstaart kon geen gevalideerde proxy voor draagkracht ontwikkeld worden en de proxies zijn niet altijd sterk gecorreleerd januari gemiddeld 0,61 en november gemiddeld 0,61). Echter, geen van de proxies laat een duidelijke negatieve of positieve trend zien. Deze conclusies gelden zowel voor de herfst als de winter.

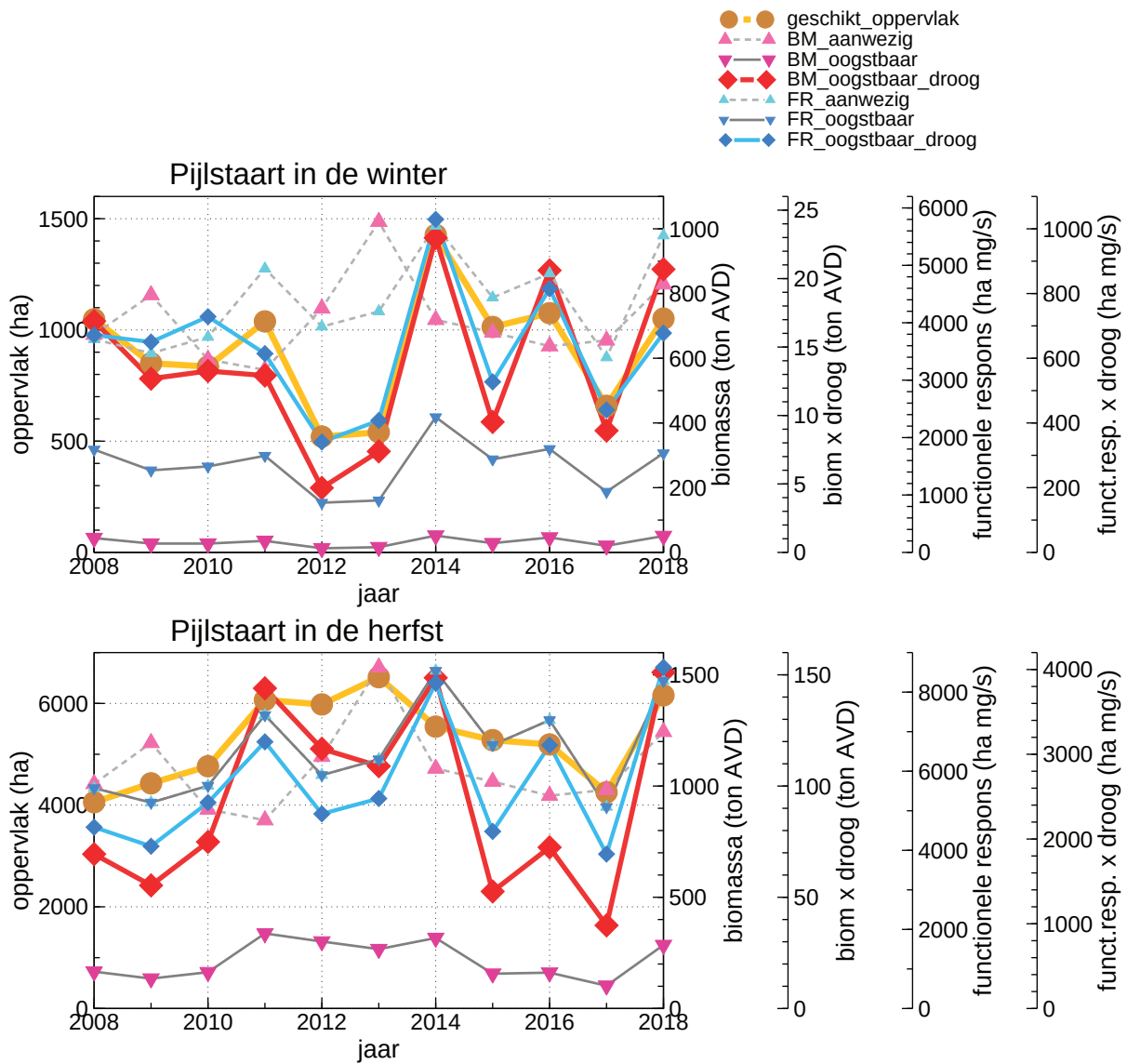
Conclusie na doorlopen beslisschema: noch in de winterperiode, noch in de herfst zijn er aanwijzingen voor een negatief effect van bodemdaling.



Figuur 9.10. Aantalsverloop (seizoensgemiddelde) van de Pijlstaart in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag, vergeleken met het verloop van het seizoensgemiddelde in de rest van de Nederlandse Waddenzee en de Duitse en Deense Waddenzee.

Tabel 9.2. Resultaten trendanalyse van de seizoensgemiddelden voor de Pijlstaart voor Pinkegat/Zoutkamperlaag, rest Nederlandse Waddenzee en de Duitse en Deense Waddenzee voor de lange termijn (vanaf 1994) en de korte termijn (vanaf 2008).

Pijlstaart Label	vanaf 1994			vanaf 2008		
	jaarverand	Symbool	Beoordeling	jaarverand	Symbool	Beoordeling
Pinkegat en Zoutkamperlaag	1.07	++	sterke toename	1.06	+	matige toename
Rest Nederlandse Waddenzee	1.06	+	matige toename	1.05	+	matige toename
Duitse en Deense Waddenzee	1.06	+	matige toename	1.06	+	matige toename



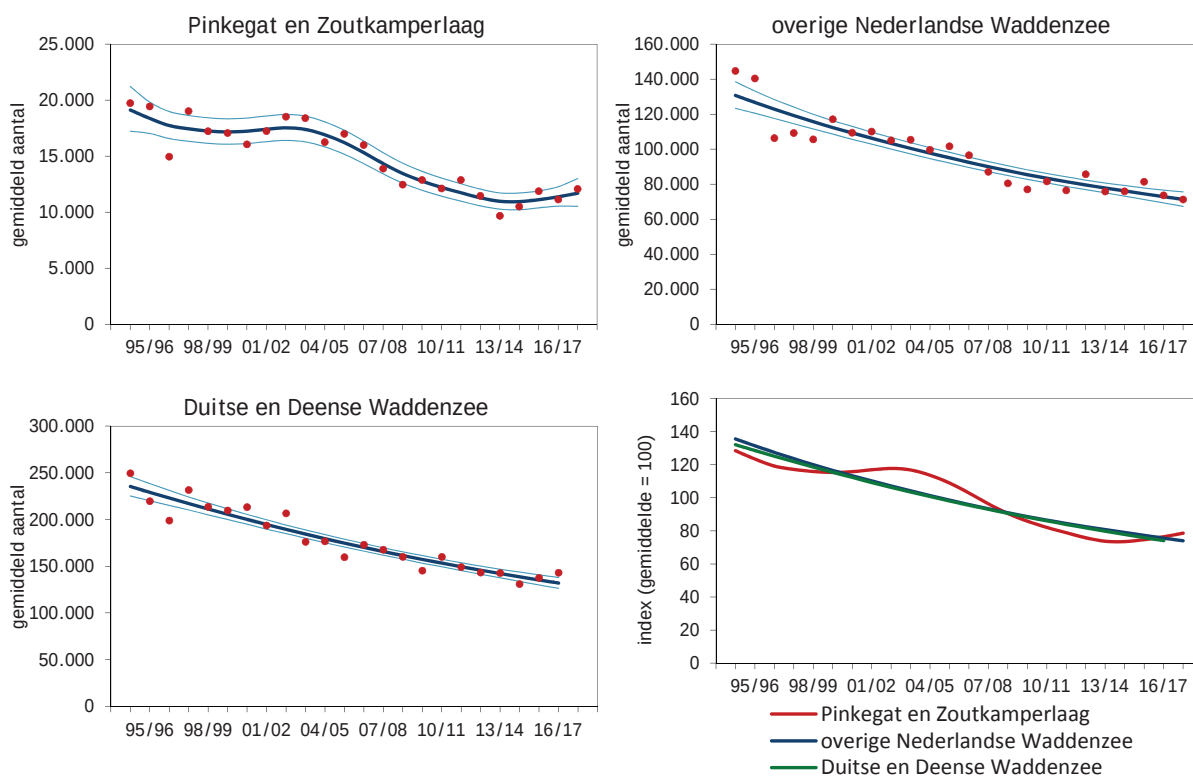
Figuur 9.11. Verloop van de proxies voor draagkracht voor de Pijlstaart in Zoutkamperlaag-Pinkegat voor de jaren 2008-2018 in de winter (boven) en de herfst (onder).

9.6. Scholekster

De aantallen Scholeksters die in de Waddenzee overwinteren nemen al jaren af (Van der Jeugd *et al.* 2014; Blew *et al.* 2016). In heel West-Europa is de trend negatief (van Roomen *et al.* 2015). Op de lange termijn (vanaf 1994) is de afname in Pinkegat-Zoutkamperlaag mogelijk iets sterker dan in de rest van de Nederlandse Waddenzee en de Duitse en Deense Waddenzee (Figuur 9.12, Tabel 9.3). Op de korte termijn (vanaf 2008) is dit zeker niet het geval. Daar wordt de trend in Pinkegat-Zoutkamperlaag zelfs als stabiel beoordeeld, terwijl in de rest van de Nederlandse Waddenzee en de Duitse en Deense Waddenzee de afname als matig wordt beoordeeld. Er is sprake van een afnemende populatie, maar het is zeker niet zo dat de trend in Pinkegat/

Zoutkamperlaag een sterkere afname laat zien dan elders.

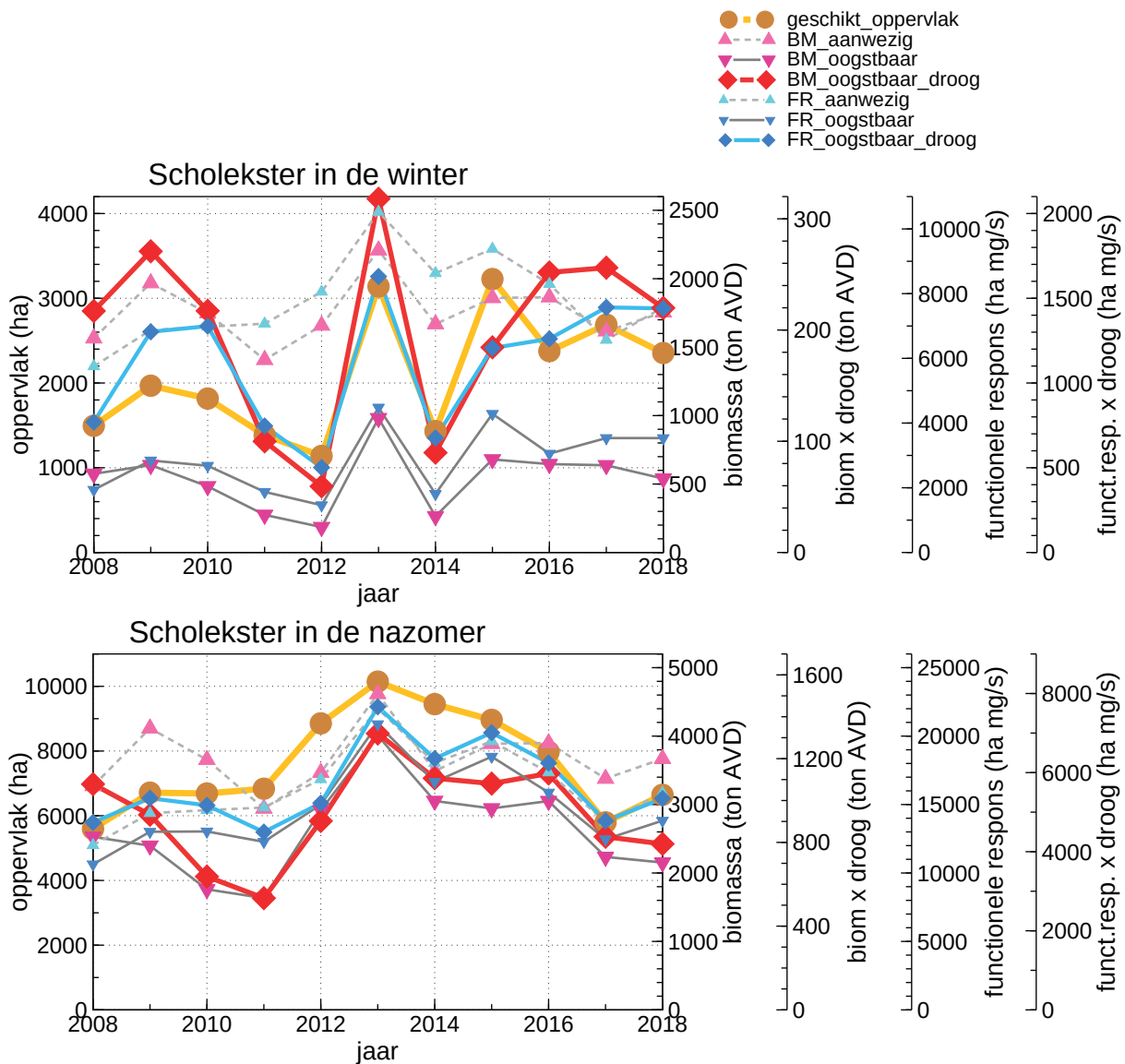
Een groot aantal factoren spelen een rol bij de achteruitgang van de Scholekster in de Waddenzee in de winterperiode: overbevissing van de mosselbanken eind jaren tachtig van de vorige eeuw, het sindsdien overgroeid raken van de terugkerende mosselbanken door Japanse oester, de kokkelvisserij (de mechanische kokkelvisserij is stopgezet in 2004, maar de handmatige kokkelvisserij heeft meer ruimte gekregen) en het instorten van de populatie Nonnetjes (Ens 2006; Ens *et al.* 2009b; Ens *et al.* 2011; Rappoldt & Ens 2013). Veel Scholeksters die in de Waddenzee overwinteren broeden op de kwel-



Figuur 9.12. Aantalsverloop (seizoensgemiddelde) van de Scholekster in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag, vergeleken met het verloop van het seizoensgemiddelde in de rest van de Nederlandse Waddenzee en de Duitse en Deense Waddenzee.

Tabel 9.3. Resultaten trendanalyse van de seizoensgemiddelden voor de Scholekster voor Pinkegat/Zoutkamperlaag, rest Nederlandse Waddenzee en de Duitse en Deense Waddenzee voor de lange termijn (vanaf 1994) en de korte termijn (vanaf 2008).

Scholekster Label	vanaf 1994			vanaf 2008		
	jaarverand	Symbool	Beoordeling	jaarverand	Symbool	Beoordeling
Pinkegat en Zoutkamperlaag	0.98	-	matige afname	0.99	0	stabiel
Rest Nederlandse Waddenzee	0.97	-	matige afname	0.98	-	matige afname
Duitse en Deense Waddenzee	0.97	-	matige afname	0.98	-	matige afname



Figuur 9.13. Verloop van de proxies voor draagkracht voor de Scholekster in Zoutkamperlaag-Pinkegat voor de jaren 2008-2018 in de winter (boven) en de nazomer (onder).

ders in het gebied, of binnendijs op de eilanden of in Noord-Nederland. Ook daar zijn problemen: een toename van het overstromingsrisico van de kwelders (van de Pol *et al.* 2010; van de Pol *et al.* 2012), een toename van predatierisico op de vastelandskwelders en de intensivering van de landbouw (Ens *et al.* 2011; Kampichler *et al.* 2013). Om het relatieve belang en de cumulatieve bijdrage van al deze factoren aan de achteruitgang van de Scholekster vast te stellen is recent een groot onderzoek gestart met de naam CHIRP = Cumulative Human Impact on biRd Populations <http://www.chirpscholekster.nl/>. Een eerste bevinding uit dit onderzoek is dat er sprake lijkt van een afnemende overleving bij de Scholeksters in de oostelijke Waddenzee (Allen *et al.* 2019).

Zowel voor de nazomer als voor de winter beschouwen wij BMaanw als een gevalideerde proxy voor draagkracht. De trend voor deze proxy is positief, maar dit is niet significant (Figuur 9.13). De meeste proxies zijn onderling sterk gecorreleerd (januari gemiddeld 0,77 en september gemiddeld 0,81) en ook de andere proxies vertonen een positieve, maar niet significante trend.

Conclusie na doorlopen beslisschema: noch in de winterperiode, noch in de nazomer zijn er aanwijzingen voor een negatief effect van bodemdaling.

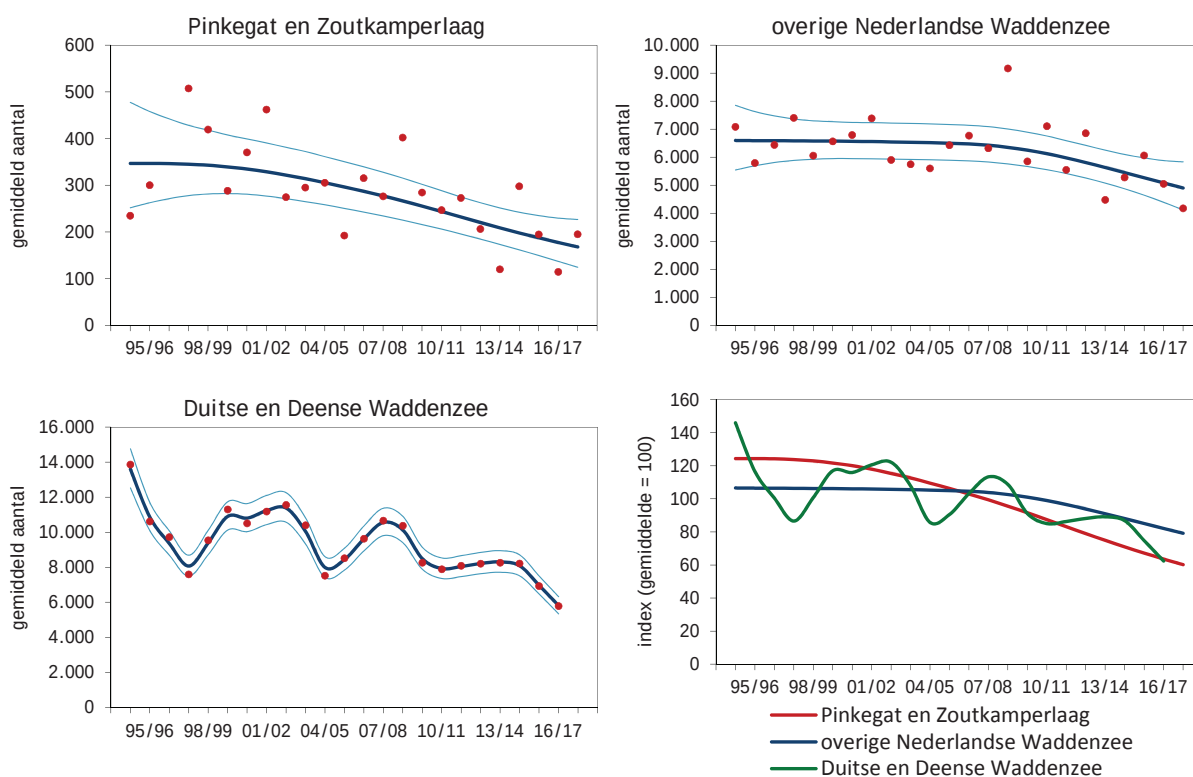
9.7. Kluut

Er is sprake van een duidelijke afname in de aantallen in Pinkegat en Zoutkamperlaag (Figuur 9.14; Tabel 9.4). Ook elders in de Waddenzee nemen de aantallen af (Blew *et al.* 2016)(Figuur 9.14). Zowel op de korte als de lange termijn wordt de afname overal als matig beoordeeld, waarbij de getallen suggereren dat de afname in Pinkegat/Zoutkamperlaag misschien iets sterker is dan in de rest van de Nederlandse Waddenzee.

Opvallend genoeg nemen de aantallen in Europa juist toe (van Roomen *et al.* 2015). Er is dus sprake van een toename in het zuidelijke deel van de

Europese populatie, die zo sterk is dat de afname in het noordelijke deel van de populatie meer dan gecompenseerd wordt. Die afname van het noordelijke deel van de populatie is het gevolg van een laag broedsucces (Van der Jeugd *et al.* 2014; Thorup & Koffijberg 2016).

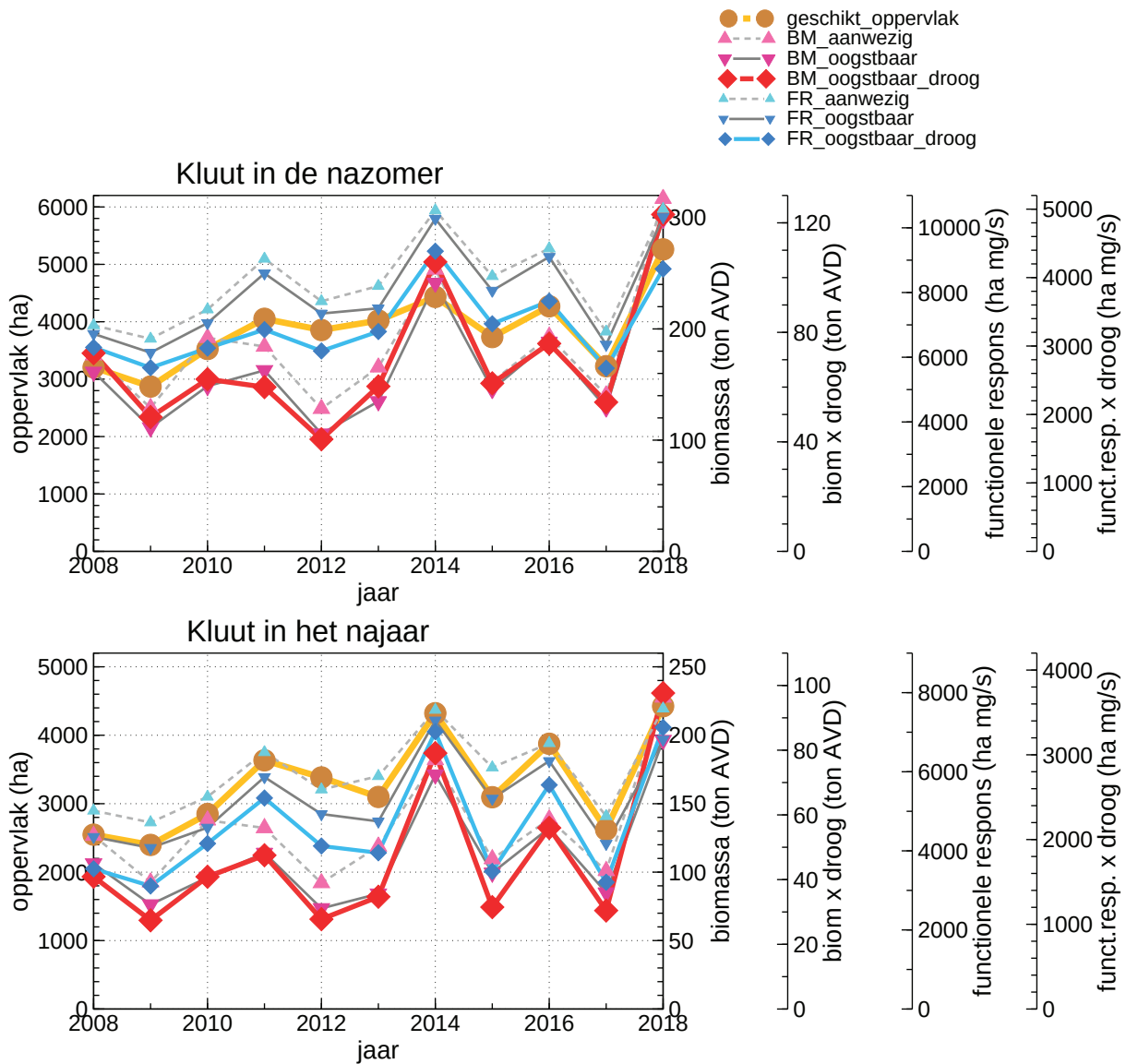
Noch in nazomer, noch in najaar was er sprake van een gevalideerde proxy voor draagkracht. De onderliggende correlatie tussen de verschillende proxies was echter zeer hoog (zowel in september als november 0,87) en hoewel alle proxies een positieve trend lieten zien was die trend voor geen enkele



Figuur 9.14. Aantalsverloop (seizoensgemiddelde) van de Kluut in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag, vergeleken met het verloop van het seizoensgemiddelde in de rest van de Nederlandse Waddenzee en de Duitse en Deense Waddenzee.

Tabel 9.4. Resultaten trendanalyse van de seizoensgemiddelden voor de Kluut voor Pinkegat/Zoutkamperlaag, rest Nederlandse Waddenzee en de Duitse en Deense Waddenzee voor de lange termijn (vanaf 1994) en de korte termijn (vanaf 2008).

Kluut Label	vanaf 1994			vanaf 2008		
	jaarverand	Symbool	Beoordeling	jaarverand	Symbool	Beoordeling
Pinkegat en Zoutkamperlaag	0.97	-	matige afname	0.95	-	matige afname
Rest Nederlandse Waddenzee	0.99	-	matige afname	0.97	-	matige afname
Duitse en Deense Waddenzee	0.96	-	matige afname	0.95	-	matige afname



Figuur 9.15. Verloop van de proxies voor draagkracht voor de Kluut in Zoutkamperlaag-Pinkegat voor de jaren 2008-2018 in de nazomer (boven) en het najaar (onder).

proxy significant (Figuur 9.15). Er is echter zeker geen negatieve trend in de proxies. Dit is mede het gevolg van het hoge voedselaanbod in Pinkegat-Zoutkamperlaag het afgelopen jaar.

In de vorige monitoringrapportage werd geconcludeerd dat niet uitgesloten kon worden dat er sprake

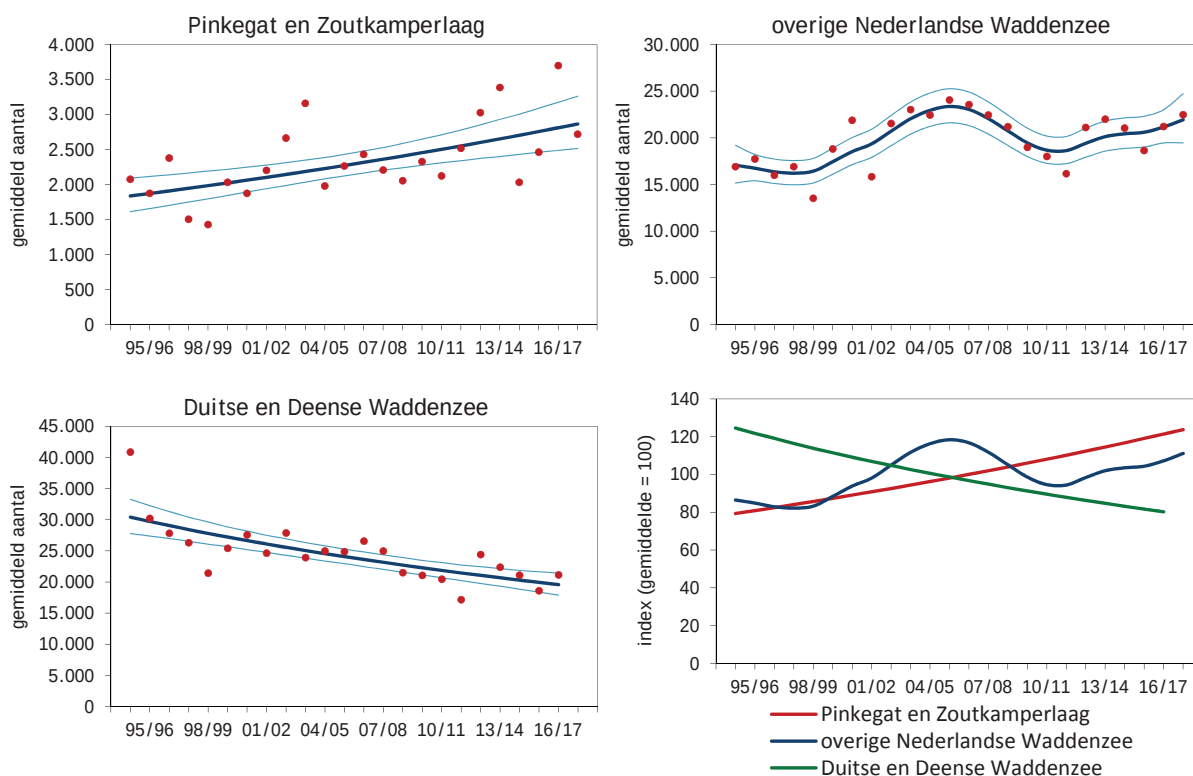
was van een negatief effect van bodemdaling (Ens *et al.* 2018a), maar na toevoeging van de nieuwe gegevens en doorlopen van het aangepaste beslissingsschema luidt de conclusie dat zowel in de nazomer als in het najaar aanwijzingen ontbreken voor een negatief effect van bodemdaling.

9.8. Zilverplevier

Er is sprake van een toenemende trend in de aantallen in Pinkegat en Zoutkamerplaag (Figuur 9.16; Tabel 9.5). Ook in de Nederlandse Waddenzee als geheel is sprake van een toename, in tegenstelling tot de Duitse Waddenzee, waar de aantallen afnemen (Blew *et al.* 2016). De Europese populatie als geheel stabiliseert vanaf 1994 of neemt misschien zelfs af (van Roomen *et al.* 2015). De trend in Pinkegat/Zoutkamerplaag is positief en steekt gunstig af tegen de ontwikkelingen elders.

De validatieberekeningen leiden voor de Zilverplevier niet tot een bevredigend resultaat. Er is wel een sterke onderlinge correlatie tussen de verschillende proxies (januari gemiddeld 0,86 en mei gemiddeld 0.94), en met name in het voorjaar is het patroon opvallend gelijk (Figuur 9.17). Hoewel alle proxies een stijging laten zien, is deze stijging in geen enkel geval significant.

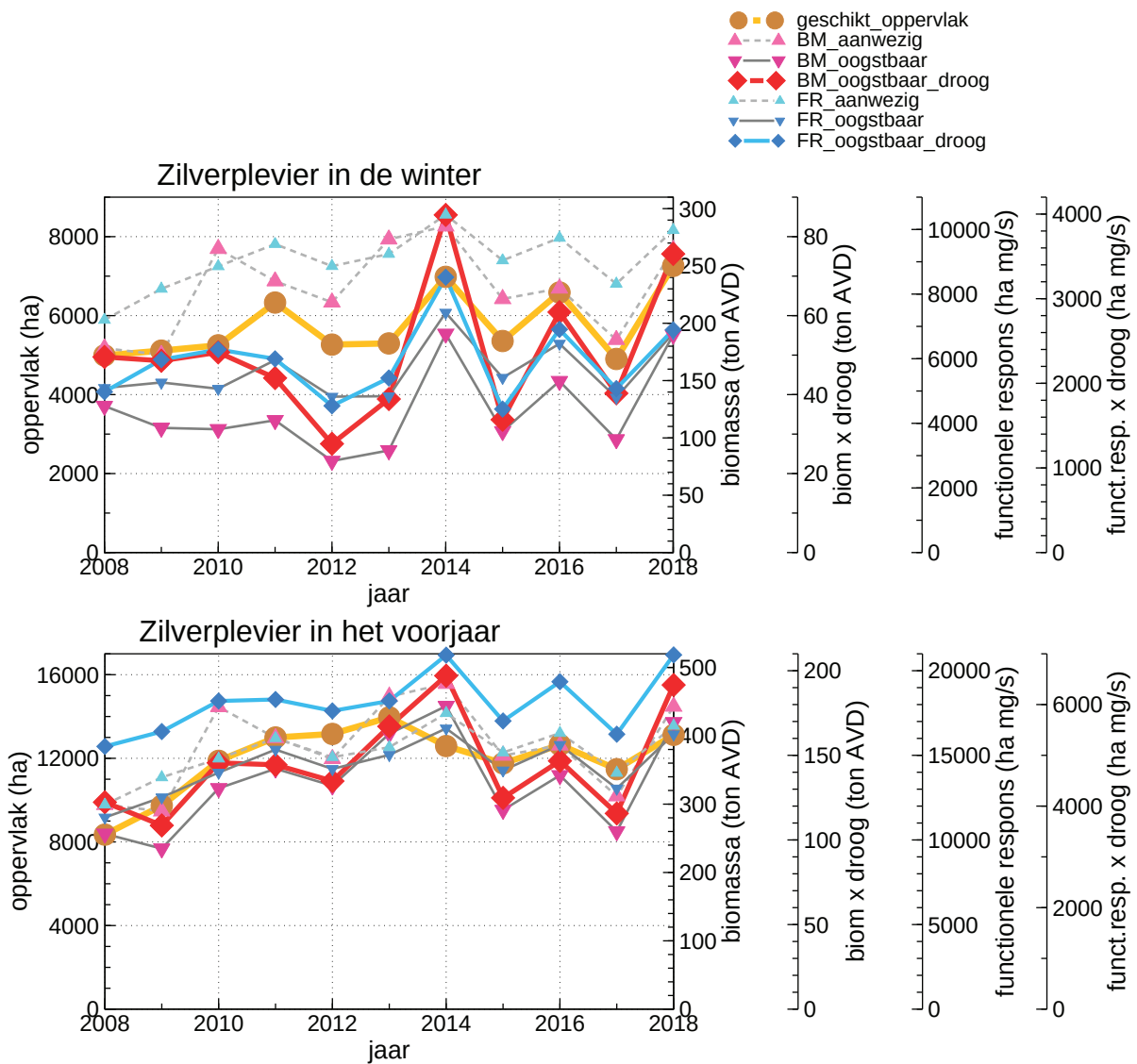
Conclusie na doorlopen beslisschema: noch in de winter, noch in het voorjaar zijn er aanwijzingen voor een negatief effect van bodemdaling.



Figuur 9.16. Aantalsverloop (seizoensgemiddelde) van de Zilverplevier in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamerplaag, vergeleken met het verloop van het seizoensgemiddelde in de rest van de Nederlandse Waddenzee en de Duitse en Deense Waddenzee.

Tabel 9.5. Resultaten trendanalyse van de seizoensgemiddelden voor de Zilverplevier voor Pinkegat/Zoutkamerplaag, rest Nederlandse Waddenzee en de Duitse en Deense Waddenzee voor de lange termijn (vanaf 1994) en de korte termijn (vanaf 2008).

Zilverplevier Label	vanaf 1994			vanaf 2008		
	jaarverand	Symbool	Beoordeling	jaarverand	Symbool	Beoordeling
Pinkegat en Zoutkamerplaag	1.02	+	matige toename	1.02	+	matige toename
Rest Nederlandse Waddenzee	1.01	+	matige toename	1.02	0	stabiel
Duitse en Deense Waddenzee	0.98	-	matige afname	0.98	-	matige afname



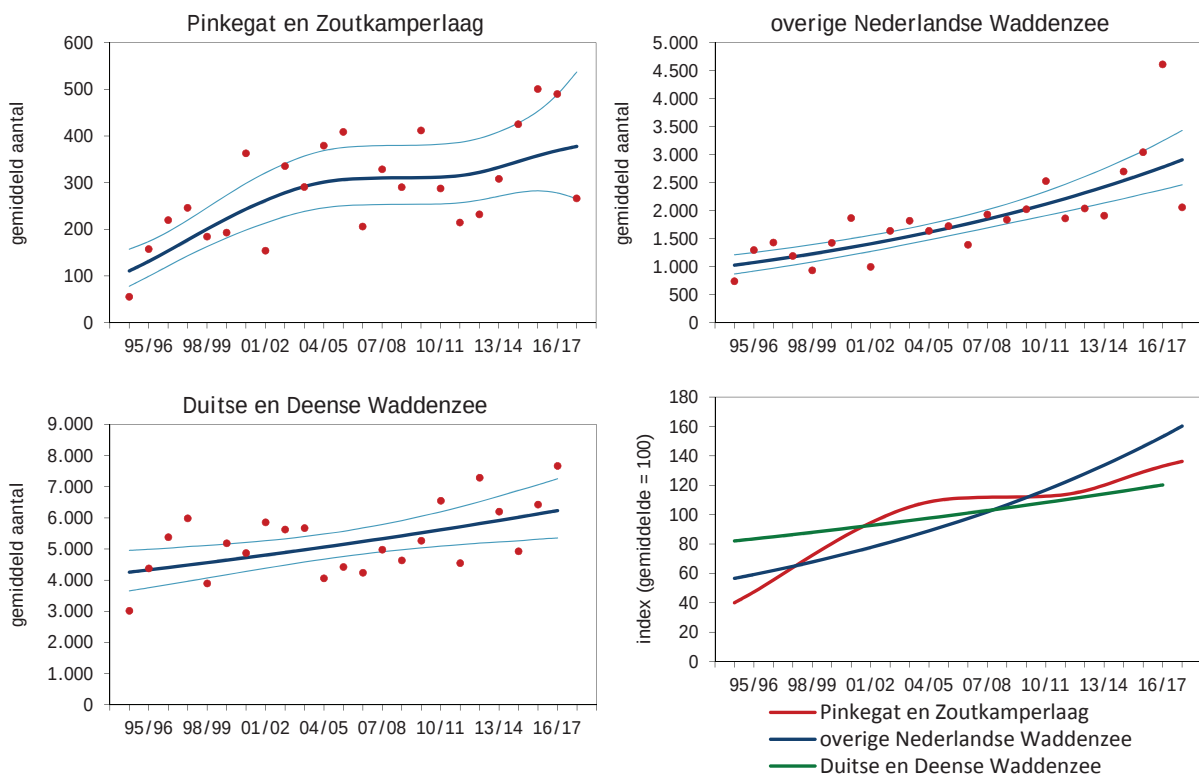
Figuur 9.17. Verloop van de proxies voor draagkracht voor de Zilverplevier in Zoutkamperlaag-Pinkegat voor de jaren 2008-2018 in de winter (boven) en voorjaar (onder).

9.9. Bontbekplevier

Er is een duidelijke toename zichtbaar in het aantalsverloop voor Pinkegat en Zoutkamperlaag (Figuur 9.18), al is de trend onzeker op de korte termijn (Tabel 9.6). Ook in de Waddenzee als geheel neemt de Bontbek toe (Van der Jeugd *et al.* 2014), al lijkt recent sprake van stabilisatie (Blew *et al.* 2016). In de Duitse en Deense Waddenzee zijn de aantallen stabiel of nemen af (Blew *et al.* 2016). De flyway populatie is eerder stabiel of zelfs afnemend (van Roomen *et al.* 2015). Mogelijk is de trend in Pinkegat/Zoutkamperlaag iets minder positief dan in omringende gebieden.

Er werd noch in het voorjaar, noch in het najaar een gevalideerde proxy voor draagkracht gevonden. Er is wel sprake van een hoge onderlinge correlatie tussen de proxies (mei gemiddeld 0,88 en september gemiddeld 0,86). In het voorjaar (mei) laten alle proxies een significante toename zien, die varieert tussen 1,5 en 3,8 % per jaar (Figuur 9.19). In de nazomer (september) is er voor twee proxies geen significante verandering en voor vier proxies een significante toename van 2,1 tot 3,7% per jaar.

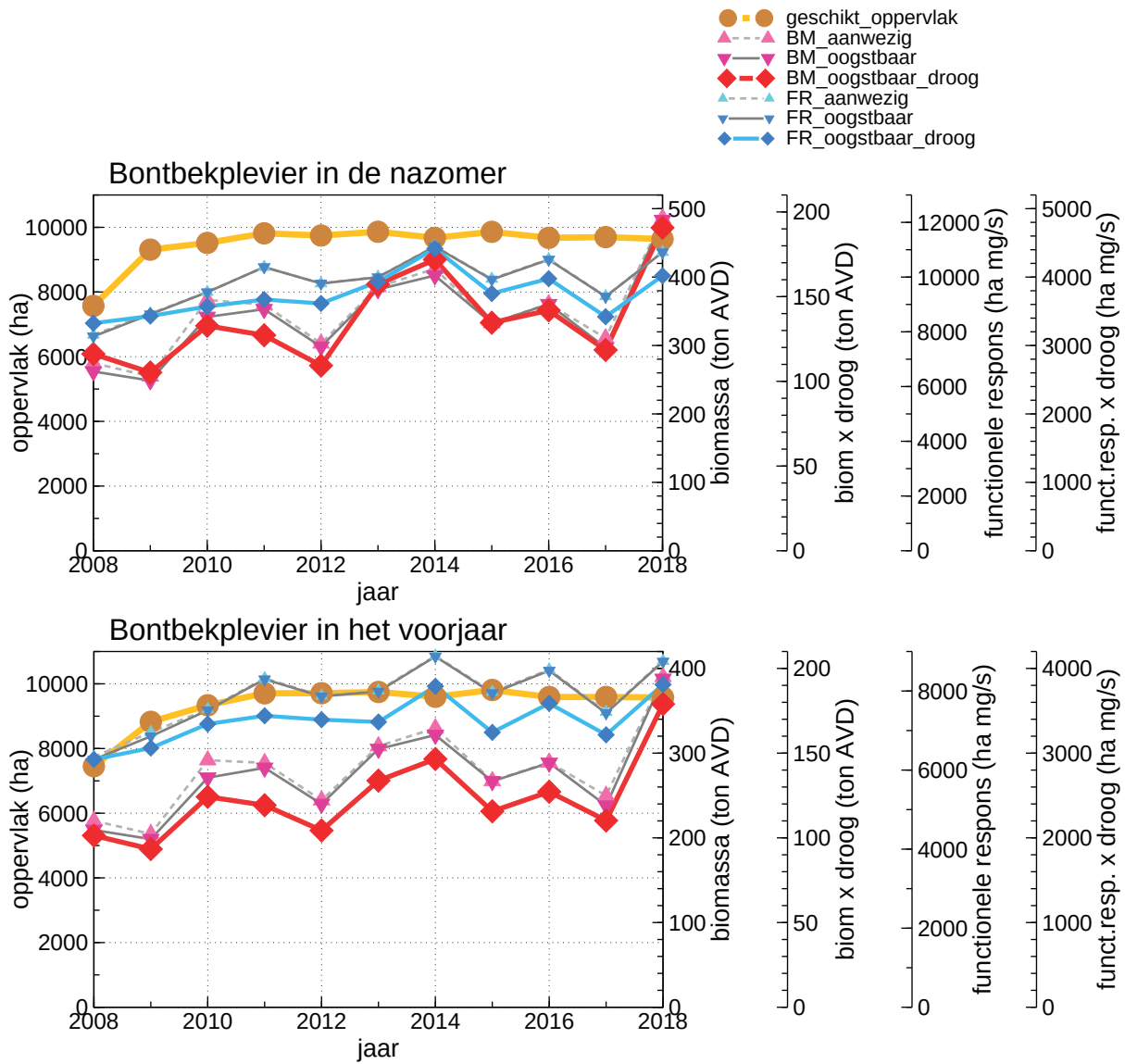
Conclusie na doorlopen beslisschema: noch in de nazomer, noch in het voorjaar zijn er aanwijzingen voor een negatief effect van bodemdaling.



Figuur 9.18. Aantalsverloop (seizoensgemiddelde) van de Bontbekplevier in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag, vergeleken met het verloop van het seizoensgemiddelde in de rest van de Nederlandse Waddenzee en de Duitse en Deense Waddenzee.

Tabel 9.6. Resultaten trendanalyse van de seizoensgemiddelden voor de Bontbekplevier voor Pinkegat/Zoutkamperlaag, rest Nederlandse Waddenzee en de Duitse en Deense Waddenzee voor de lange termijn (vanaf 1994) en de korte termijn (vanaf 2008).

Bontbekplevier Label	vanaf 1994			vanaf 2008		
	jaarverand	Symbool	Beoordeling	jaarverand	Symbool	Beoordeling
Pinkegat en Zoutkamperlaag	1.05	+	matige toename	1.02	?	onzeker
Rest Nederlandse Waddenzee	1.05	+	matige toename	1.05	+	matige toename
Duitse en Deense Waddenzee	1.02	+	matige toename	1.02	+	matige toename



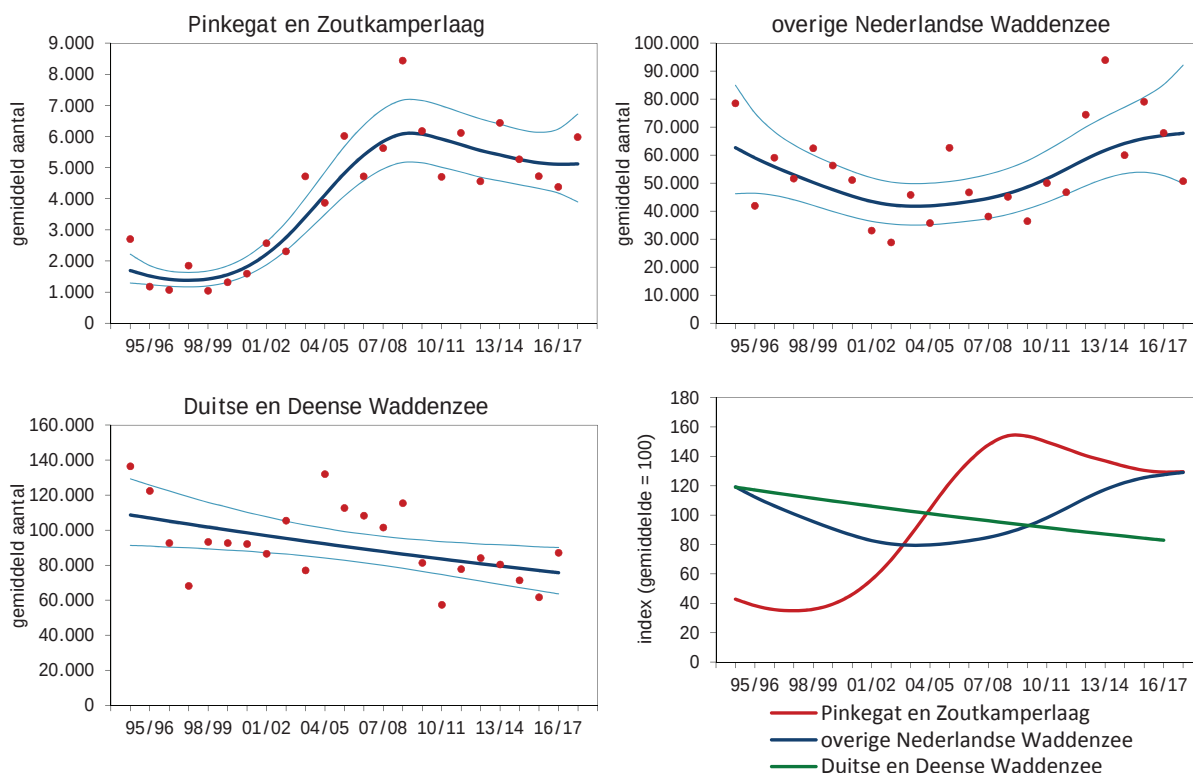
Figuur 9.19. Verloop van de proxies voor draagkracht voor de Bontbekplevier in Zoutkamperlaag-Pinkegat voor de jaren 2008-2018 in de nazomer (boven) en het voorjaar (onder).

9.10. Kanoet

In de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag nemen de aantallen Kanoeten toe tot 2008, maar daarna is sprake van een afname (Figuur 9.20). In de Nederlandse Waddenzee nemen de aantallen toe vanaf 2000, maar in Nedersaksen zijn de aantallen stabiel, in Sleeswijk-Holstein nemen de aantallen af en in Denemarken nemen de aantallen eerst toe en daarna af (Blew *et al.* 2016). Een formele beoordeling van de trend op korte termijn leidt tot de conclusie dat er in de Duitse en Deense Waddenzee sprake is van een matige afname, maar dat de trend in Pinkegat/Zoutkamperlaag en de rest van de Nederlandse Waddenzee onzeker is (Tabel 9.7).

Langs de flyway lijkt de ondersoort *islandica* (die in de Waddenzee overwintert) stabiel, terwijl de ondersoort *canutus* (die alleen in voor- en najaar in de Waddenzee op doortrek voorkomt) afneemt (van Roomen *et al.* 2015).

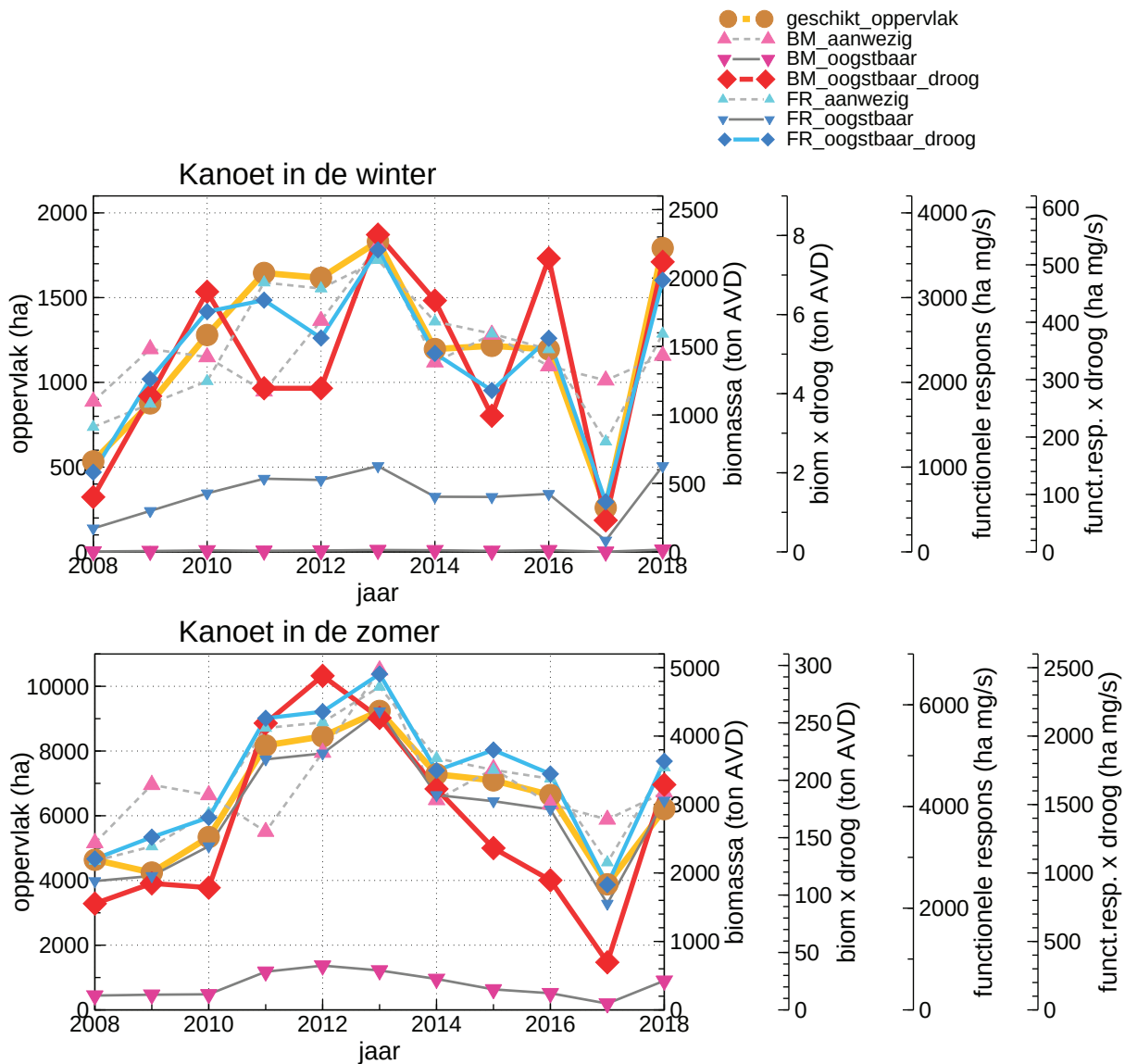
Voor de Kanoet kon geen van de proxies gevalideerd worden, noch in de zomer, noch in de winter. De onderlinge correlatie tussen de proxies is echter redelijk hoog (gemiddeld 0,76 voor de zomer en 0,68 voor de winter) en geen van de proxies laat een significante verandering zien (Figuur 9.21).



Figuur 9.20. Aantalsverloop (seizoensgemiddelde) van de Kanoet in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag, vergeleken met het verloop van het seizoensgemiddelde in de rest van de Nederlandse Waddenzee en de Duitse en Deense Waddenzee.

Tabel 9.7. Resultaten trendanalyse van de seizoensgemiddelden voor de Kanoet voor Pinkegat/Zoutkamperlaag, rest Nederlandse Waddenzee en de Duitse en Deense Waddenzee voor de lange termijn (vanaf 1994) en de korte termijn (vanaf 2008).

Kanoet Label	vanaf 1994			vanaf 2008		
	jaarverand	Symbool	Beoordeling	jaarverand	Symbool	Beoordeling
Pinkegat en Zoutkamperlaag	1.05	+	matige toename	0.98	?	onzeker
Rest Nederlandse Waddenzee	1.00	0	stabiel	1.04	?	onzeker
Duitse en Deense Waddenzee	0.98	-	matige afname	0.98	-	matige afname



Figuur 9.21. Verloop van de proxies voor draagkracht voor de Kanoet in Zoutkamperlaag-Pinkegat voor de jaren 2008-2018 in de winter (boven) en de nazomer (onder).

In de vorige monitoringrapportage werd geconcludeerd dat niet uitgesloten kon worden dat er sprake was van een negatief effect van bodemdaling (Ens *et al.* 2018a), maar na toevoeging van de nieuwe gegevens en doorlopen van het aangepaste beslissingschema luidt de conclusie dat zowel in de zomer als in de winter aanwijzingen ontbreken voor

een negatief effect van bodemdaling. In het meest recente seizoen waren de aantallen in Pinkegat/Zoutkamperlaag hoger dan in voorgaande jaren en in de rest van de Waddenzee juist lager. Het voedselaanbod was na jaren van daling ook weer opvallend hoog.

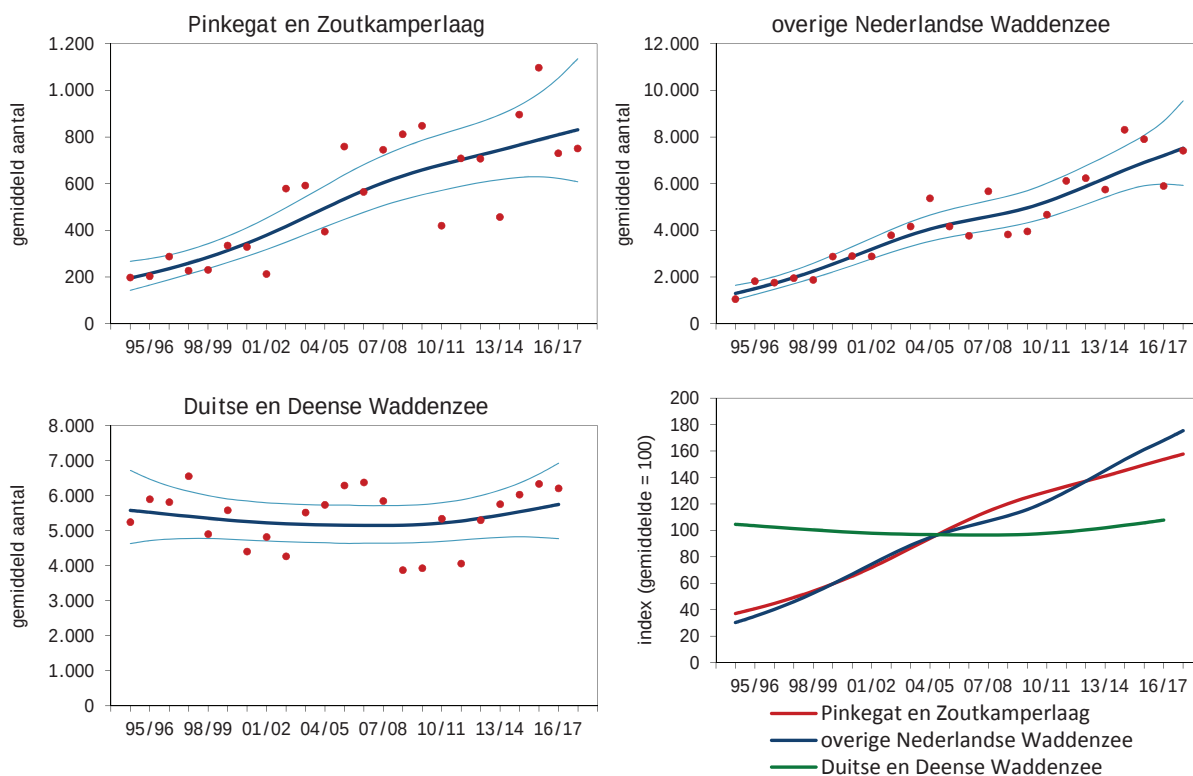
9.11. Drieteenstrandloper

Vanaf 1994 is er sprake van een duidelijke toename van de aantallen Drieteenstrandlopers in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag (Figuur 9.22). Vanaf 2008 is er meer variatie, waardoor de trend als onzeker wordt geclassificeerd. Ook in de Nederlandse Waddenzee als geheel nemen de aantallen al jaren spectaculair toe, in tegenstelling tot de Duitse en Deense Waddenzee, waar de aantallen fluctueren of zelfs afnemen (Blew *et al.* 2016).

De toename in de Nederlandse Waddenzee komt overeen met de spectaculaire toename van de totale populatie langs de Oost-Atlantische trekweg van jaarlijks 4% sinds 1979 (van Roomen *et al.* 2015).

Voor de Drieteenstrandloper werd geen gevalideerde proxy voor draagkracht gevonden, noch in het voorjaar, noch in de zomer. Er is wel een zeer hoge onderlinge correlatie tussen de proxies (gemiddeld 0,90 in de zomer en 0,92 in het voorjaar). Geen van de proxies vertoont een significante verandering in de tijd (Figuur 9.23).

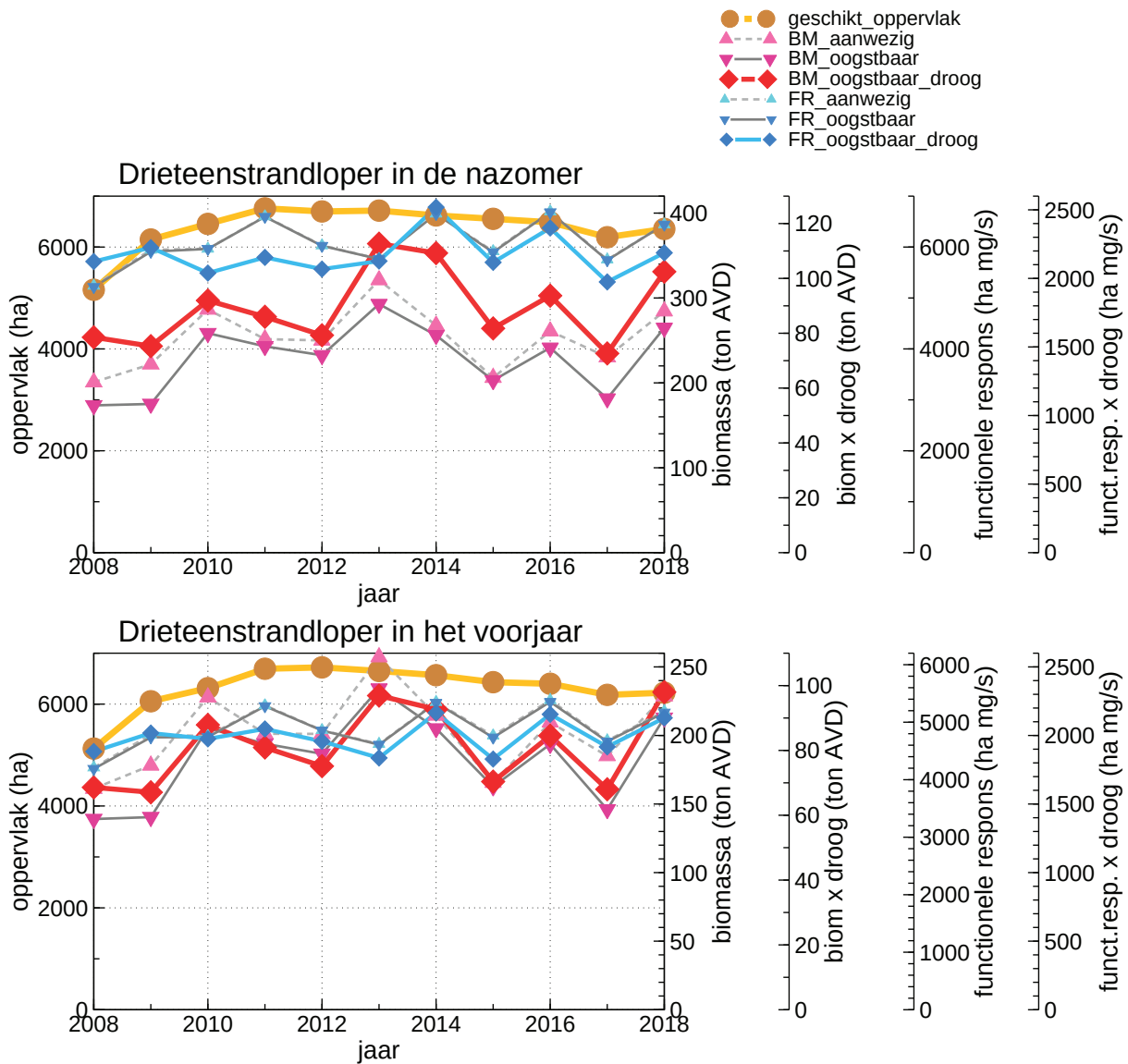
Conclusie na doorlopen beslisschema: noch in de nazomer, noch in het voorjaar zijn er aanwijzingen voor een negatief effect van bodemdaling.



Figuur 9.22. Aantalsverloop (seizoensgemiddelde) van de Drieteenstrandloper in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag, vergeleken met het verloop van het seizoensgemiddelde in de rest van de Nederlandse Waddenzee en de Duitse en Deense Waddenzee.

Tabel 9.8. Resultaten trendanalyse van de seizoensgemiddelden voor de Drieteenstrandloper voor Pinkegat/ Zoutkamperlaag, rest Nederlandse Waddenzee en de Duitse en Deense Waddenzee voor de lange termijn (vanaf 1994) en de korte termijn (vanaf 2008).

Drieteenstrandloper Label	vanaf 1994			vanaf 2008		
	jaarverand	Symbool	Beoordeling	jaarverand	Symbool	Beoordeling
Pinkegat en Zoutkamperlaag	1.06	+	matige toename	1.03	?	onzeker
Rest Nederlandse Waddenzee	1.08	++	sterke toename	1.05	+	matige toename
Duitse en Deense Waddenzee	1.00	0	stabiel	1.02	0	stabiel



Figuur 9.23. Verloop van de proxies voor draagkracht voor de Drieteenstrandloper in Zoutkamperlaag-Pinkegat voor de jaren 2008-2018 in de nazomer (boven) en het voorjaar (onder).

9.12. Bonte Strandloper

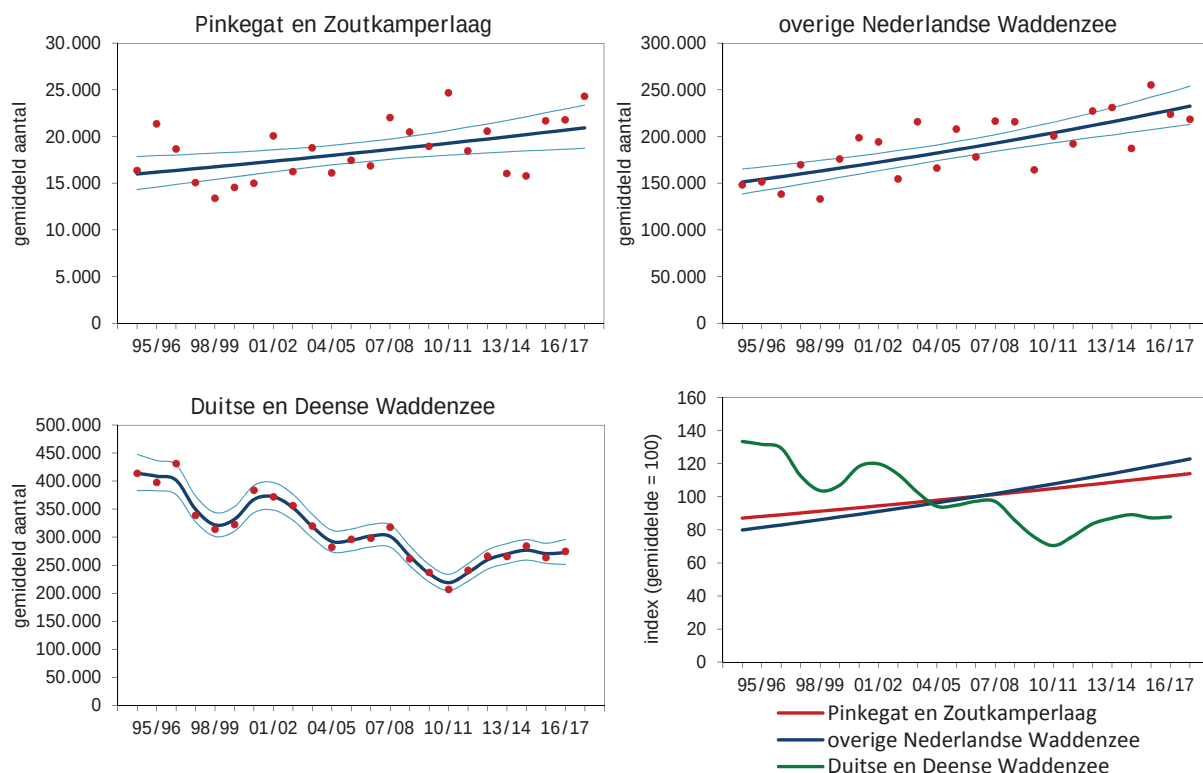
In de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag is sprake van een matige toename in aantallen, zowel op de korte als de lange termijn (Figuur 9.24). Dit aantalsverloop komt overeen met dat voor de rest van de Nederlandse Waddenzee (Figuur 9.24) en dus ook voor de Nederlandse Waddenzee als geheel (Van der Jeugd *et al.* 2014). In de Duitse en Deense Waddenzee nemen de aantallen al jaren af (Blew *et al.* 2016), maar is sinds 2008 weer sprake van een matige toename (Tabel 9.9).

Op de schaal van de flyway lijken de aantallen van de ondersoort *alpina* (die in Europa overwintert) en de aantallen van de ondersoort *schinzii* (die in Afrika overwintert) sinds 2000 af te nemen (van Roomen *et*

al. 2015).

Voor de nazomer is er sprake van een gevalideerde proxy voor draagkracht: oppervlakte scoort het best, maar ook Fraanw en FRoogst scoren hoog. Ook in het voorjaar is model 1 significant voor deze proxies, maar de verklaarde variantie bereikt niet het criterium van 25%. In beide seizoenen zijn de verschillende proxies sterk gecorreleerd: gemiddeld 0,84 in mei en 0,82 in september. Geen van de proxies vertoont een significante verandering in de onderzoeksperiode (Figuur 9.25).

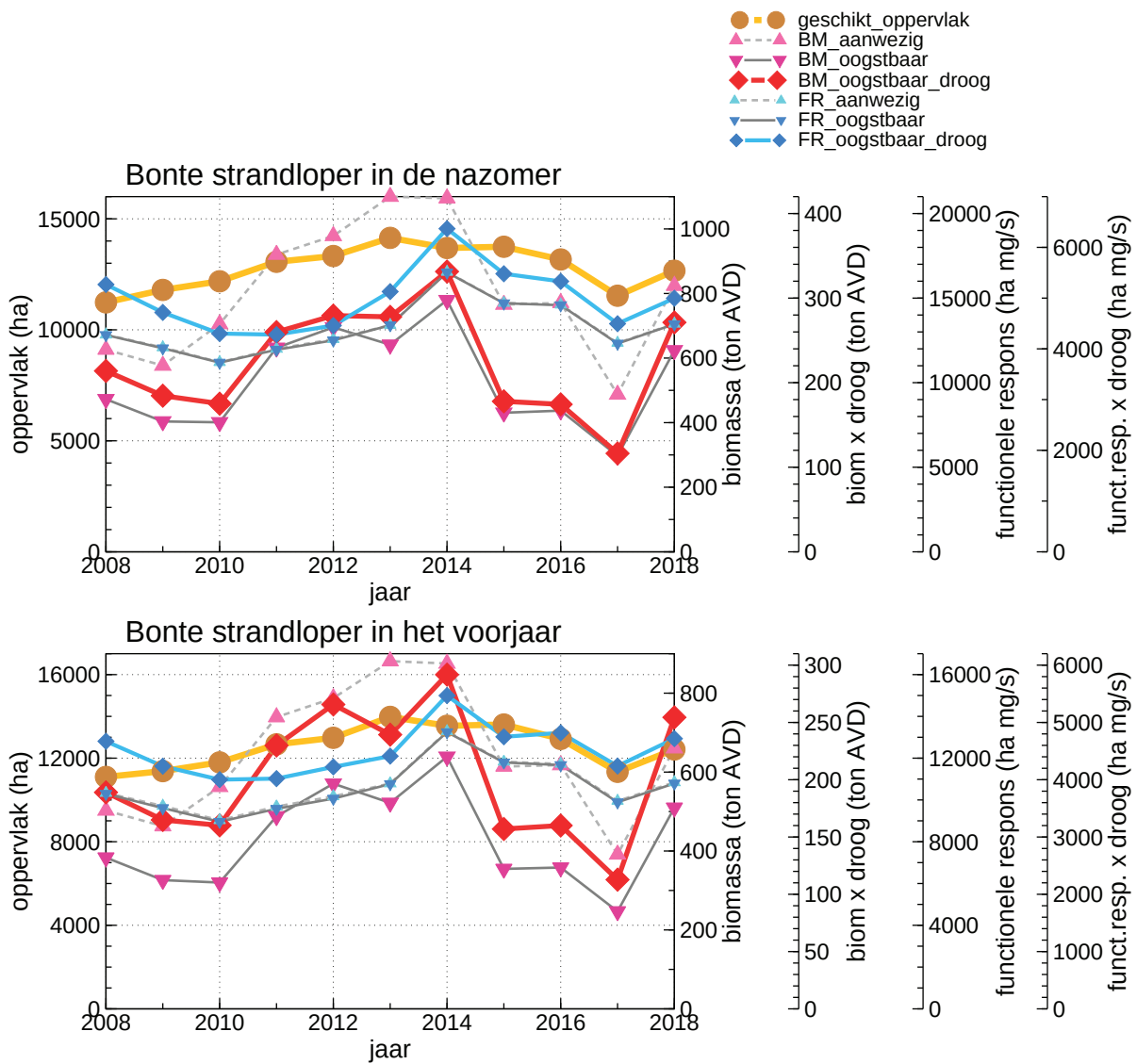
Conclusie na doorlopen beslisschema: noch in de nazomer, noch in het voorjaar zijn er aanwijzingen voor een negatief effect van bodemdaling.



Figuur 9.24. Aantalsverloop (seizoensgemiddelde) van de Bonte Strandloper in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag, vergeleken met het verloop van het seizoensgemiddelde in de rest van de Nederlandse Waddenzee en de Duitse en Deense Waddenzee.

Tabel 9.9. Resultaten trendanalyse van de seizoensgemiddelden voor de Bonte Strandloper voor Pinkegat/Zoutkamperlaag, rest Nederlandse Waddenzee en de Duitse en Deense Waddenzee voor de lange termijn (vanaf 1994) en de korte termijn (vanaf 2008).

Bonte Strandloper Label	vanaf 1994			vanaf 2008		
	jaarverand	Symbool	Beoordeling	jaarverand	Symbool	Beoordeling
Pinkegat en Zoutkamperlaag	1.01	+	matige toename	1.01	+	matige toename
Rest Nederlandse Waddenzee	1.02	+	matige toename	1.02	+	matige toename
Duitse en Deense Waddenzee	0.98	-	matige afname	1.02	+	matige toename



Figuur 9.25. Verloop van de proxies voor draagkracht voor de Bonte Strandloper in Zoutkamperlaag-Pinkegat voor de jaren 2008-2018 in de nazomer (boven) en het voorjaar (onder).

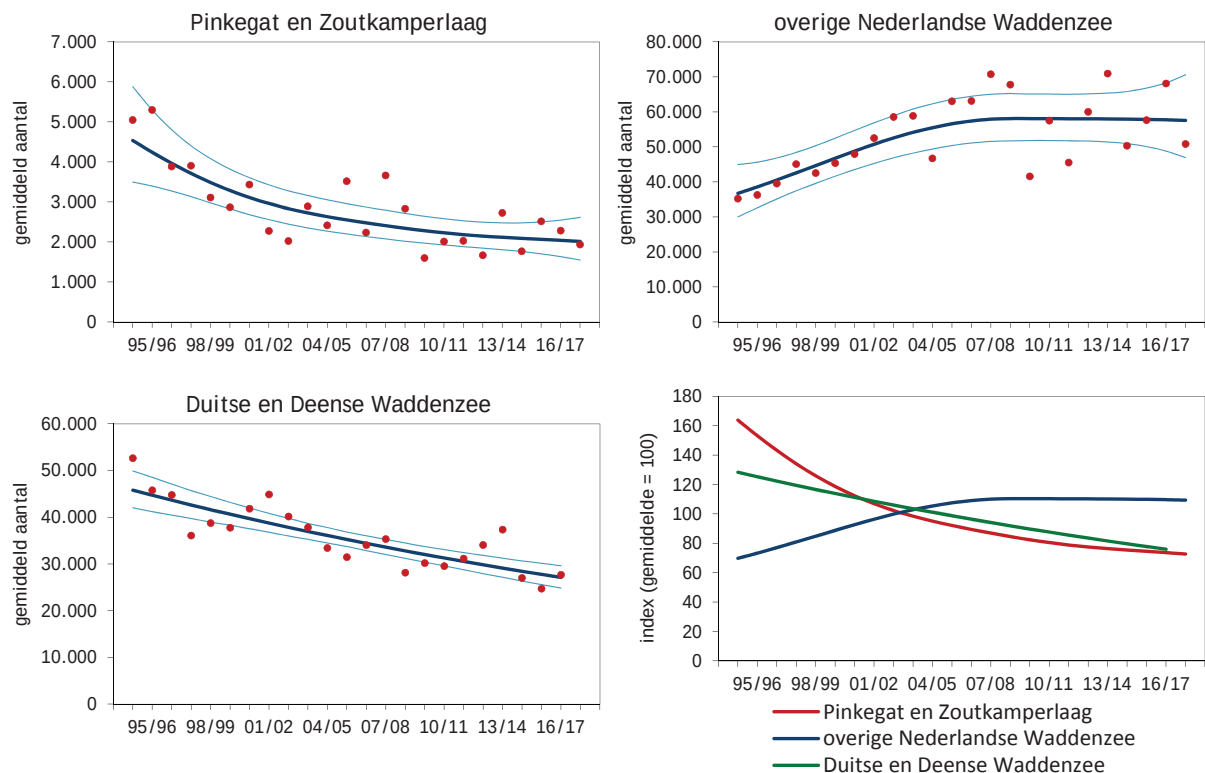
9.13. Rosse Grutto

De aantallen Rosse Grutto's in het bodemdalingsgebied Pinkegat/Zoutkamperlaag laten een duidelijke afname zien vanaf 1994 (Figuur 9.26), maar op de korte termijn is de trend onzeker (Tabel 9.10). In de rest van de Nederlandse Waddenzee nemen de aantallen toe, maar in de Duitse en Deense Waddenzee af (Blew *et al.* 2016). De ondersoort *lapponica* (die in Nederland overwintert) neemt toe, terwijl de ondersoort *taymyrensis* (die in Afrika overwintert) afneemt (van Roomen *et al.* 2015).

In de zomer kunnen bijna alle proxies als gevalideerd worden aangemerkt, met uitzondering van FRoogstDr. De proxies Opp en BMAanw scoren het hoogst met respectievelijk 42% en 41% verklaarde

variantie. In mei doen deze proxies het ook goed, maar bereiken niet het criterium van 25% verklaarde variantie. In beide seizoenen is er sprake van een sterke onderlinge correlatie tussen de proxies (0,92 in mei en 0,91 in augustus). In beide seizoenen vertonen de proxies daarnaast een significante toename (1,4 – 2,9 % per jaar in mei en 1,2 – 3,0 % per jaar in augustus) of geen significante verandering (Figuur 9.27). De voor de zomer gevalideerde proxy Opp laat voor dat seizoen een significante toename van 1,2 % per jaar zien.

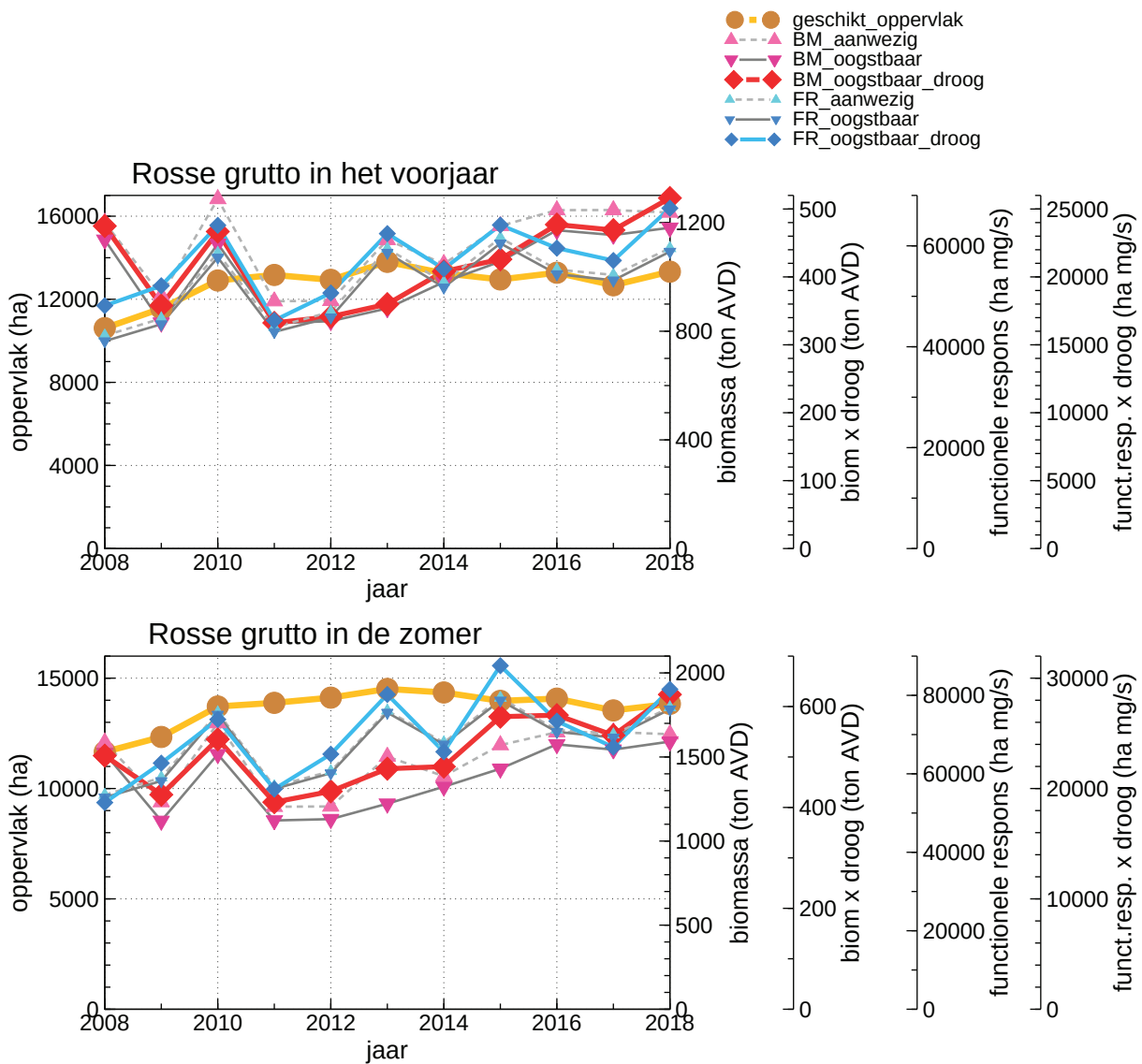
Conclusie na doorlopen beslisschema: noch in de zomer, noch in het voorjaar zijn er aanwijzingen voor een negatief effect van bodemdaling.



Figuur 9.26. Aantalsverloop (seizoensgemiddelde) van de Rosse Grutto in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag, vergeleken met het verloop van het seizoensgemiddelde in de rest van de Nederlandse Waddenzee en de Duitse en Deense Waddenzee.

Tabel 9.10. Resultaten trendanalyse van de seizoensgemiddelden voor de Rosse Grutto voor Pinkegat/Zoutkamperlaag, rest Nederlandse Waddenzee en de Duitse en Deense Waddenzee voor de lange termijn (vanaf 1994) en de korte termijn (vanaf 2008).

Rosse Grutto Label	vanaf 1994			vanaf 2008		
	jaarverand	Symbool	Beoordeling	jaarverand	Symbool	Beoordeling
Pinkegat en Zoutkamperlaag	0.97	-	matige afname	0.98	?	onzeker
Rest Nederlandse Waddenzee	1.02	+	matige toename	1.00	0	stabiel
Duitse en Deense Waddenzee	0.98	-	matige afname	0.98	-	matige afname



Figuur 9.27. Verloop van de proxies voor draagkracht voor de Rosse Grutto in Zoutkamperlaag-Pinkegat voor de jaren 2008-2018 in het voorjaar (boven) en de zomer (onder).

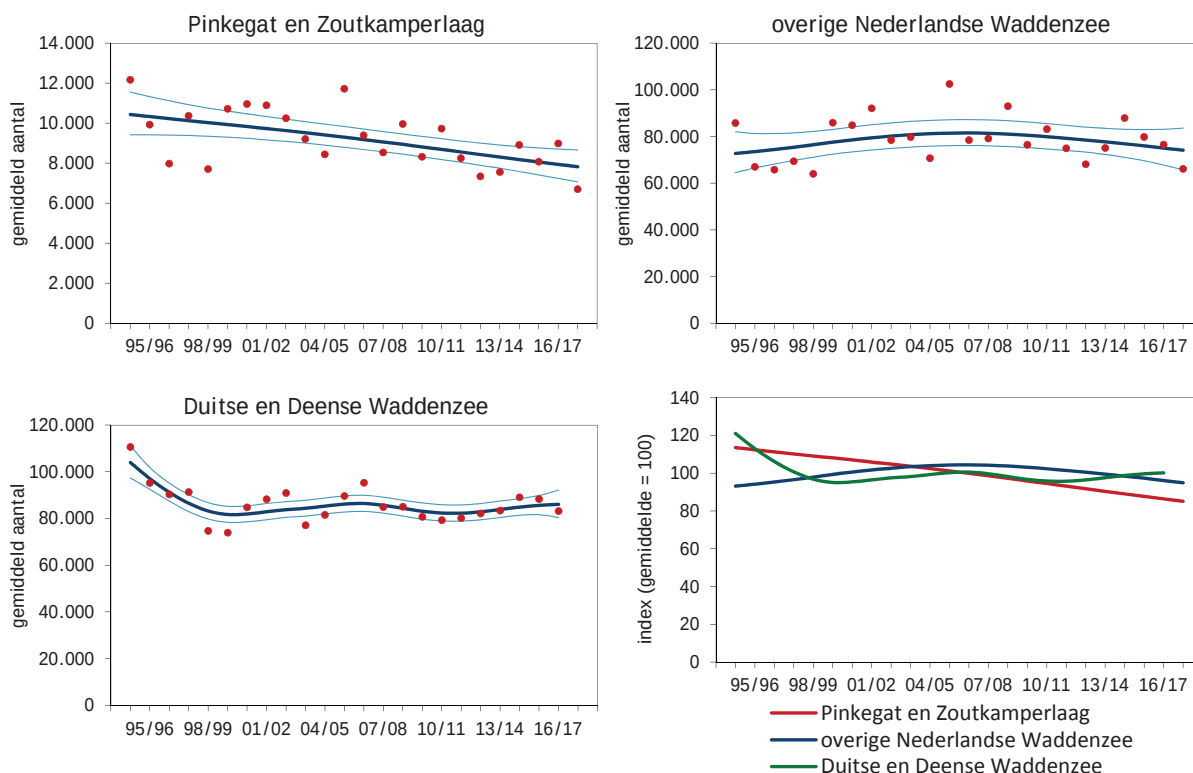
9.14. Wulp

In de kombergingen van Pinkegat/Zoutkamperlaag nemen de aantallen Wulpen al jaren af, terwijl in de rest van de Nederlandse Waddenzee de aantallen stabiel zijn (Figuur 9.28, Tabel 9.11). In de internationale Waddenzee lijken de aantallen stabiel (na een initiële afname), maar er zijn opvallende verschillen tussen landen (Blew *et al.* 2016). De aantallen die in Europa overwinteren lijken toe te nemen, maar er zijn tegelijkertijd aanwijzingen voor een afname van de broedpopulatie (van Roomen *et al.* 2015).

In de nazomer voldoen alle proxies aan het validatie criterium van 25% verklaarde variantie voor model 1. Vooral Opp, BMooogst, FRaanw en FRoogst

scoren hoog (34,8% - 38,3% verklaarde variantie). Voor januari is het beeld hetzelfde, maar geen van de proxies bereikt het criterium van 25% verklaarde variantie voor model 1, al is het model wel significant voor deze proxies. De onderlinge correlaties tussen de proxies is hoog. In beide seizoenen 0,93. Alle proxies laten een toename zien, maar alleen in de nazomer (september) is er een significante toename van 2,3% per jaar voor Opp. Bij de andere proxies is er geen significante verandering (Figuur 9.29).

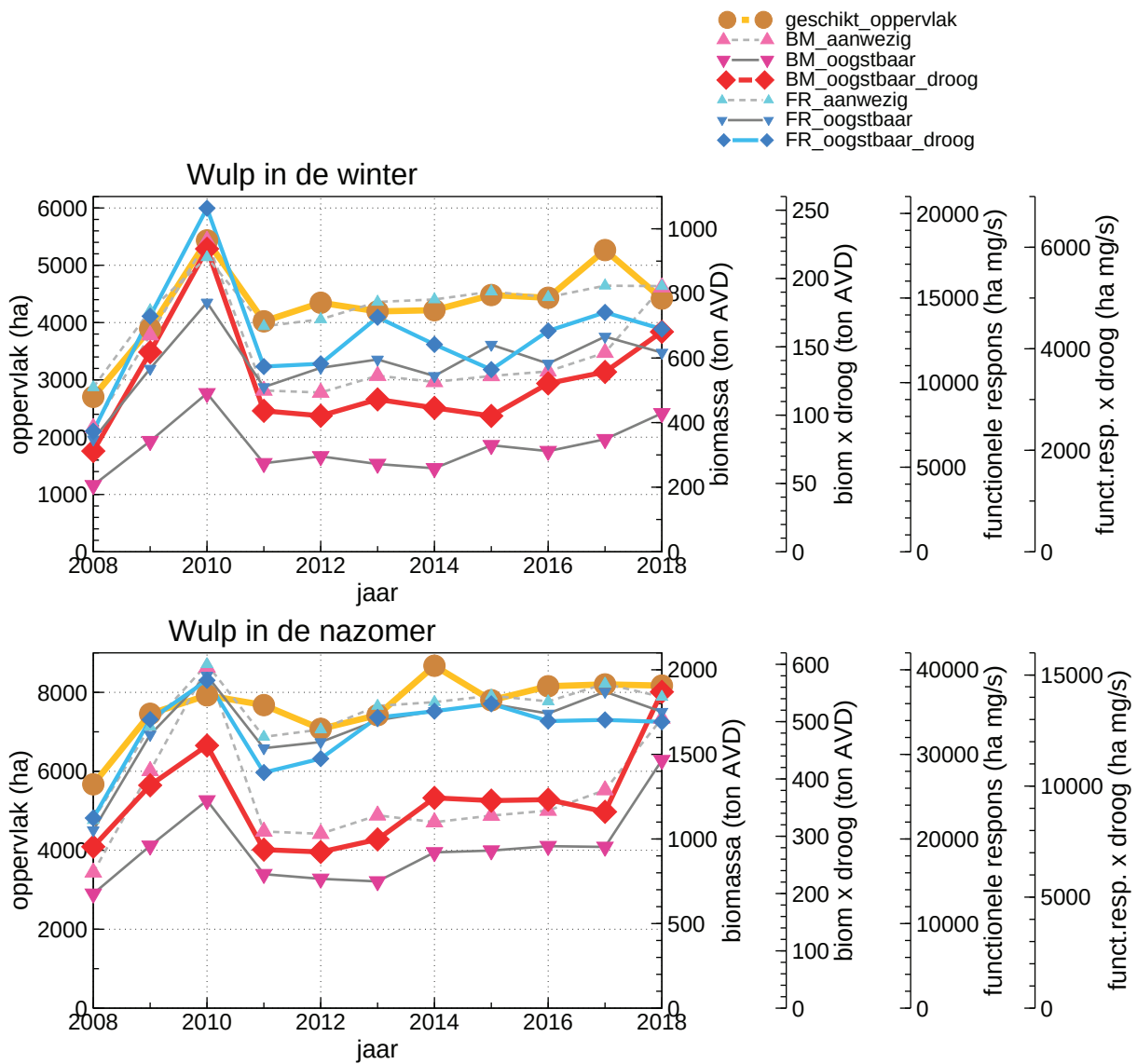
Conclusie na doorlopen beslisschema: noch in de nazomer, noch in de winter zijn er aanwijzingen voor een negatief effect van bodemdaling.



Figuur 9.28. Aantalsverloop (seizoensgemiddelde) van de Wulp in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag, vergeleken met het verloop van het seizoensgemiddelde in de rest van de Nederlandse Waddenzee en de Duitse en Deense Waddenzee.

Tabel 9.11. Resultaten trendanalyse van de seizoensgemiddelden voor de Wulp voor Pinkegat/Zoutkamperlaag, rest Nederlandse Waddenzee en de Duitse en Deense Waddenzee voor de lange termijn (vanaf 1994) en de korte termijn (vanaf 2008).

Wulp Label	vanaf 1994			vanaf 2008		
	jaarverand	Symbool	Beoordeling	jaarverand	Symbool	Beoordeling
Pinkegat en Zoutkamperlaag	0.99	-	matige afname	0.99	-	matige afname
Rest Nederlandse Waddenzee	1.00	0	stabiel	0.99	0	stabiel
Duitse en Deense Waddenzee	0.99	-	matige afname	1.01	0	stabiel



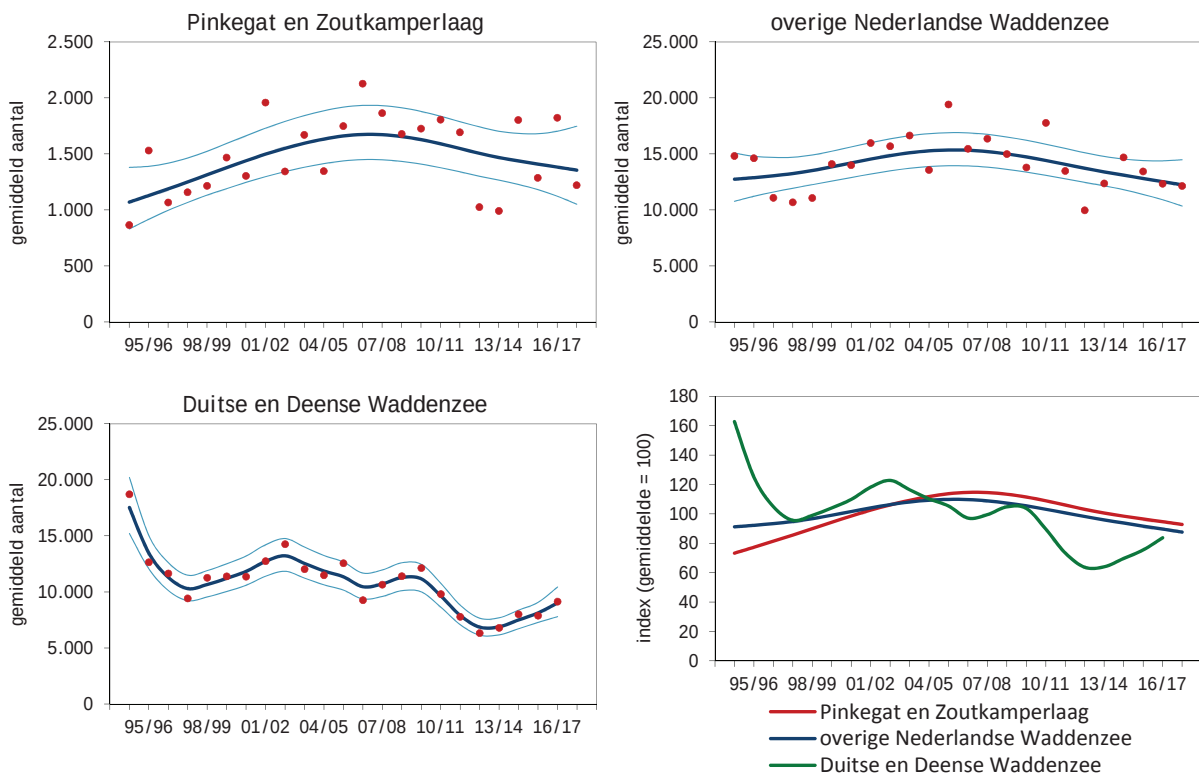
Figuur 9.29. Verloop van de proxies voor draagkracht voor de Wulp in Zoutkamperlaag-Pinkegat voor de jaren 2008-2018 in de winter (boven) en de nazomer (onder).

9.15. Tureluur

In de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag nemen de aantallen toe in de periode 1994-2006 en daarna lijkt er sprake van afname, al duidt de formele trendanalyse op een onzekere trend (Figuur 9.30; Tabel 9.12). Dit beeld komt overeen met het aantalsverloop in de rest van de Nederlandse Waddenzee vanaf 1987, al is daar de trend op korte termijn stabiel, maar verschilt van de trend in de internationale Waddenzee vanaf 1987, die negatief is (Blew *et al.* 2016). Langs de flyway neemt de ondersoort *robusta*, die in de Waddenzee overwintert, al jaren af (van Roomen *et al.* 2015).

Voor de Tureluur in de zomer is het niet gelukt een gevalideerde proxy voor draagkracht te ontwikkelen, noch in de winter, noch in de zomer. De proxies zijn echter sterk onderling gecorreleerd (0,84 in januari en 0,83 in juli). De meeste proxies vertonen geen significante trend, maar Opp en FRoogst vertonen een significante toename van 3% per jaar in januari en FRoogstDr van 2,7% per jaar in juli (Figuur 9.31).

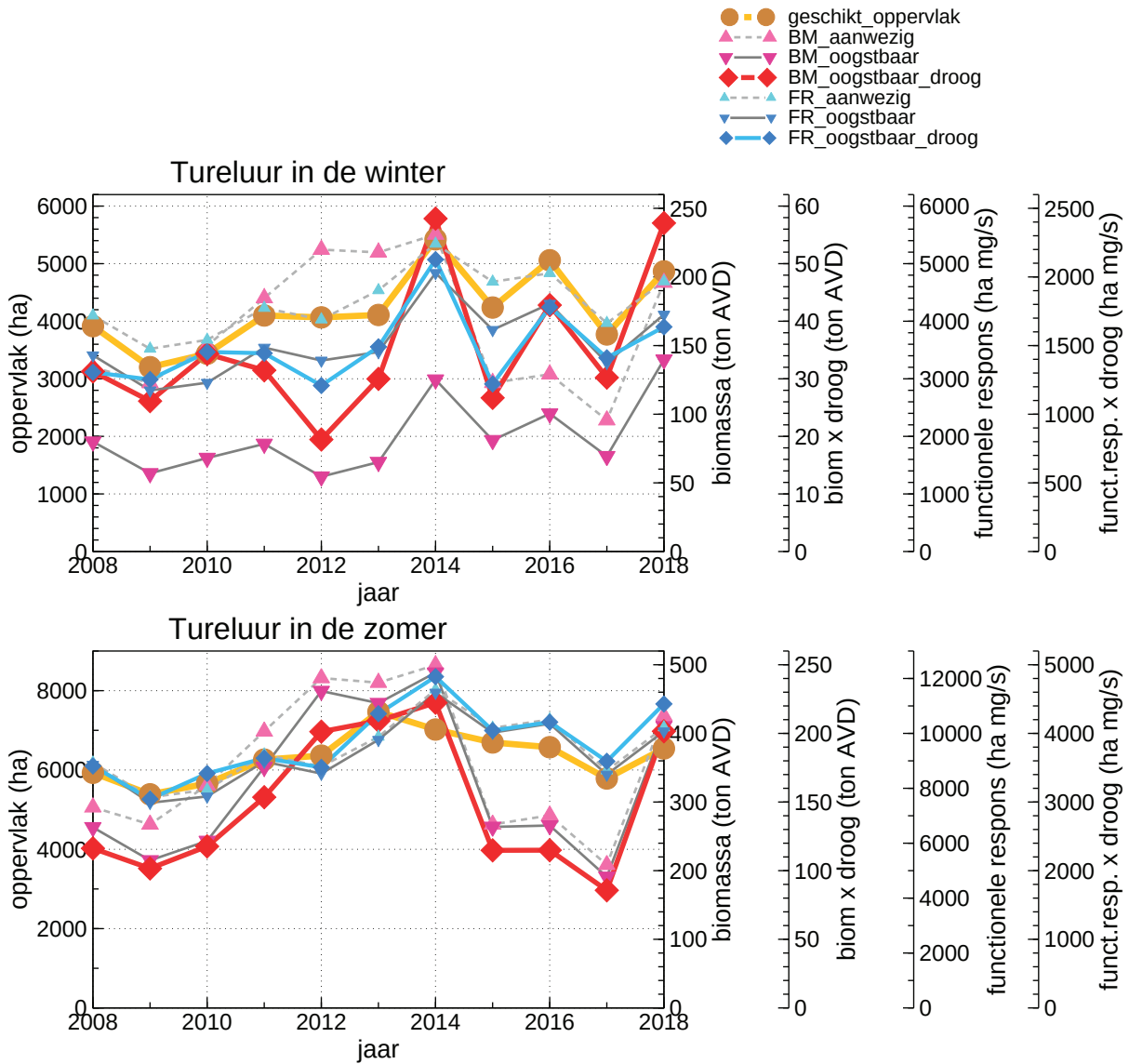
Conclusie na doorlopen beslisschema: noch in de zomer, noch in de winter zijn er aanwijzingen voor een negatief effect van bodemdaling.



Figuur 9.30. Aantalsverloop (seizoensgemiddelde) van de Tureluur in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag, vergeleken met het verloop van het seizoensgemiddelde in de rest van de Nederlandse Waddenzee en de Duitse en Deense Waddenzee.

Tabel 9.12. Resultaten trendanalyse van de seizoensgemiddelden voor de Tureluur voor Pinkegat/Zoutkamperlaag, rest Nederlandse Waddenzee en de Duitse en Deense Waddenzee voor de lange termijn (vanaf 1994) en de korte termijn (vanaf 2008).

Tureluur Label	vanaf 1994			vanaf 2008		
	jaarverand	Symbool	Beoordeling	jaarverand	Symbool	Beoordeling
Pinkegat en Zoutkamperlaag	1.01	0	stabiel	0.98	?	onzeker
Rest Nederlandse Waddenzee	1.00	0	stabiel	0.98	0	stabiel
Duitse en Deense Waddenzee	0.97	-	matige afname	0.97	-	matige afname



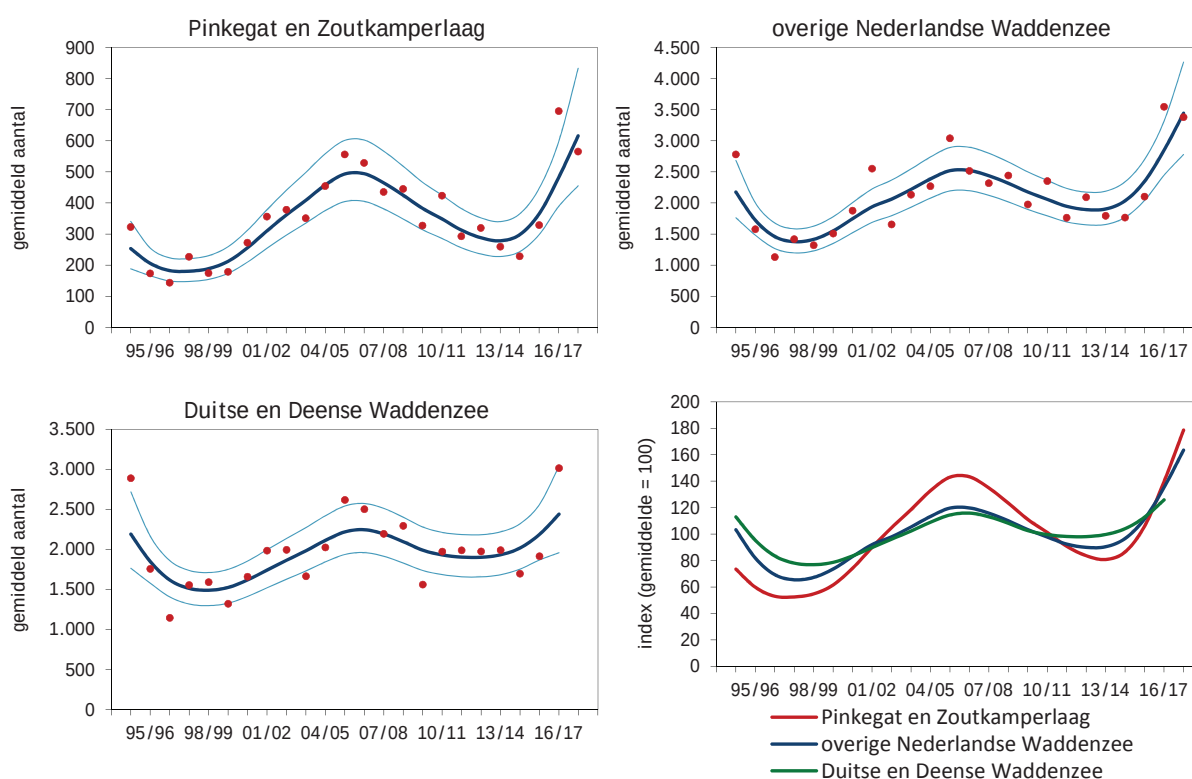
Figuur 9.31. Verloop van de proxies voor draagkracht voor de Tureluur in Zoutkamperlaag-Pinkegat voor de jaren 2008-2018 in de winter (boven) en de zomer (onder).

9.16. Steenloper

De aantallen Steenlopers in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag nemen toe tussen 1997 en 2005, daarna weer af en recent weer toe (Figuur 9.32). Volgens de formele trendanalyse is er in alle delen van de Nederlandse Waddenzee zowel op de korte als de lange termijn sprake van een matige toename (Tabel 9.13). De trend in de internationale Waddenzee lijkt hierop (Blew *et al.* 2016), maar voor de lange termijn wordt de trend in de Duitse en Deense Waddenzee als stabiel beoordeeld en op de korte termijn als onzeker (Tabel 9.13).

Voor de Steenloper is geen gevalideerde proxy voor draagkracht gevonden, noch in de zomer, noch in de winter. De proxies zijn onderling gecorreleerd, maar die correlatie is duidelijk hoger in de zomer (gemiddeld 0,77), dan in de winter (gemiddeld 0,61). De meeste proxies vertonen geen duidelijke trend, maar BMAanw neemt met 5,1% per jaar af in beide seizoenen (Figuur 9.33).

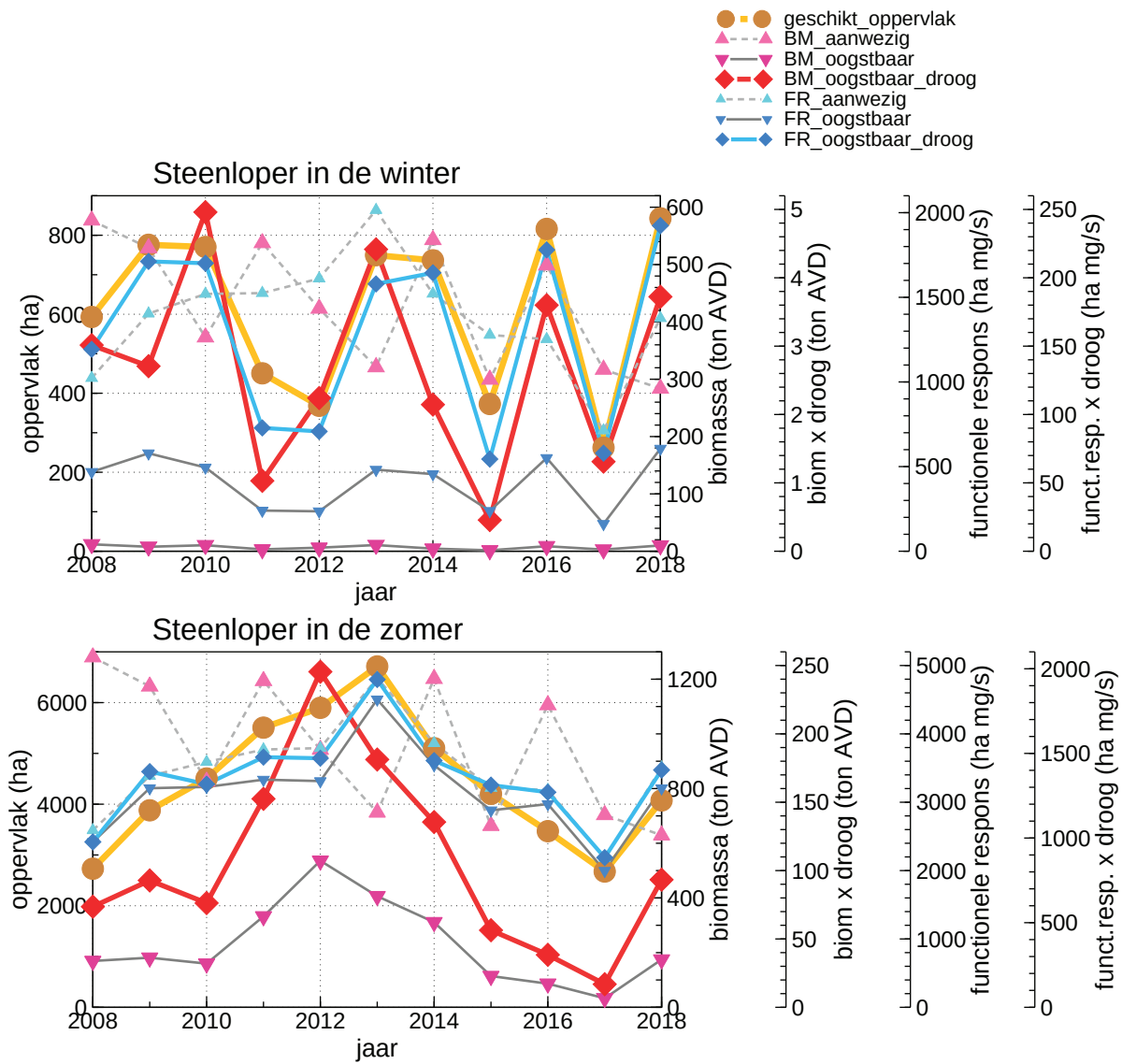
Conclusies na doorlopen beslisschema: op basis van de positieve trend in aantallen in Pinkegat-Zoutkamperlaag zijn er geen aanwijzingen voor een negatief effect van bodemdaling.



Figuur 9.32. Aantalsverloop (seizoensgemiddelde) van de Steenloper in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag, vergeleken met het verloop van het seizoensgemiddelde in de rest van de Nederlandse Waddenzee en de Duitse en Deense Waddenzee.

Tabel 9.13. Resultaten trendanalyse van de seizoensgemiddelden voor de Steenloper voor Pinkegat/Zoutkamperlaag, rest Nederlandse Waddenzee en de Duitse en Deense Waddenzee voor de lange termijn (vanaf 1994) en de korte termijn (vanaf 2008).

Steenloper Label	vanaf 1994			vanaf 2008		
	jaarverand	Symbool	Beoordeling	jaarverand	Symbool	Beoordeling
Pinkegat en Zoutkamperlaag	1.04	+	matige toename	1.06	+	matige toename
Rest Nederlandse Waddenzee	1.02	+	matige toename	1.06	+	matige toename
Duitse en Deense Waddenzee	1.00	0	stabiel	1.03	?	onzeker



Figuur 9.33. Verloop van de proxies voor draagkracht voor de Steenloper in Zoutkamperlaag-Pinkegat voor de jaren 2008-2018 in de winter (boven) en de nazomer (onder).



10. Discussie en conclusies

10.1. Signaleringsmonitoring & signalering

Met de werkzaamheden en metingen in het monitoringjaar 2018 is opnieuw een belangrijke stap gezet op weg naar een verdedigbare signaleringsmonitoring van eventuele negatieve effecten van bodemdaling door gaswinning op de vogels in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag buiten het broedseizoen. Dit alles natuurlijk binnen de randvoorwaarden van de huidige monitoring inspanning. Met onbeperkte financiële middelen zouden alle drukfactoren in kaart gebracht worden, zou de bemonstering van de bodemdieren geïntensiveerd worden, zou de telfrequentie natuurlijk worden opgevoerd, zou ook de demografie van de vogelpopulaties gemonitord worden en zouden zenders worden ingezet om het terreingebruik en het gedrag van de vogels in detail vast te leggen.

Nadere beschouwing van de 38 soorten niet-broed-

vogels waarvoor de Waddenzee is aangewezen als speciale beschermingszone leidt tot de conclusie dat de 13 soorten waarvoor nu proxies voor draagkracht zijn ontwikkeld ook precies de soorten zijn die in theorie zouden kunnen lijden onder bodemdaling door gaswinning (Ens *et al.* 2017).

Naar aanleiding van het commentaar van de audit commissie (Auditcommissie 2018) is het beslisschema aangepast. In het aangepaste beslisschema wordt begonnen met het onderzoeken van de trend in aantallen in het bodemdalingsgebied en het vergelijken van deze trend met de trend in de rest van de Nederlandse Waddenzee en ook de Duitse en Deense Waddenzee.

Voor elk van deze 13 soorten is het aantalsverloop in de kombergingen van Pinkegat-Zoutkamperlaag over de lange termijn (periode 1994/1995 – 2017/2018) en de korte termijn (2008/2009 – 2017/2018) ge-

Tabel 10.1. Samenvatting van de trends in het seizoensgemiddelde voor de 13 onderzochte wadvogelsoorten voor de periode 2008-2018. Voor Pinkegat-Zoutkamperlaag, de rest van de Nederlandse Waddenzee en de Duitse en Deense Waddenzee is de trend als jaarlijkse factor gegeven en is beoordeeld of de trend positief (+), stabiel (0), onduidelijk (?) dan wel negatief (-) was. In de laatste kolom is aangegeven bij welke soorten volgens het nieuwe beslisschema de trendinformatie voldoende is om te besluiten dat er geen aanwijzingen zijn voor een negatief effect van bodemdaling. In zulke gevallen is er sprake van een betrouwbare trend in Pinkegat-Zoutkamperlaag (Y) en zijn er geen aanwijzingen dat de vogelaantallen zich negatiever of minder positief hebben ontwikkeld in het bodemdalingsgebied (N).

	Pinkegat- Zoutkamperlaag	Rest Nederlandse Waddenzee	Duitse & Deense Waddenzee	Pinkegat- Zoutkamperlaag	Rest Nederlandse Waddenzee	Duitse & Deense Waddenzee	Eerste stappen beslis- schema
Bergeend	0.93	0.99	1.01	-	0	0	
Pijlstaart	1.06	1.05	1.06	+	+	+	YN
Scholekster	0.99	0.98	0.98	0	-	-	YN
Kluut	0.95	0.97	0.95	-	-	-	
Bontbekplevier	1.02	1.05	1.02	?	+	+	
Zilverplevier	1.02	1.02	0.98	+	0	-	YN
Kanoet	0.98	1.04	0.98	?	?	-	
Drieteenstrandloper	1.03	1.05	1.02	?	+	0	
Bonte Strandloper	1.01	1.02	1.02	+	+	+	YN
Rosse Grutto	0.98	1.00	0.98	?	0	-	
Wulp	0.99	0.99	1.01	-	0	0	
Tureluur	0.98	0.98	0.97	?	0	-	
Steenloper	1.06	1.06	1.03	+	+	?	YN

rapporteerd en vergeleken met het aantalsverloop in de rest van de Nederlandse Waddenzee, alsook met het aantalsverloop in de Duitse en Deense Waddenzee. De trendvergelijkingen voor de lange termijn zijn vooral bedoeld om enige context te geven. Voor bodemdaling als gevolg van de gaswinning uit de velden bij Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen gaat het primair om de trends op korte termijn. De resultaten voor die korte termijn zijn samengevat in Tabel 10.1. Voor 4 soorten nemen de aantallen toe in Pinkegat-Zoutkamperlaag en voor 3 soorten is de trend negatief. T.o.v. de rest van de Nederlandse Waddenzee zijn de trends in Pinkegat-Zoutkamperlaag iets negatiever (5 trends negatiever, 8 trends gelijk en 1 trend positiever), maar t.o.v. de Duitse en Deense Waddenzee zijn ze positiever (1 trend negatiever, 7 trends gelijk, 4 trends positiever). De Kluut neemt overal af, maar de afname in Pinkegat-Zoutkamperlaag lijkt sterker dan in de rest van de Nederlandse Waddenzee en de Duitse en Deense Waddenzee. Op basis van deze trendinformatie leidt het nieuwe beslisschema tot de conclusie dat er geen aanwijzingen zijn voor een negatief effect van bodemdaling voor de volgende vijf soorten: Pijlstaart, Scholekster, Zilverplevier, Bonte Strandloper en Steenloper.

Er is opnieuw veel energie gestoken in een poging de proxies voor draagkracht te valideren, door te kijken welke proxy het beste de Waddenzee-brede verspreiding van de onderzoeksoorten kon verklaren. Dit bleek opnieuw veel moeilijker dan gedacht. Vijf soort-seizoen combinaties voldeden aan de criteria voor een gevalideerde proxy: Scholekster-najaar, Scholekster-winter, Bonte Strandloper-najaar, Rosse Grutto-najaar en Wulp-najaar. Toch kon in een veel groter aantal gevallen het beslisschema verder worden doorlopen omdat op een paar uitzonderingen na (Pijlstaart-herfst, Pijlstaart-winter en Steenloper-winter) de proxies onderling sterk gecorreleerd bleken en dezelfde trend lieten zien. Die gezamenlijke trend kan in onze ogen gebruikt worden om te besluiten of de draagkracht zich in positieve dan wel negatieve zin ontwikkelt. Ons argument daarvoor is dat alle beschikbare kennis over de voedsel-ecologie is verwerkt in de proxies en de verschillende proxies richten zich vooral op de vraag hoe het voedsellandschap het beste gekarakteriseerd kan worden. Voordat wij ingaan op de vraag waarom het zo vaak niet lukt de Waddenzee-brede verspreiding te verklaren met een van de proxies voor draagkracht, bespreken wij eerst de uiteindelijke resultaten voor alle soorten van het volledig doorlopen van het nieuwe beslisschema.

Toepassing van het aangepast beslisschema op de resultaten t/m monitoringjaar 2018, samengevat in

Tabel 10.2, leidt tot de volgende conclusies:

1. Voor alle 26 onderzochte soort-seizoen combinaties luidt de conclusie dat er geen aanwijzingen zijn voor een negatief effect van bodemdaling.
2. Voor 10 soort-seizoen combinaties is dit gebaseerd op de ontwikkeling van de aantallen in Pinkegat-Zoutkamperlaag die duidelijk in positieve zin verschilt van de aantalsontwikkeling elders (overige delen Nederlandse Waddenzee, Duitse en Deense Waddenzee).
3. Voor 14 soort-seizoen combinaties werd geen gevalideerde proxy voor draagkracht gevonden, maar waren de proxies onderling sterk gecorreleerd en was er geen sprake van een negatieve ontwikkeling van de gezamenlijke trend in de proxy.
4. Voor 2 soort-seizoen combinaties was er sprake van een gevalideerde proxy voor draagkracht die in beide gevallen geen negatieve trend vertoonde.

In de vorige rapportage werd geconcludeerd dat bij Kluut-herfst, Kanoet-zomer en Kanoet-winter sprake was van een dalende trend in de proxies wat zou kunnen wijzen op een negatief effect van bodemdaling, maar dat die conclusie was gebaseerd op de onbewezen aanname dat de dalende trend in de proxy een directe relatie had met de bodemdaling (Ens *et al.* 2018a). In deze rapportage luidt de conclusie voor Kluut-herfst, Kanoet-zomer en Kanoet-winter dat er geen aanwijzingen zijn voor een negatief effect van bodemdaling. Bij de Kanoet heeft dit te maken met een zeer gunstige ontwikkeling van het voedselaanbod in 2018, waardoor er geen sprake meer is van een duidelijke negatieve trend in de proxy. Ook bij de Kluut is sprake van een zeer gunstige ontwikkeling van het voedselaanbod in 2018, maar daarnaast hebben kleine aanpassingen in de berekening van de proxies (zie hoofdstuk 7.2) ook een effect gehad op de trend in de proxy.

10.2. Ecologische verklaringen van waargenomen veranderingen

De audit commissie is van mening dat het opnemen van een ecologische verklaringsstap in het beslisschema essentieel is om signalen in ecologisch perspectief te kunnen zetten (Auditcommissie 2018). In het aangepaste beslisschema is er geen aparte ecologische verklaringsstap, maar worden twee vragen gesteld die direct verbonden zijn met die ecologische verklaring:

1. Is er sprake van een gevalideerde proxy voor draagkracht?
2. Is de waargenomen daling in de proxy voor draagkracht geheel of gedeeltelijk veroorzaakt door bodemdaling.

Tabel 10.2. Toepassing van het beslisschema over hand aan de kraan (Tabel 5.1, Figuur 5.1) op de 13 onderzochte wadvogelsoorten op basis van de in hoofdstuk 9 gepresenteerde resultaten. De vragen en conclusies uit het beslisschema worden kolomsgewijs behandeld, waarbij Y = ja en N = nee. De vragen en antwoorden die tot de uiteindelijke conclusie leiden zijn vetgedrukt met een grijze achtergrond. Voor zover mogelijk zijn ook de andere vragen beantwoord, maar omdat die antwoorden geen effect hebben op de eindconclusie (ook al kunnen ze die eindconclusie wel versterken) zijn ze niet vet gedrukt en niet op een grijze ondergrond weergegeven.

	maand	Trend uit telling en geeft voldoende nauwkeurig beeld van ontwikkeling vogelsoort?	Vogelaantallen in bodemdaling gebied ontwikkelen zich negatiever / minder positief dan elders?	Gevalideerde draagkracht proxy?	Alle proxies zelfde trend en sterk gecorreleerd?	Negatieve trend in proxy?	Geheel/deelsgevoeg van bodemdaling?	Geen uitspraak mogelijk	Aanwijzing voor mogelijk negatief effect bodemdaling	Geen aanwijzing voor negatief effect bodemdaling
Bergeend	jan	Y	Y	N	Y	N				Y
	sep	Y	Y	N	Y	N				Y
Pijlstaart	jan	Y	N	N	N	N				Y
	nov	Y	N	N	N	N				Y
Scholekster	jan	Y	N	Y	Y	N				Y
	sep	Y	N	Y	Y	N				Y
Kluut	sep	Y	Y	N	Y	N				Y
	nov	Y	Y	N	Y	N				Y
Bontbekplevier	mei	Y	Y	N	Y	N				Y
	sept	Y	Y	N	Y	N				Y
Zilverplevier	jan	Y	N	N	Y	N				Y
	mei	Y	N	N	Y	N				Y
Kanoet	jan	N		N	Y	N				Y
	aug	N		N	Y	N				Y
Drieteenstrandloper	mei	N		N	Y	N				Y
	aug	N		N	Y	N				Y
Bonte Strandloper	mei	Y	N	N	Y	N				Y
	sep	Y	N	Y	Y	N				Y
Rosse Grutto	mei	N		N	Y	N				Y
	aug	N		Y	Y	N				Y
Wulp	jan	Y	Y	N	Y	N				Y
	sep	Y	Y	Y	Y	N				Y
Tureluur	jan	N		N	Y	N				Y
	jul	N		N	Y	N				Y
Steenloper	jan	Y	N	N	N	Y				Y
	aug	Y	N	N	Y	Y				Y

Hieronder zullen wij daar dieper op ingaan, waarbij we de tweede vraag eerst zullen behandelen. Na het beantwoorden van beide vragen zullen wij aandacht besteden aan de (on)mogelijkheden voor het geven van een ecologische verklaring voor waargenomen veranderingen en verschillen in trends tussen gebieden.

10.2.1. Is daling proxy geheel of gedeeltelijk veroorzaakt door bodemdaling?

Voor de voorliggende monitoringresultaten hoefde de vraag of de waargenomen daling in de proxy voor draagkracht geheel of gedeeltelijk werd veroorzaakt door bodemdaling niet beantwoord te worden om tot een conclusie te komen. In het licht van de gewenste

ecologische verklaringstap is het wel zinvol om na te gaan hoe die vraag beantwoord zou moeten worden. De vraag naar de mogelijke samenhang tussen een trend in de proxy en bodemdaling is namelijk makkelijker gesteld dan beantwoord. Eerder onderzochten wij de gevoeligheid van de proxies voor bodemdaling en welk deel van de variatie in proxywaarden verklaard kon worden door variatie in gemeten bodemhoogte (Ens *et al.* 2017). Voor het antwoord op de vraag naar de gevoeligheid werden vier scenario's ontwikkeld:

1. De daling van de diepe ondergrond vertaalt zich één op één als een kuil aan het oppervlak + de verspreiding van de bodemdieren is direct gerelateerd aan de bodemhoogte (de bodemdieren

schuiven mee).

2. De daling van de diepe ondergrond wordt uitgesmeerd over de hele komberging waarbinnen de daling zich afspeelt + de verspreiding van de bodemdieren is direct gerelateerd aan de bodemhoogte (de bodemdieren schuiven mee).
3. De daling van de diepe ondergrond vertaalt zich één op één als een kuil aan het oppervlak + de bodemdieren blijven op hun plaats en dalen mee.
4. De daling van de diepe ondergrond wordt uitgesmeerd over de hele komberging waarbinnen de daling zich afspeelt + de bodemdieren blijven op hun plaats en dalen mee.

In feite zijn het combinaties van twee scenario's over hoe diepe bodemdaling uitwerkt op de wadbodem en twee scenario's over hoe de bodemdieren reageren op veranderingen van de wadbodem. De wijze waarop diepe bodemdaling uitwerkt op de wadbodem wordt wat betreft hoogteligging vastgelegd met de LiDAR metingen die onderdeel zijn van de monitoring. Het voorkomen van bodemdieren is gerelateerd aan bodemhoogte, maar het verband is niet erg sterk door de hoge tolerantie van veel bodemdieren (Beukema 2002; Folmer *et al.* 2017). Er zijn ook relaties met sedimentsamenstelling, maar ook hier is de tolerantie van de bodemdieren groot (Folmer *et al.* 2017). Kleine, maar systematische veranderingen in sediment en bodemhoogte zullen op de lange duur desondanks zeker effect hebben op de bodemdieren. Het is wel de vraag of die veranderingen meetbaar zullen blijken met de huidige monitoring gezien de grote jaarlijkse variatie in de bodemdierbestanden. Door net als eerder (Ens *et al.* 2017) te analyseren welk deel van de variatie in de te onderzoeken proxy verklaard kan worden door de waargenomen variatie in de hoogte van de wadbodem, kan bepaald worden of er een negatieve relatie is met bodemdaling. Zo ja, dan kan bepaald worden welk deel van de negatieve trend verklaard kan worden door bodemdaling. Zoals eerder gemeld zijn deze berekeningen niet uitgevoerd, omdat daar volgens de stappen van het beslisschema geen noodzaak voor was.

10.2.2. Is er een gevalideerde proxy voor draagkracht?

De onderzochte proxies voor draagkracht geven een indicatie van het oppervlak geschikt voedselgebied, of de biomassa voedsel, of voor oogstbaarheid en/of droogligtijd gecorrigeerde varianten daarvan. De onderliggende aanname is dat deze karakterisering van het voedsellandschap een directe relatie heeft met de draagkracht. We hebben gepoogd die aanname te toetsen door te onderzoeken welke proxy voor draagkracht de Waddenzee-brede verspreiding van de verschillende wadvogelsoorten en de jaarlijkse veranderingen daarin het beste kon verklaren. Op een enkele uitzondering na was dit niet erg succesvol,

waarbij opviel dat er in veel gevallen sprake was van grote verschillen tussen gebieden. In het volgende zullen wij de verschillende mogelijke verklaringen bespreken:

(1) De toewijzing van laagwaterfoerageergebieden aan hvp's is (deels) foutief.

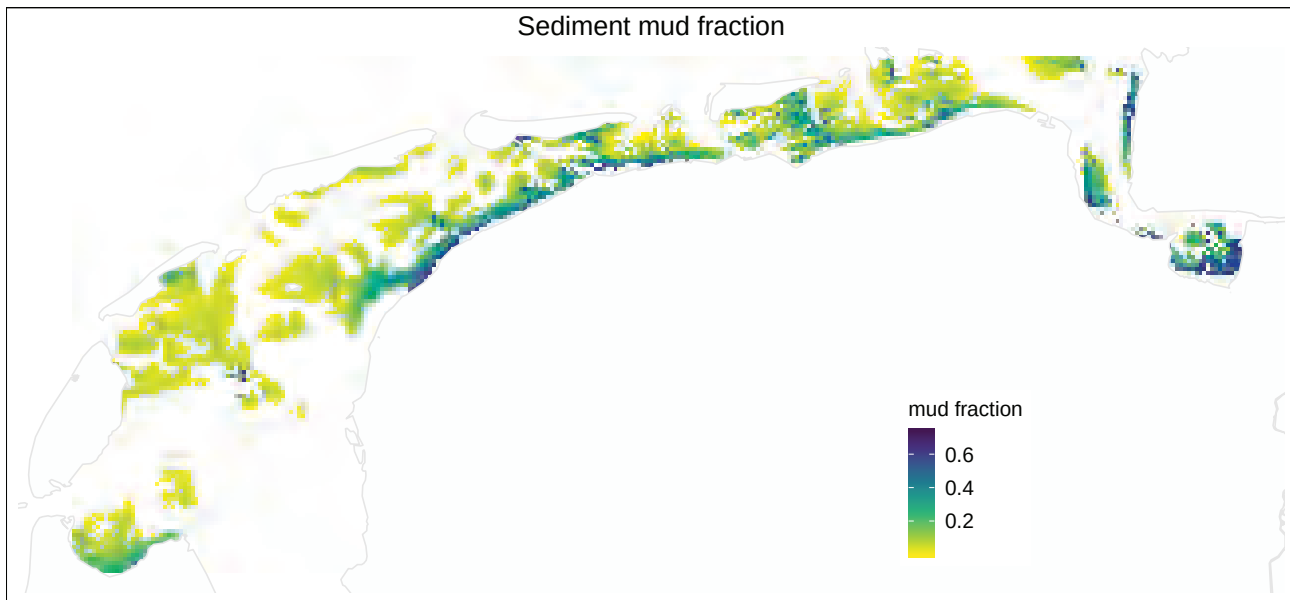
Voor soorten waar de relatie tussen hvp's en laagwaterfoerageergebieden bestudeerd kon worden middels gezenderde vogels, zoals de Scholekster (Ens *et al.* 2015a; Dokter *et al.* 2017) en de Kanoet (van Gils *et al.* 2000), is dit niet zo waarschijnlijk. Scholekster en Kanoet zijn echter uitzonderingen en in de andere gevallen is de relatie tussen hvp en laagwaterfoerageergebied gebaseerd op de inschatting van lokale experts. Voor de Kluut wordt de Ballastplaat aange-merkt als potentieel voedselgebied en de aanname is dat de vogels die op de Ballastplaat naar voedsel zoeken overtijen op Griend. Daar worden echter nooit Kluten waargenomen (zie appendix 5) en het zou dus kunnen dat alle Kluten op de Friese kust overtijen (deelgebied Noorderleegh).

(2) Als gevolg van activiteiten die het prooideraanbod lokaal direct beïnvloeden wordt het voedsellandschap niet volledig in kaart gebracht.

Hierbij moet gedacht worden aan handkokkelvisserij en het rapen van oesters. Waarschijnlijk is dit alleen relevant voor handkokkelvisserij en Scholeksters, want grote Japanse oesters waar de oesterrapers op uit zijn, worden door geen enkele vogel gegeten. De meeste handkokkelvisserij vindt in de nazomer en herfst plaats, als de Kokkels maximaal vlees bevatten. Dit is nadat de bemonstering van de bodemfauna door WMR en NIOZ heeft plaatsgevonden.

(3) Naast voedsel op het wad is ook de bodemgesteldheid belangrijk.

Hierbij moet vooral gedacht worden aan de sedimentsamenstelling. Langs de vastelandskust is het wad veel slikkiger dan onder de eilanden (Figuur 10 1). De Kluut lijkt aangepast om met zijn dunne opgewipte snavel door zacht slik te maaien en zo op de tast zijn prooidieren te vinden. De grote aantallen Kluten worden dan ook langs de kust geteld (appendix 5). Omgekeerd lijkt de Drieteenstrandloper aangepast om hard over het zandige strand te rennen en de hvp's van deze soort liggen dan ook nooit op de vastelandskust, maar op de eilanden (appendix 5). Ook de Rosse Grutto prefereert zeer zandig sediment, terwijl Kanoeten op niet zeer zandig of zeer slakkig sediment gevonden worden en Scholeksters op alle soorten sediment worden aangetroffen (Zwarts 1988; Ens, Wintermans & Smit 1993; Yates *et al.* 1993; Brinkman & Ens 1998; Granadeiro, Andrade & Palmeirim 2004; Ens *et al.* 2005; Granadeiro *et al.* 2007). Ook de bodemdieren zijn



Figuur 10.1. Sedimentsamenstelling (percentage slib) in de Waddenzee. Bron: Folmer et al. (2017).

gerelateerd aan sediment (Beukema 1976; Folmer et al. 2017), maar het is voorstelbaar dat wat op grond van voedselaanbod een geschikt voedselgebied lijkt voor een bepaalde soort dat vanwege de sedimentsamenstelling niet is.

(4) Naast voedsel op het wad zijn ook binnendijkse foerageermogelijkheden van belang.

Van verschillende vogelsoorten is bekend dat ze niet alleen op het wad naar voedsel zoeken, maar ook in meer of mindere mate gebruik van weilanden in de omgeving. Overwinterende Scholeksters kunnen massaal in de weilanden naar voedsel zoeken als het wad bij langdurige stormperiodes niet droogvalt (Heppleston 1971; Goss-Custard & Durell 1988; Ens et al. 2015a). Overwinterende Wulpen foerageren ook vaak in de omliggende weilanden en in de herfst kunnen sommige individuen, vooral de (kortsnavelige) mannetjes zelfs overstappen op uitsluitend in de weilanden foerageren (Ens & Zwarts 1980); zie ook verspreiding van de niet-broedende Wulpen (appendix 5). Rosse Grutto's die opvetten in het voorjaar om naar het hoge noorden te trekken verlengen hun foerageertijd door met hoogwater in de weilanden naar voedsel te zoeken (van de Kam et al. 1999). Er zijn grote verschillen tussen hyp's wat betreft omvang en nabijheid van weilanden. Zo ontbreken weilanden op Rottumeroog, Rottumerplaat, de Boschplaat op Terschelling en de Vliehors bijvoorbeeld. Langs de Friese kust en rond het Balgzand zijn juist wel veel weilanden te vinden.

(5) Naast voedsel op het wad zijn ook predatierisico en verstoring van belang.

Voor wadvogels hangt overleven niet alleen af van voldoende voedsel vinden, maar de vogels moeten

ook zorgen niet zelf als prooi te eindigen. Het predatierisico van overwinterende wadvogels kan soms hoog zijn (Cresswell & Whitfield 1994; Whitfield 2003a; Whitfield 2003b), maar het kan er ook voor zorgen dat bepaalde (voedselrijke) gebieden gemeden worden omdat het predatierisico hoog is (van den Hout 2009; Ydenberg et al. 2017). Zo is de hypothese gelanceerd dat de Kanoeten tegenwoordig in het najaar van de oostelijke naar de westelijke Waddenzee trekken om hoge predatie door Slechtvalken te voorkomen (Buiter, Govers & Piersma 2016).

De roofvogels zorgen ook voor verstoring van de vogels die wel in het gebied blijven, wat tijd- en energieverlies betekent, waardoor gebieden ook minder aantrekkelijk kunnen zijn dan op grond van het voedselaanbod verwacht kan worden. Behalve roofvogels zorgen ook mensen voor verstoring, zowel tijdens hoogwater (vooral recreanten, maar ook boeren, jagers en vogeltellers) als tijdens laagwater (wadlopers, kokkelvisser, oesterrapers, drooggevalen wadvaarders etc.). Het wegvliegen voor menselijke verstoringbronnen (waaronder ook boten en vliegtuigen) is net als het opvliegen voor roofvogels een vorm van antipredator gedrag.

Het is goed mogelijk dat de Waddenzee-brede verspreiding van de wadvogels alleen verklaard kan worden als naast het voedsellandschap ook het verstoringlandschap in beeld gebracht wordt. MOCO (monitoring consortium bestaande uit Vandertuuk Revisited, De Karekiet, Rijksuniversiteit Groningen, Altenburg & Wymenga en Sovon Vogelonderzoek Nederland) hebben de afgelopen jaren hard gewerkt aan het in kaart brengen en een goede monitoring

organiseren van het verstoringslandschap (Ens *et al.* 2018b; Meijles *et al.* 2018a; Meijles *et al.* 2018b). Hierdoor geïnspireerd is Sovon begonnen met een meer systematische monitoring van menselijke en natuurlijke verstoringsbronnen en verstoringen tijdens de hoogwatertellingen van de wadvogels (Polwijk *et al.* 2018).

10.2.3. Verschillen in trends en verspreiding

Zoals ook uit deze rapportage blijkt zijn trends van vogels soms heel verschillend in de Waddenzee. Op de schaal van de internationale Waddenzee zien we de Drieteenstrandloper al jaren zeer sterk toenemen in Nederland, toenemen in Denemarken, gelijk blijven in Sleeswijk-Holstein en afnemen in Nedersaksen (Kleefstra *et al.* 2019). Een ander voorbeeld is de Bonte Strandloper, die toeneemt in Nederland, afneemt in Denemarken, en eerst afneemt en daarna stabiel is in Sleeswijk-Holstein en stabiel is in Nedersaksen. Op de schaal van de Nederlandse Waddenzee zien we dat de Scholekster bijna overal afneemt, behalve op de Vliehors en de nabijgelegen Hengst, en stabiel is op Texel, Wieringen en bij Harlingen (Hornman *et al.* 2019). De Wulp neemt in de westelijke Waddenzee bijna overal toe, maar in de oostelijke Waddenzee zijn de aantallen bijna overal stabiel.

Onderzoek naar de oorzaken van de verschillen in trends op de schaal van de Waddenzee resulteerde in 20 verschillende hypothesen, die onderverdeeld konden worden in vijf hoofdgroepen (Ens *et al.* 2009a):

1. Klimaatverandering
2. Verandering in eutrofiering
3. Veranderingen in menselijke activiteiten en invloeden, zoals schelpdiervisserij en recreatie
4. Veranderingen in het ecosysteem, bijvoorbeeld door een invasieve exoot als de Japanse oester

5. Buiten de Waddenzee veroorzaakte populatieschommelingen

In vrijwel alle gevallen ontbraken de noodzakelijke gegevens om deze hypothesen te toetsen (of het relatieve belang vast te stellen – de hypothesen sluiten elkaar vaak niet uit). In het rapport wordt voorgesteld om eerst te proberen de verschillen in verspreiding te verklaren en er wordt vermoed dat dit in veel gevallen tot zeer vergelijkbare hypothesen zal leiden. In feite hebben we bij onze validatiepoging van de proxies voor draagkracht beide gedaan, met beperkt succes, ondanks de zeer goede gegevens over de voor vogels beschikbare bodemfauna.

Op verzoek van de audit commissie hebben we in hoofdstuk 5 op een rij gezet welke bodemfauna data uit andere (omringende) gebieden beschikbaar zijn om de gesignaleerde trends in de bodemfauna in Pinkegat-Zoutkamperlaag in het licht te plaatsen van ontwikkelingen elders in de Waddenzee. Die gegevens zijn er, maar vergelijking zal niet makkelijk zijn door verschillen in wijze van bemonstering. Vergelijken is het makkelijkst als de bodemdiergegevens overal op dezelfde wijze zijn verzameld. De WMR surveys zijn Waddenzee breed en zullen dat blijven voor zover bekend. Naar verluid zal ook het SIBES programma van het NIOZ de komende jaren Waddenzeebreed worden uitgerold en zullen oude monsters met terugwerkende kracht worden geanalyseerd. Dat betekent dat de validatie-berekeningen die wij nu hebben uitgevoerd voor de jaren 2008-2013 uitgevoerd kunnen worden voor 2008-2018. In die analyse zit dan meteen opgesloten de zoektocht naar het verband tussen vogels en voedselaanbod voor alleen Pinkegat-Zoutkamperlaag. Dit leidt tot de in het volgende hoofdstuk geformuleerde aanbevelingen.

11. Aanbevelingen

In de afgelopen jaren is gewerkt aan een signaleringsmonitoring van eventuele negatieve gevolgen van bodemdaling door gaswinning op beschermde vogelsoorten. Hiervoor zijn proxies voor draagkracht ontwikkeld. Dankzij de hoge onderlinge correlatie voldeden zij als instrument voor de signaleringsmonitoring, maar het beperkte succes bij de validatie betekent dat begrip over de factoren die verspreiding van de onderzochte wadvogels in de Waddenzee bepalen en veranderingen in die verspreiding sturen vooralsnog beperkt is. De in het vorige hoofdstuk opgevoerde verklaringen voor het beperkte succes bij de validatie kunnen een op een vertaald worden naar aanbevelingen:

1. Controleer of de toekenning van laagwaterfoeraargebieden aan hvp's klopt.
2. Probeer een inschatting te maken van de omvang van de handkokkelvisserij in de afgelopen jaren in de verschillende onderzoeksgebieden en verdisconteer dit in de draagkrachtproxies voor de Scholekster.
3. Onderzoek of sedimentsamenstelling, naast voedsel, een rol speelt bij het verklaren van de verspreiding van de wadvogels in de Waddenzee.
4. Onderzoek of binnendijkse foerageermogelijkheden, naast voedsel op het wad zelf, van belang zijn bij het verklaren van de verspreiding van de wadvogels in de Waddenzee.
5. Onderzoek of predatierisico en (menselijke) verstoring, naast voedsel op het wad, van belang zijn bij het verklaren van de verspreiding van de wadvogels in de Waddenzee.

In het ideale geval worden bovenstaande analyses uitgevoerd voor de hele Waddenzee over de periode 2008-2018. Of dit mogelijk is zal afhangen van de beschikbaarheid van de SIBES data voor de andere

gebieden dan Pinkegat-Zoutkamperlaag voor de jaren 2014-2018.

Daarnaast lijkt het zinvol te zoeken naar alternatieve manieren om de proxies voor draagkracht te valideren. Wij denken hierbij aan:

- (6) Vergelijken van laagwatertellingen van wadvogels op geselecteerde wadplaten met de proxywaarde berekend voor elk van die wadplaten. Door de Waddenunit worden verspreid over de Waddenzee tellingen uitgevoerd tijdens laagwater (en tijdens hoogwater) van geselecteerde wadplaten. Deze laagwatertellingen zijn mogelijk bruikbaar voor validatie van de verschillende proxies, in aanvulling op de validatie op basis van de hoogwatertellingen.
- (7) De voorspelde prooikeuze voor de verschillende wadvogelsoorten is van doorslaggevend belang voor het berekenen van het beschikbare voedselaanbod. De best beschikbare kennis is gebruikt, maar het zou zeer waardevol zijn als het door de proxies voorspelde dieet vergeleken kon worden met het dieet in veld. Nieuwe technieken, zoals eDNA (afkorting van environmental DNA) en stabiele isotopen, maken dit misschien mogelijk.
- (8) Proxies voor draagkracht heten niet voor niets proxies voor draagkracht. Ze geven in het meest gunstige geval een afgeleid beeld van de ontwikkeling van de draagkracht, maar geen voorspelling van de draagkracht. Daarvoor is een draagkrachtmodel nodig, zoals WEBTICS. Voor de Scholekster zou het nuttig zijn om draagkrachtvoorspellingen met het draagkrachtmodel WEBTICS te vergelijken met variatie in ruimte of tijd van de verschillende proxies. Voor de andere soorten zou als eerste stap WADMAP voor die soorten uitgebouwd kunnen worden tot WEBTICS voor die soorten.

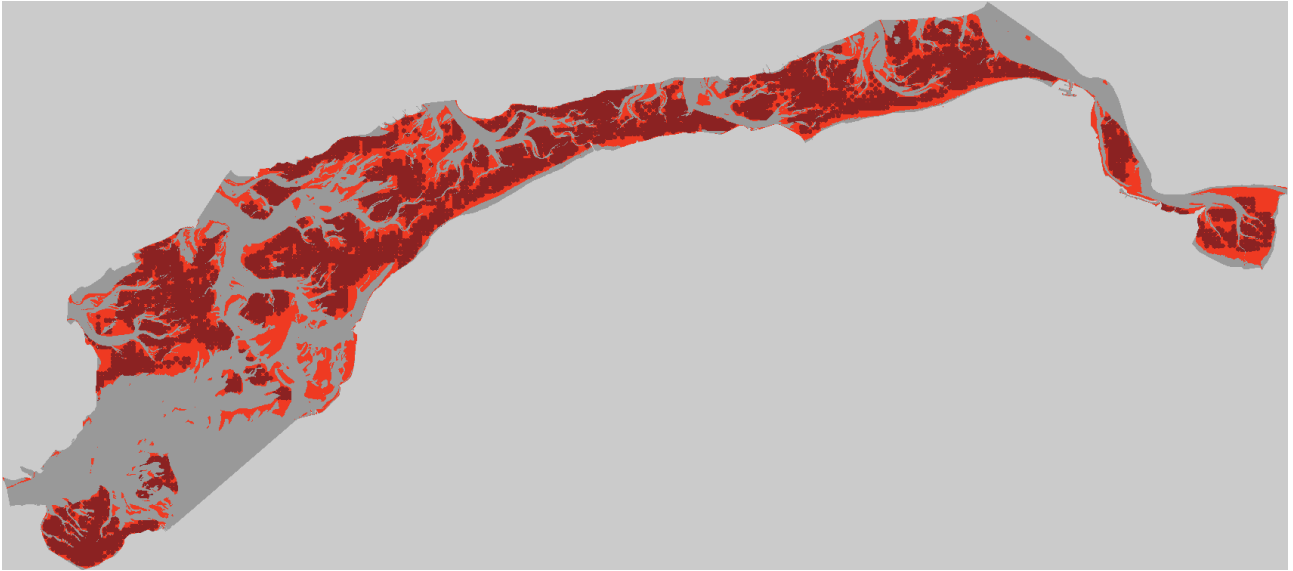


12. Appendices

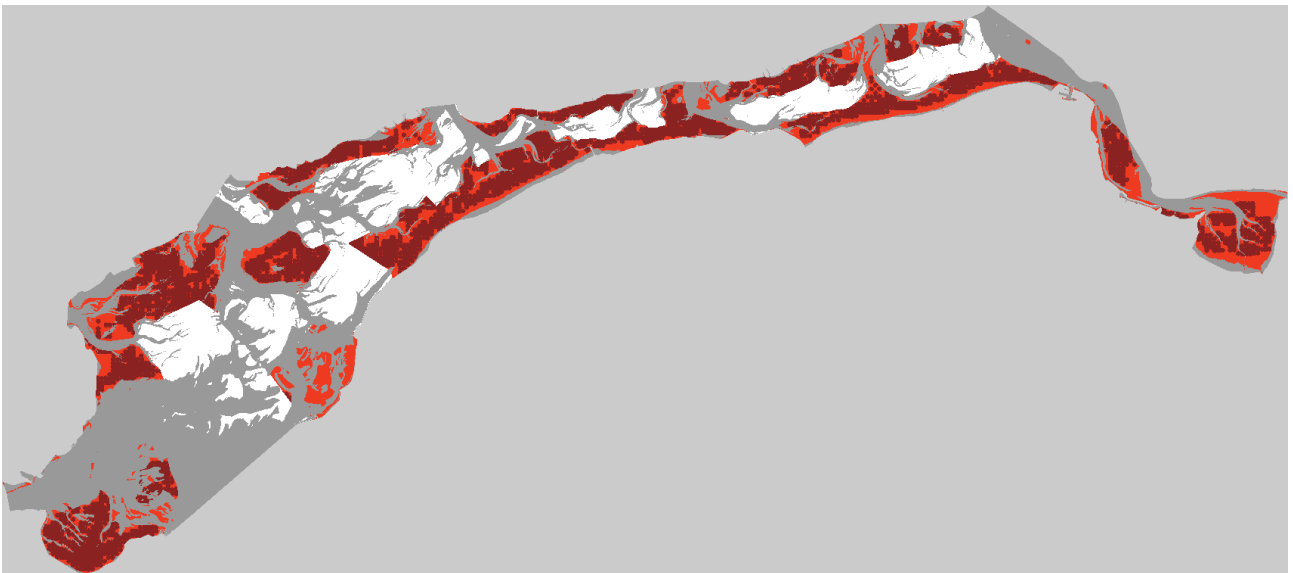
12.1. Appendix 1 - potentieel fourageergebied

In deze appendix is voor elke onderzochte vogelsoort weergegeven welke droogvallende wadplaten als potentieel foerageergebied zijn meegerekend middels

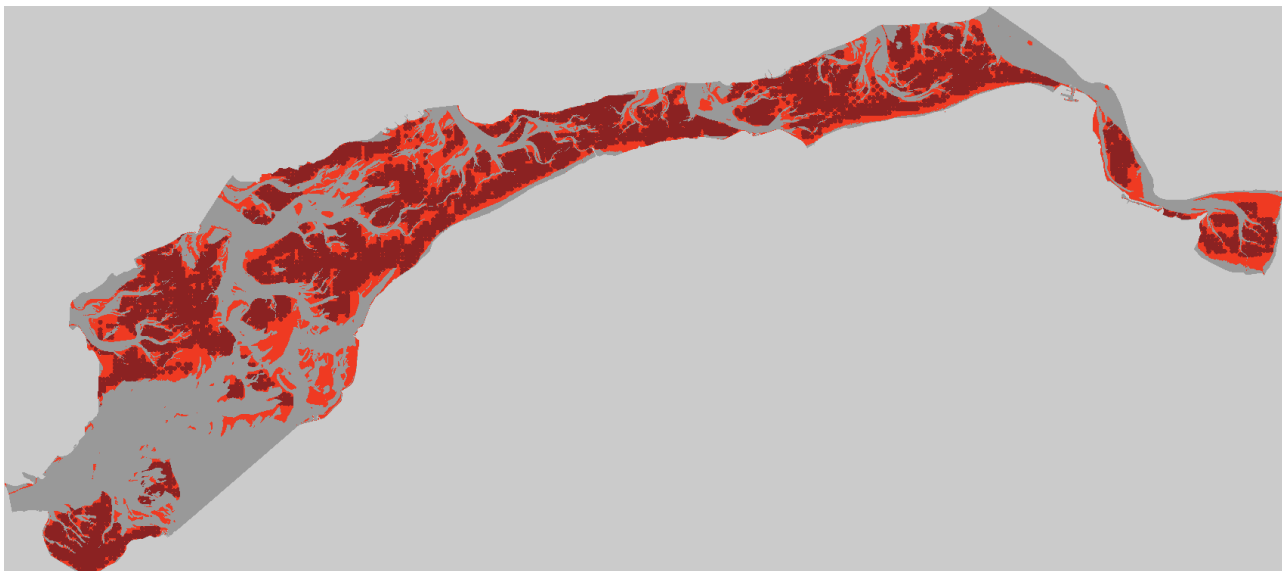
een rode kleuring. Daarbij is aangegeven middels een donkerrode kleuring welk deel daarvan daadwerkelijk is bemonsterd in 2013.



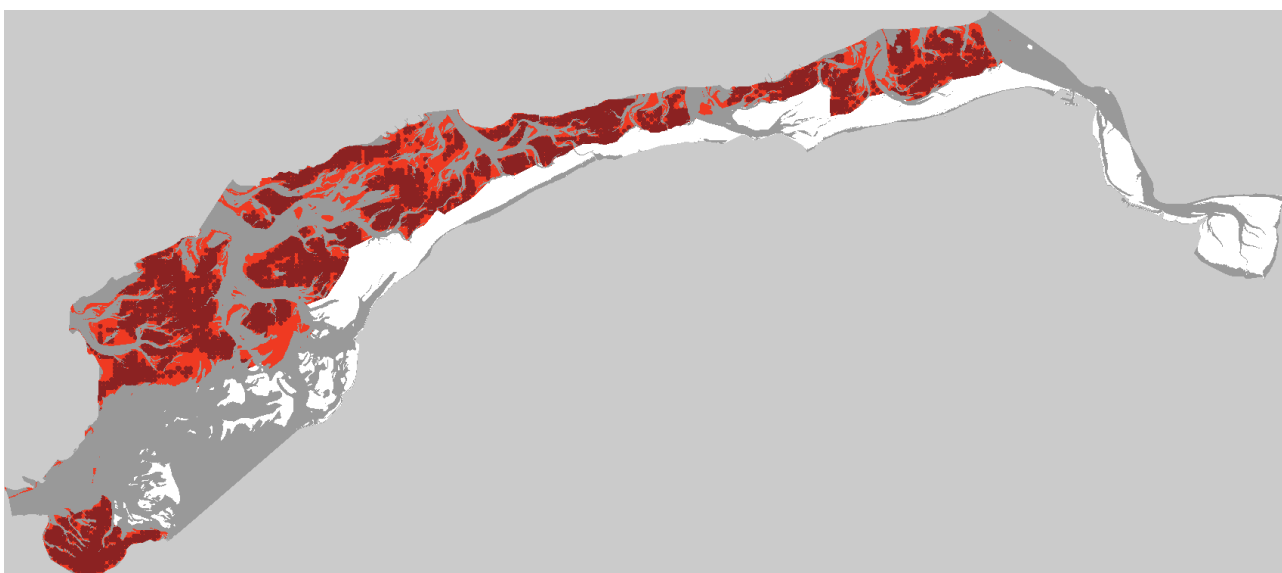
Figuur 12.1. Foerageergebieden van de Bergeend.



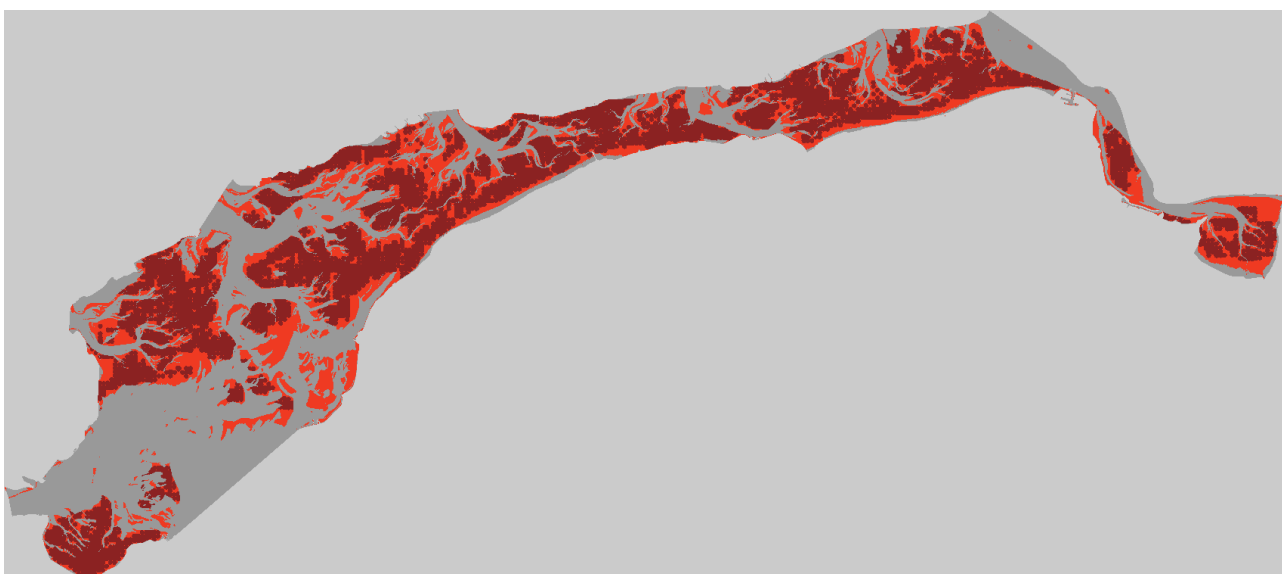
Figuur 12.2. Foerageergebieden van de Bontbekplevier.



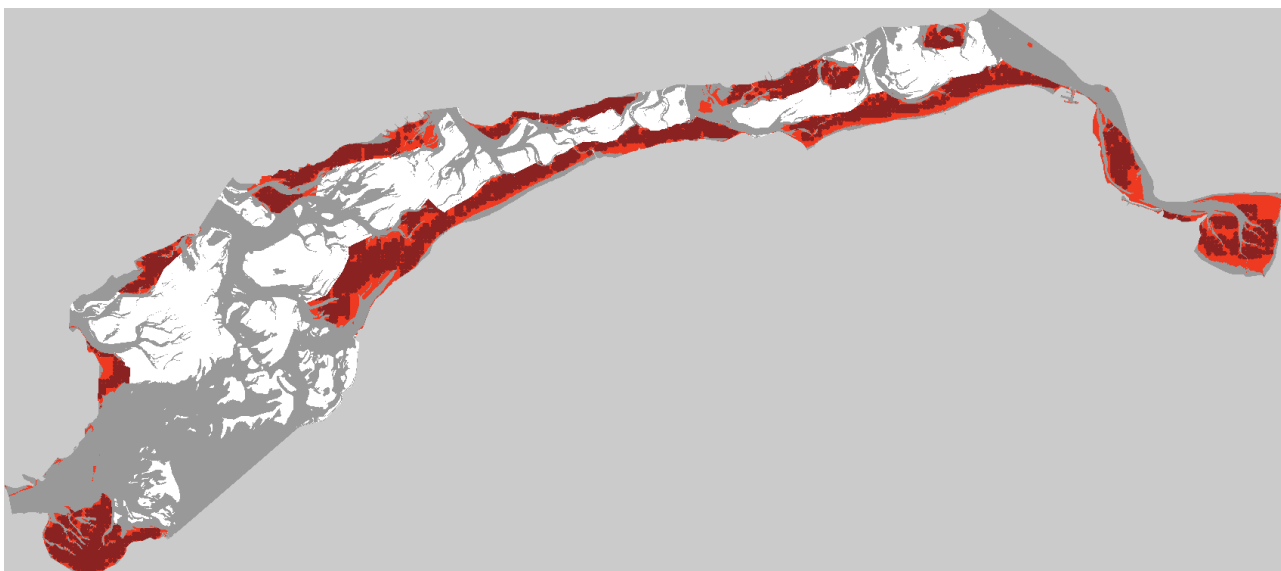
Figuur 12.3. Foerageergebieden van de Bonte Strandloper.



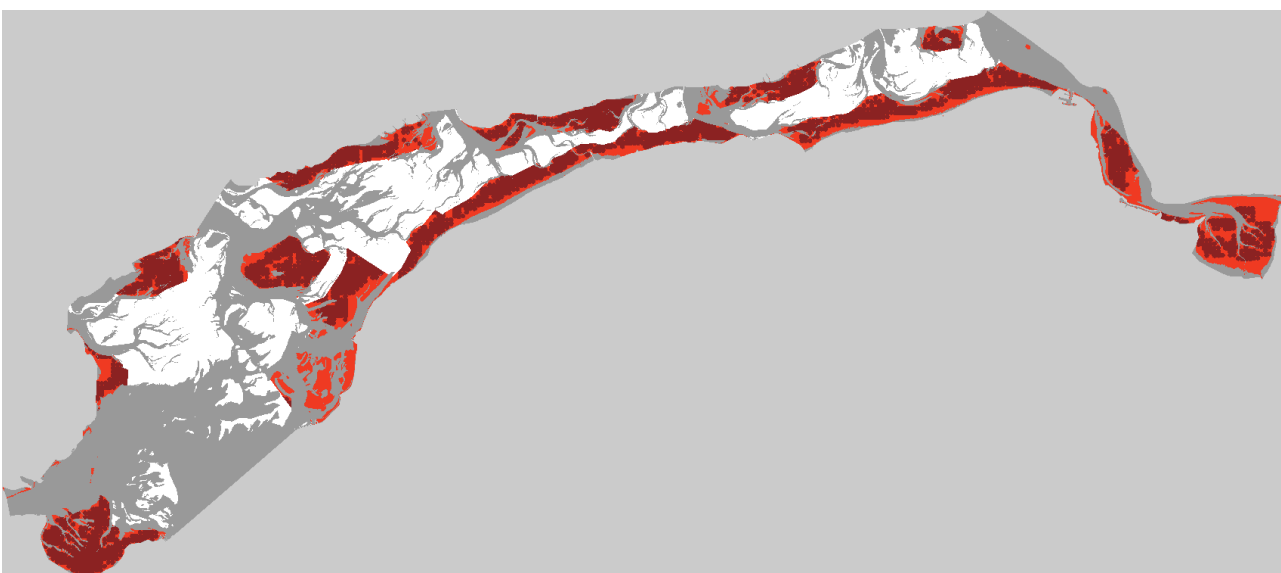
Figuur 12.4. Foerageergebieden van de Drieteenstrandloper.



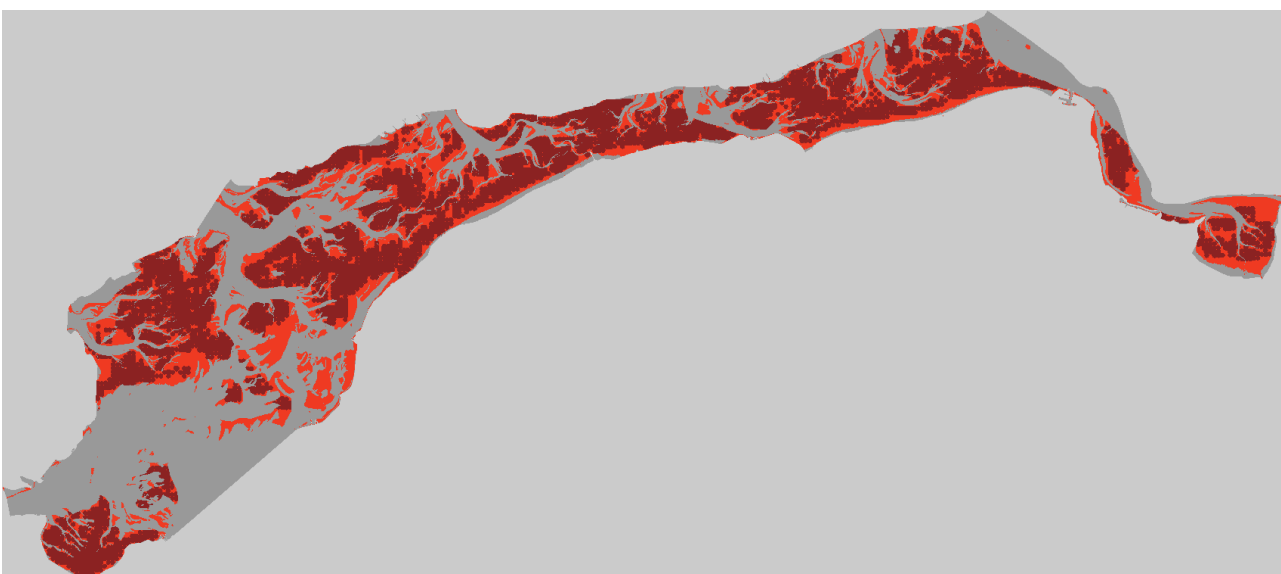
Figuur 12.5. Foerageergebieden van de Kanoetstrandloper.



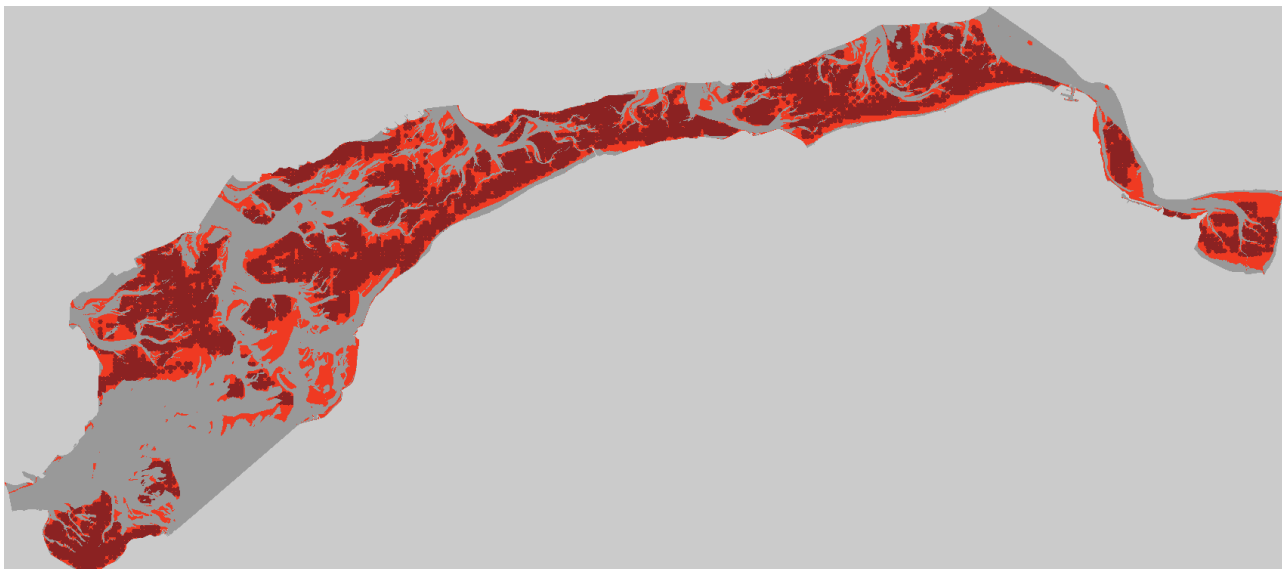
Figuur 12.6. Foerageergebieden van de Kluut.



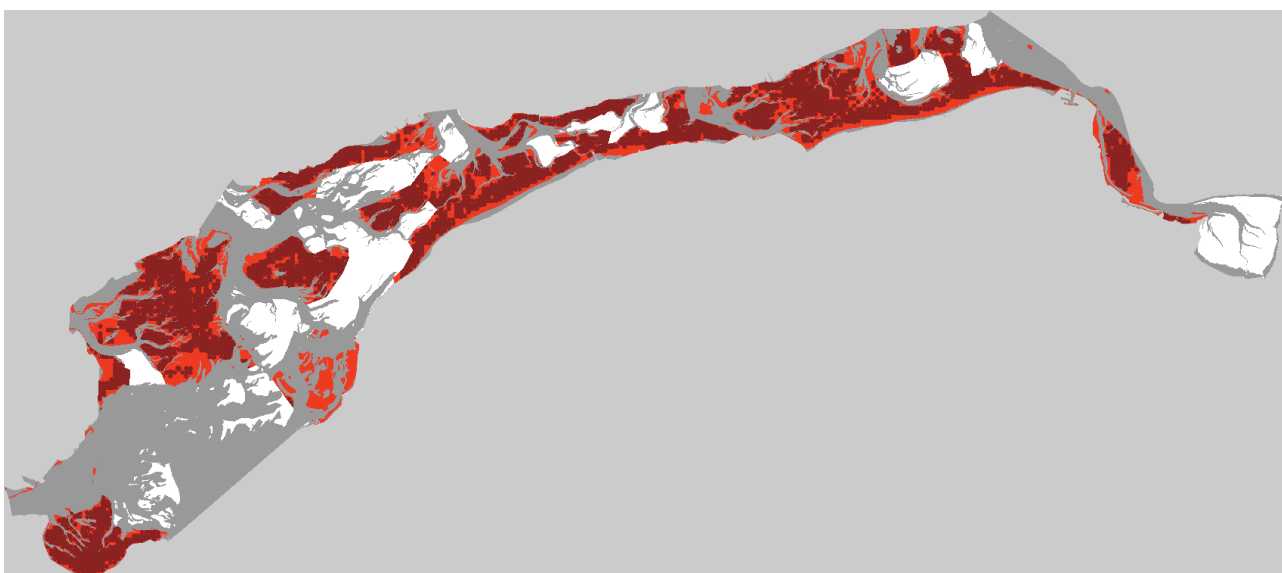
Figuur 12.7. Foerageergebieden van de Pijlstaart.



Figuur 12.8. Foerageergebieden van de Rosse Grutto.



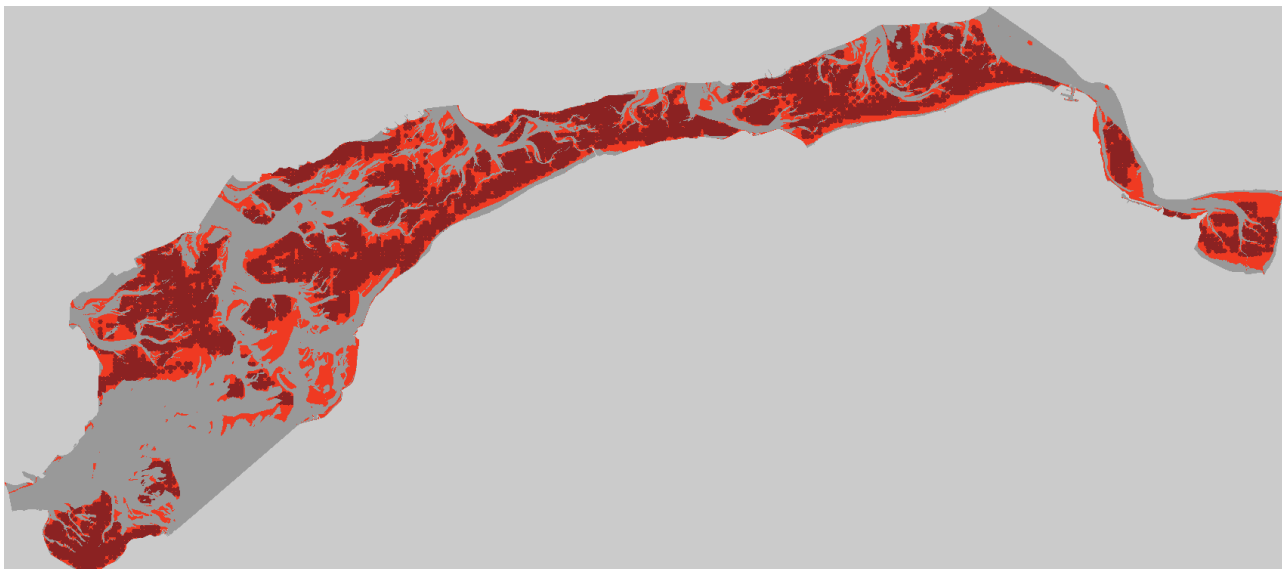
Figuur 12.9. Foerageergebieden van de Scholekster.



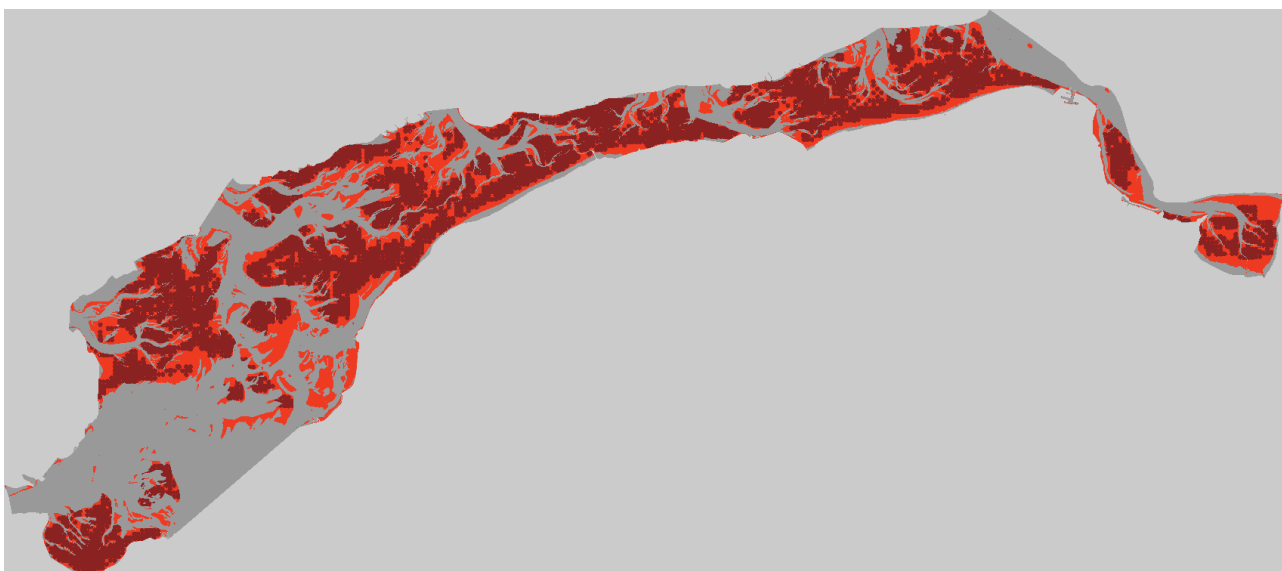
Figuur 12.10. Foerageergebieden van de Steenloper.



Figuur 12.11. Foerageergebieden van de Tureluur.



Figuur 12.12. Foerageergebieden van de Wulp.



Figuur 12.13. Foerageergebieden van de Zilverplevier.

12.2. Appendix 2 - resultaten toetsing regressiemodellen validatie

Resultaten van regressiemodellen voor de validatie (zie hoofdstuk 8). Per vogelsoort/maand combinatie en voor elk van de 7 berekende proxies zijn gegeven: toets van model 1 vs. model 2 (F, P), coëfficiënten b_1 - b_3 met hun standaardfout, R^2_{adj} en significantie (F, P) van model 1, het intercept ($\log(a)$) van model 2 en de toets of dit afwijkt van 0, toets van model 3 vs. model 1 en R^2_{adj} en overall significantie van model 3.

Vogel/Maand	Proxy	Model2 vs Model1			Model 1			Model 2			Model3 vs Model1			Model 3		
		F3	P	***	In(a)	s.e.	In(x)	s.e.	In(Σ x)	s.e.	In(Σ y)	s.e.	R2adj	F3,68	P	***
Bergeend_Jan	Opp	147,90	0,000	***	8,14	12,98	-0,053	0,050	-0,473	0,574	0,370	0,810	0,069	2,77	0,048	***
Bergeend_Jan	Bmaanw	17,46	0,000	***	-2,87	4,41	-0,427	0,202	1,088	0,693	0,415	0,718	0,119	4,20	0,009	***
Bergeend_Jan	Bmoogst	88,19	0,000	***	4,58	8,94	-0,091	0,067	-0,286	0,386	0,465	0,080	3,05	0,035	***	***
Bergeend_Jan	BmoogstDr	68,99	0,000	***	3,44	10,47	-0,089	0,076	-0,193	0,401	0,501	0,845	0,068	2,73	0,051	***
Bergeend_Jan	FRaanw	17,64	0,000	***	-18,22	24,31	-0,516	0,210	1,810	2,217	1,013	0,399	0,127	4,46	0,006	***
Bergeend_Jan	FRoogst	166,56	0,000	***	8,06	13,15	-0,049	0,047	-0,456	0,562	0,395	0,800	0,068	2,74	0,050	***
Bergeend_Jan	FRoogstDr	137,33	0,000	***	2,96	14,57	-0,047	0,052	-0,192	0,542	0,626	0,985	0,058	2,45	0,071	***
Bergeend_Sep	Opp	4,26	0,008	**	4,22	19,37	0,238	0,216	-0,955	2,088	1,070	0,531	0,031	1,76	0,163	***
Bergeend_Sep	Bmaanw	5,88	0,001	**	-1,25	6,25	0,086	0,220	0,236	0,914	0,630	1,045	0,016	1,39	0,253	***
Bergeend_Sep	Bmoogst	7,49	0,000	***	3,97	16,34	0,155	0,180	-0,645	1,235	0,745	1,025	1,61	0,196	***	***
Bergeend_Sep	BmoogstDr	7,59	0,000	***	0,28	18,45	0,158	0,177	-0,315	1,167	0,843	1,016	0,024	1,58	0,201	***
Bergeend_Sep	FRaanw	4,80	0,004	**	-13,07	29,62	0,134	0,230	0,915	2,822	0,861	0,558	0,019	1,47	0,232	***
Bergeend_Sep	FRoogst	4,85	0,004	**	4,55	22,30	0,200	0,211	-0,740	1,759	0,922	0,510	0,026	1,64	0,188	***
Bergeend_Sep	FRoogstDr	4,55	0,006	**	-3,41	29,19	0,221	0,211	-0,147	1,944	0,998	0,902	0,028	1,68	0,179	***
Pijlstaart_Jan	Opp	21,89	0,000	***	-5,47	26,36	-0,039	0,128	0,082	2,094	1,180	0,904	0,082	3,12	0,032	***
Pijlstaart_Jan	Bmaanw	1,61	0,195		-3,35	8,25	0,144	0,398	-0,360	1,549	1,236	0,662	0,083	3,14	0,031	***
Pijlstaart_Jan	Bmoogst	13,77	0,000	***	-4,21	12,35	-0,013	0,158	-0,043	1,113	1,127	0,718	0,081	3,09	0,033	***
Pijlstaart_Jan	BmoogstDr	11,84	0,000	***	-2,35	15,85	-0,023	0,172	-0,198	1,373	1,002	1,046	0,082	3,10	0,032	***
Pijlstaart_Jan	FRaanw	4,20	0,009	**	-9,09	23,13	-0,083	0,310	0,467	2,125	1,169	0,391	0,082	3,13	0,031	***
Pijlstaart_Jan	FRoogst	24,02	0,000	***	-4,48	27,52	-0,048	0,124	0,010	2,065	1,150	0,936	0,083	3,14	0,031	***
Pijlstaart_Jan	FRoogstDr	21,13	0,000	***	0,37	31,70	-0,056	0,135	-0,335	2,298	0,945	1,356	0,084	3,17	0,030	***
Pijlstaart_Nov	Opp	2,26	0,090		-1,30	12,89	0,212	0,303	-0,534	1,192	1,212	1,197	-0,020	0,53	0,663	***
Pijlstaart_Nov	Bmaanw	0,34	0,793		-2,85	10,27	0,616	0,404	-0,185	1,385	0,728	1,609	0,006	1,14	0,338	***
Pijlstaart_Nov	Bmoogst	3,31	0,025	*	-4,60	11,25	0,032	0,312	-0,173	1,056	1,255	1,638	-0,029	0,33	0,800	***
Pijlstaart_Nov	BmoogstDr	4,33	0,008	**	-4,40	11,18	-0,091	0,307	-0,046	0,856	1,183	1,455	-0,028	0,36	0,780	***
Pijlstaart_Nov	FRaanw	1,77	0,160		6,88	25,13	0,279	0,318	-1,251	2,123	1,111	1,078	-0,014	0,67	0,575	***
Pijlstaart_Nov	FRoogst	1,77	0,160		6,88	25,13	0,279	0,318	-1,251	2,123	1,111	1,078	-0,014	0,67	0,575	***
Pijlstaart_Nov	FRoogstDr	1,62	0,193		1,20	17,21	0,248	0,346	-0,736	1,406	1,099	1,081	-0,020	0,55	0,653	***
Scholekster_Jan	Opp	158,67	0,000	***	-15,70	11,50	0,111	0,041	-0,244	0,348	2,241	1,050	0,122	4,29	0,008	***
Scholekster_Jan	Bmaanw	10,07	0,000	***	-16,20	11,17	0,476	0,101	-0,666	0,457	2,408	0,887	0,267	9,60	0,000	***
Scholekster_Jan	Bmoogst	137,52	0,000	***	-15,82	11,23	0,138	0,042	-0,182	0,188	2,184	0,978	0,155	5,36	0,002	***
Scholekster_Jan	BmoogstDr	124,27	0,000	***	-15,96	11,26	0,136	0,045	-0,176	0,204	2,189	0,963	0,141	4,88	0,004	***
Scholekster_Jan	FRaanw	6,66	0,001	***	-19,76	12,95	0,148	0,201	-0,505	0,669	2,814	1,443	0,037	1,90	0,138	***
Scholekster_Jan	FRoogst	169,60	0,000	***	-15,57	11,47	0,109	0,039	-0,228	0,331	2,222	1,044	0,124	4,36	0,007	***
Scholekster_Jan	FRoogstDr	155,71	0,000	***	-15,36	11,48	0,107	0,041	-0,169	0,314	2,153	0,987	0,113	4,03	0,011	***
Scholekster_Sep	Opp	4,70	0,005	**	12,57	22,20	0,350	0,178	-0,831	0,586	0,216	1,488	0,041	2,02	0,120	***
Scholekster_Sep	Bmaanw	8,42	0,000	***	-0,90	15,82	0,523	0,095	-0,584	0,515	1,017	1,059	0,293	10,80	0,000	***
Scholekster_Sep	Bmoogst	13,16	0,000	***	1,60	14,99	0,414	0,093	-0,526	0,245	0,819	1,159	0,208	7,23	0,000	***
Scholekster_Sep	BmoogstDr	15,34	0,000	***	-2,05	13,82	0,358	0,095	-0,432	0,243	1,081	1,093	0,154	5,32	0,002	***
Scholekster_Sep	FRaanw	3,61	0,018	*	10,63	22,88	0,382	0,191	-0,826	0,647	0,384	1,465	0,041	2,01	0,121	***

Vogel/Maand	Proxy	Model2 vs Model1			Model 1			Model 2					Model3 vs Model1			Model 3								
		F3	P	***	ln(a)	s.e.	ln(x)	s.e.	ln(Σx)	s.e.	ln(Σy)	s.e.	R2adj	F3,68	P	***	F11	P	***	R2adj	F14,45	P	***	
Scholekster_Sep	FRoogst	4,27	0,008	**	9,11	19,45	0,452	0,157	-0,821	0,503	0,450	1,316	0,095	3,49	0,020		17,38	0,00	***		0,79	17,19	0,000	***
	FRoogstDr	5,74	0,001	**	1,79	17,36	0,353	0,157	-0,596	0,556	0,910	1,184	0,049	2,23	0,093		18,51	0,00	***		0,79	16,83	0,000	***
Kluut_Sep	Opp	0,45	0,716		-32,45	47,91	1,347	0,353	0,860	3,332	1,937	1,564	0,170	5,83	0,001	***	14,11	0,00	***	***	0,76	14,42	0,000	***
	BMaanw	0,13	0,945		17,46	33,32	0,964	0,318	-3,232	3,746	0,755	0,965	0,116	4,11	0,010	***	16,83	0,00	***	***	0,78	16,13	0,000	***
Kluut_Sep	BMoogst	0,71	0,547		-26,20	18,50	1,041	0,360	2,446	2,450	1,028	0,826	0,129	4,50	0,006	***	18,94	0,00	***	***	0,80	18,09	0,000	***
	BMoogstDr	0,61	0,610		-13,70	11,60	0,984	0,397	1,923	2,216	0,422	0,987	0,099	3,60	0,018	***	19,05	0,00	***	***	0,80	17,53	0,000	***
Kluut_Sep	FRaanw	0,87	0,463		-71,82	53,87	1,356	0,381	3,740	3,881	2,540	1,359	0,164	5,65	0,002	***	18,44	0,00	***	***	0,81	18,77	0,000	***
	FRoogst	0,95	0,423		-81,57	57,07	1,345	0,384	4,535	4,171	2,692	1,390	0,165	5,66	0,002	***	18,07	0,00	***	***	0,80	18,24	0,000	***
Kluut_Sep	FRoogstDr	1,24	0,301		-90,79	55,21	1,413	0,422	6,944	5,130	1,673	0,883	0,163	5,60	0,002	***	19,32	0,00	***	***	0,81	19,39	0,000	***
	Opp	1,12	0,349		-29,61	34,73	1,646	0,423	-0,792	2,134	3,274	2,176	0,168	5,78	0,001	***	23,55	0,00	***	***	0,85	25,10	0,000	***
Kluut_Nov	BMaanw	0,38	0,767		-31,87	30,26	1,047	0,358	0,972	3,655	2,755	2,102	0,097	3,54	0,019	***	26,91	0,00	***	***	0,86	25,95	0,000	***
	BMoogst	0,26	0,852		-25,01	33,27	1,018	0,409	-0,256	3,004	2,989	2,256	0,070	2,77	0,048	***	28,18	0,00	***	***	0,86	26,08	0,000	***
Kluut_Nov	BMoogstDr	0,42	0,741		-28,13	28,29	0,723	0,454	0,071	1,897	3,302	2,399	0,022	1,54	0,211	***	30,37	0,00	***	***	0,86	26,21	0,000	***
	FRaanw	1,37	0,259		-31,65	36,36	1,726	0,419	-0,638	2,582	3,187	2,020	0,186	6,42	0,001	***	22,79	0,00	***	***	0,85	25,34	0,000	***
Kluut_Nov	FRoogst	0,74	0,534		-25,83	42,89	1,515	0,448	-0,875	2,971	3,030	2,194	0,129	4,52	0,006	***	25,08	0,00	***	***	0,85	25,21	0,000	***
	FRoogstDr	0,45	0,716		-27,68	35,42	1,348	0,511	-0,683	2,078	3,222	2,375	0,078	3,00	0,036	***	27,34	0,00	***	***	0,85	25,35	0,000	***
Bontbek_Mei	Opp	0,42	0,738		11,34	17,93	0,792	0,398	-0,064	2,173	-1,280	2,525	0,017	1,41	0,247	***	16,17	0,00	***	***	0,75	13,71	0,000	***
	BMaanw	1,40	0,250		16,26	19,99	0,390	0,335	0,301	2,893	-1,620	4,079	-0,020	0,54	0,659	***	16,98	0,00	***	***	0,75	13,56	0,000	***
Bontbek_Mei	BMoogst	1,34	0,269		18,07	19,21	0,392	0,355	0,559	2,029	-2,028	3,281	-0,020	0,53	0,660	***	17,12	0,00	***	***	0,75	13,69	0,000	***
	BMoogstDr	2,02	0,119		15,73	16,99	0,141	0,396	2,337	3,866	-2,894	3,709	-0,033	0,25	0,864	***	17,67	0,00	***	***	0,76	14,05	0,000	***
Bontbek_Mei	FRaanw	0,40	0,752		9,33	21,66	0,836	0,424	0,195	2,941	-1,398	2,634	0,016	1,39	0,252	***	16,43	0,00	***	***	0,75	13,87	0,000	***
	FRoogst	0,41	0,748		9,42	21,02	0,832	0,424	0,237	2,905	-1,454	2,681	0,016	1,38	0,255	***	16,46	0,00	***	***	0,75	13,87	0,000	***
Bontbek_Mei	FRoogstDr	0,50	0,681		5,00	41,06	0,665	0,475	0,777	5,769	-1,330	2,892	-0,011	0,74	0,533	***	17,17	0,00	***	***	0,76	13,99	0,000	***
	Opp	1,08	0,362		-1,65	16,08	0,498	0,298	-0,283	1,241	0,721	0,580	0,019	1,46	0,234	***	11,02	0,00	***	***	0,67	9,54	0,000	***
Bontbek_Sep	BMaanw	1,21	0,311		-4,53	11,76	0,589	0,240	-0,042	1,031	0,853	0,611	0,063	2,60	0,059	***	11,19	0,00	***	***	0,68	9,79	0,000	***
	BMoogst	1,22	0,309		-4,67	11,02	0,572	0,256	-0,027	0,927	0,868	0,620	0,051	2,27	0,088	***	11,40	0,00	***	***	0,68	9,87	0,000	***
Bontbek_Sep	BMoogstDr	0,62	0,604		-4,10	11,02	0,667	0,297	0,108	1,442	0,713	0,548	0,052	2,29	0,086	***	11,05	0,00	***	***	0,67	9,48	0,000	***
	FRaanw	0,89	0,452		-4,35	21,37	0,527	0,317	-0,104	1,634	0,769	0,620	0,019	1,45	0,235	***	11,98	0,00	***	***	0,69	10,32	0,000	***
Bontbek_Sep	FRoogst	0,89	0,450		-4,58	21,18	0,527	0,317	-0,088	1,613	0,774	0,622	0,019	1,46	0,234	***	11,99	0,00	***	***	0,69	10,33	0,000	***
	FRoogstDr	0,70	0,555		-9,11	38,61	0,528	0,363	0,490	3,832	0,668	0,571	0,010	1,24	0,303	***	11,17	0,00	***	***	0,67	9,44	0,000	***
Zilverplevier_Jan	Opp	0,89	0,453		-42,03	27,45	0,970	0,418	2,316	2,608	1,643	0,799	0,109	3,89	0,013	***	1,29	0,26	***	***	0,16	1,80	0,068	-
	BMaanw	2,29	0,086		-15,09	7,89	0,695	0,301	2,042	1,349	0,222	1,109	0,132	4,59	0,006	***	1,38	0,22	***	*	0,20	2,08	0,033	*
Zilverplevier_Jan	BMoogst	0,61	0,610		-29,63	31,91	0,798	0,350	1,974	4,171	2,002	0,848	0,095	3,50	0,020	***	1,23	0,30	***	***	0,10	1,46	0,167	
	BMoogstDr	0,61	0,610		2,46	18,67	0,781	0,360	-2,073	1,954	1,394	1,006	0,090	3,34	0,024	***	1,23	0,29	***	***	0,09	1,43	0,179	
Zilverplevier_Jan	FRaanw	0,69	0,559		-30,30	23,58	0,877	0,402	1,607	2,583	1,146	1,043	0,093	3,42	0,022	***	1,40	0,21	***	*	0,20	2,07	0,033	*
	FRoogst	0,53	0,665		-38,97	40,43	0,991	0,426	1,848	3,696	1,842	0,798	0,098	3,57	0,018	***	1,23	0,30	***	***	0,12	1,58	0,121	
Zilverplevier_Jan	FRoogstDr	0,37	0,778		-1,72	21,50	0,940	0,456	-1,539	1,821	1,688	0,858	0,080	3,05	0,035	***	1,25	0,29	***	***	0,11	1,50	0,150	
	Opp	4,73	0,005	**	0,02	27,78	0,250	0,200	-0,486	0,680	1,043	2,216	-0,011	0,74	0,532	*	8,49	0,00	***	***	0,59	7,03	0,000	***
Zilverplevier_Mei	BMaanw	9,87	0,000	***	-4,35	24,45	0,092	0,167	-0,284	0,537	1,298	2,137	-0,030	0,32	0,813	***	8,52	0,00	***	***	0,58	6,78	0,000	***
	BMoogst	9,00	0,000	***	-4,32	23,97	0,092	0,175	-0,313	0,472	1,312	2,126	-0,028	0,35	0,791	***	8,70	0,00	***	***	0,59	6,95	0,000	***
Zilverplevier_Mei	BMoogstDr	7,12	0,000	***	-4,32	24,18	0,105	0,194	-0,428	0,771	1,361	2,123	-0,029	0,33	0,807	*	8,63	0,00	***	***	0,58	6,85	0,000	***
	FRaanw	3,55	0,019	*	0,78	32,38	0,296	0,216	-0,611	1,148	1,072	2,264	-0,008	0,82	0,486	***	8,42	0,00	***	***	0,58	6,94	0,000	***
Zilverplevier_Mei	FRoogst	3,81	0,014	*	-0,02	29,50	0,278	0,214	-0,573	0,995	1,119	2,192	-0,010	0,76	0,518	*	8,46	0,00	***	***	0,58	6,94	0,000	***
	FRoogstDr	2,62	0,058	.	-6,45	35,45	0,336	0,237	-0,267	1,877	1,336	2,190	-0,007	0,83	0,482	*	8,46	0,00	***	***	0,59	7,09	0,000	***
Kanoet_Jan	Opp	1,26	0,293		-22,27	17,60	0,339	0,524	1,739	1,860	0,936													

Vogel/Maand	Proxy	Model 2 vs Model1			Model 1			Model 2			Model3 vs Model1			Model 3		
		F3	P	***	In(a)	s.e.	In(x)	s.e.	In(Σx)	s.e.	In(Σy)	s.e.	R2adj	F3,68	P	***
Kanoet_Jan	FRaanw	0,69	0,561		-23,49	18,03	1,162	0,820	0,797	1,979	1,199	2,000	0,035	1,86	0,146	
Kanoet_Jan	FRoogst	1,33	0,273		-24,02	17,77	0,333	0,510	2,171	2,129	0,877	2,086	0,019	1,45	0,237	
Kanoet_Jan	FRoogstDr	1,18	0,324		-33,71	21,64	0,408	0,465	1,961	2,252	2,036	1,657	0,019	1,45	0,236	
Kanoet_Aug	Opp	2,77	0,048	*	7,72	11,44	-0,311	0,510	0,721	1,200	-0,401	1,079	-0,036	0,18	0,909	
Kanoet_Aug	BMAanw	0,56	0,644		9,53	11,08	0,931	0,372	-0,291	1,727	-0,444	1,337	0,046	2,15	0,103	
Kanoet_Aug	BMoogst	3,98	0,011	*	10,68	10,69	-0,100	0,343	0,288	0,603	-0,357	1,032	-0,040	0,09	0,967	
Kanoet_Aug	BMoogstDr	3,66	0,017	*	10,80	10,67	0,013	0,324	0,189	0,598	-0,336	1,012	-0,041	0,06	0,982	
Kanoet_Aug	FRaanw	2,39	0,076	.	7,57	11,91	-0,191	0,509	0,681	1,405	-0,421	1,123	-0,039	0,10	0,958	
Kanoet_Aug	FRoogst	2,55	0,063	.	8,17	11,17	-0,189	0,486	0,647	1,239	-0,437	1,114	-0,039	0,11	0,952	
Kanoet_Aug	FRoogstDr	2,47	0,069	.	8,24	11,20	-0,121	0,467	0,647	1,360	-0,448	1,126	-0,040	0,09	0,966	
Drieteen_Mei	Opp	0,20	0,897		-20,42	40,40	0,747	0,605	1,309	3,730	0,516	1,051	-0,014	0,76	0,524	
Drieteen_Mei	BMAanw	0,25	0,861		-6,87	17,87	0,730	0,520	0,458	2,135	0,550	1,026	-0,006	0,89	0,452	
Drieteen_Mei	BMoogst	0,17	0,918		-2,82	12,09	1,000	0,548	-0,156	1,412	0,494	1,043	0,019	1,35	0,269	
Drieteen_Mei	BMoogstDr	0,31	0,819		-4,49	16,33	1,392	0,572	-0,187	2,107	0,594	0,977	0,064	2,22	0,098	
Drieteen_Mei	FRaanw	0,14	0,937		-27,10	56,57	0,880	0,624	1,870	5,342	0,508	1,058	-0,006	0,89	0,451	
Drieteen_Mei	FRoogst	0,14	0,939		-25,19	53,29	0,891	0,625	1,692	5,051	0,506	1,060	-0,005	0,91	0,444	
Drieteen_Mei	FRoogstDr	0,20	0,897		-4,95	174,76	1,442	0,647	-0,675	16,181	0,704	1,681	0,044	1,81	0,157	
Drieteen_Aug	Opp	0,22	0,880		32,27	41,49	0,922	0,575	-3,775	3,681	0,884	0,967	0,017	1,30	0,286	
Drieteen_Aug	BMAanw	0,31	0,820		14,25	17,34	0,933	0,491	-2,791	2,009	0,980	0,959	0,043	1,79	0,162	
Drieteen_Aug	BMoogst	0,32	0,813		8,04	12,16	1,206	0,515	-2,248	1,300	0,978	0,945	0,074	2,40	0,079	
Drieteen_Aug	BMoogstDr	1,12	0,350		15,44	16,53	1,829	0,540	-3,735	2,050	0,836	0,893	0,164	4,45	0,008	
Drieteen_Aug	FRaanw	0,26	0,855		45,00	53,36	1,115	0,593	-5,207	4,898	1,034	0,982	0,036	1,66	0,187	
Drieteen_Aug	FRoogst	0,26	0,852		43,75	51,56	1,118	0,593	-5,107	4,745	1,043	0,984	0,037	1,68	0,184	
Drieteen_Aug	FRoogstDr	0,70	0,557		7,52	67,90	1,893	0,623	-2,385	6,486	0,827	0,957	0,117	3,35	0,026	
BonteStrioper_Mei	Opp	0,30	0,828		-13,44	36,30	0,809	0,223	-0,279	1,884	1,515	1,280	0,167	5,74	0,001	
BonteStrioper_Mei	BMAanw	2,25	0,090	*	-14,62	17,76	0,395	0,241	0,024	0,720	1,728	1,046	0,047	2,16	0,100	
BonteStrioper_Mei	BMoogst	3,60	0,018	*	-16,83	18,97	0,307	0,217	0,278	0,881	1,795	1,063	0,038	1,95	0,130	
BonteStrioper_Mei	BMoogstDr	5,15	0,003	**	-16,85	18,37	0,208	0,206	0,470	1,018	1,760	1,007	0,025	1,60	0,196	
BonteStrioper_Mei	FRaanw	0,39	0,760		-41,49	90,20	0,778	0,234	1,770	6,176	1,932	1,734	0,147	5,09	0,003	
BonteStrioper_Mei	FRoogst	0,38	0,767		-34,40	76,97	0,779	0,234	1,296	5,301	1,795	1,495	0,147	5,08	0,003	
BonteStrioper_Mei	FRoogstDr	0,15	0,929		-2,71	41,73	0,866	0,248	-1,024	3,973	1,290	0,697	0,156	5,37	0,002	
BonteStrioper_Sep	Opp	13,15	0,000	***	38,72	42,54	2,807	0,291	-3,485	1,541	-1,115	2,387	0,562	31,42	0,000	
BonteStrioper_Sep	BMAanw	2,75	0,049	*	18,68	34,73	2,060	0,378	-2,345	0,831	-0,115	2,611	0,277	10,08	0,000	
BonteStrioper_Sep	BMoogst	1,54	0,212		16,44	35,17	1,719	0,348	-2,034	0,989	0,005	2,664	0,237	8,35	0,000	
BonteStrioper_Sep	BMoogstDr	0,33	0,807		14,71	37,69	1,293	0,346	-1,742	1,328	0,110	2,829	0,140	4,84	0,004	
BonteStrioper_Sep	FRaanw	10,60	0,000	***	55,61	50,56	2,769	0,319	-5,656	3,474	-0,451	2,147	0,508	25,47	0,000	
BonteStrioper_Sep	FRoogst	10,54	0,000	***	55,64	50,32	2,768	0,320	-5,669	3,458	-0,443	2,150	0,507	25,32	0,000	
BonteStrioper_Sep	FRoogstDr	5,08	0,003	**	18,06	47,52	2,571	0,404	-2,638	3,355	-0,105	2,466	0,346	13,52	0,000	
RosseGrutto_Mei	Opp	0,50	0,686		1,34	29,28	1,121	0,241	-0,489	1,759	0,267	1,057	0,208	7,23	0,000	
RosseGrutto_Mei	BMAanw	1,06	0,372		12,54	13,71	0,711	0,198	-1,317	1,476	0,316	1,017	0,127	4,45	0,007	
RosseGrutto_Mei	BMoogst	1,55	0,211		16,28	17,69	0,616	0,206	-2,323	3,115	0,788	1,504	0,084	3,17	0,030	
RosseGrutto_Mei	BMoogstDr	2,12	0,106		8,88	11,95	0,465	0,229	-1,156	1,913	0,561	1,436	0,019	1,46	0,234	
RosseGrutto_Mei	FRaanw	1,04	0,380		11,45	22,15	0,646	0,243	-0,797	1,303	0,092	0,978	0,056	2,41	0,075	
RosseGrutto_Mei	FRoogst	1,31	0,278		10,88	21,74	0,593	0,236	-0,727	1,283	0,109	0,979	0,046	2,14	0,103	
RosseGrutto_Mei	FRoogstDr	2,11	0,107		12,46	20,96	0,387	0,261	-0,810	1,559	0,204	0,992	0,009	0,80	0,500	
RosseGrutto_Aug	Opp	0,73	0,538		-2,05	14,15	1,211	0,206	-0,482	1,383	0,448	0,504	0,320	12,12	0,000	
RosseGrutto_Aug	BMAanw	0,63	0,597		10,80	9,50	1,063	0,150	-1,838	1,084	0,673	0,434	0,416	17,86	0,000	
RosseGrutto_Aug	BMoogst	0,61	0,613		12,69	14,25	1,075	0,153	-1,922	1,511	0,559	0,410	0,407	17,25	0,000	

Vogel/Maand	Proxy	Model2 vs Model1			Model 1			Model 2			Model3 vs Model1			Model 3		
		F3	P	***	In(a)	s.e.	In(x)	s.e.	In(Σx)	s.e.	In(Σy)	s.e.	R2adj	F3,68	P	***
RosseGrutto_Aug	BMoogstDr	0,58	0,632		14,44	15,07	1,041	0,187	-2,077	1,647	0,441	0,452	0,300	11,12	0,000	
RosseGrutto_Aug	Fraanw	0,44	0,724		1,37	13,64	1,084	0,195	-0,774	1,051	0,512	0,454	0,295	10,89	0,000	
RosseGrutto_Aug	Froogst	0,42	0,738		1,21	13,48	1,068	0,193	-0,748	1,046	0,511	0,456	0,293	10,82	0,000	
RosseGrutto_Aug	FroogstDr	0,38	0,771		4,85	13,41	0,914	0,235	-0,916	1,070	0,521	0,487	0,161	5,54	0,002	
Wulp_Jan	Opp	16,96	0,000	***	0,00	9,23	0,294	0,102	-0,079	0,536	0,649	0,471	0,099	3,59	0,018	
Wulp_Jan	BMaanw	16,22	0,000	***	2,62	5,49	0,367	0,093	-0,315	0,312	0,592	0,404	0,177	6,07	0,001	
Wulp_Jan	BMoogst	26,92	0,000	***	1,80	6,27	0,275	0,083	-0,153	0,337	0,600	0,434	0,128	4,48	0,006	
Wulp_Jan	BMoogstDr	28,08	0,000	***	1,95	6,05	0,204	0,089	-0,131	0,226	0,609	0,464	0,059	2,47	0,069	
Wulp_Jan	Fraanw	10,27	0,000	***	-0,37	11,29	0,376	0,117	-0,152	0,605	0,666	0,507	0,121	4,25	0,008	
Wulp_Jan	Froogst	19,88	0,000	***	0,20	9,03	0,289	0,094	-0,111	0,461	0,649	0,472	0,110	3,92	0,012	
Wulp_Jan	FroogstDr	21,40	0,000	***	1,21	7,21	0,203	0,102	-0,117	0,288	0,638	0,480	0,042	2,05	0,116	
Wulp_Sep	Opp	4,32	0,008	**	1,04	8,56	0,652	0,099	-0,584	0,521	0,768	0,460	0,383	15,71	0,000	
Wulp_Sep	BMaanw	13,03	0,000	***	-0,81	5,64	0,473	0,084	-0,526	0,340	0,993	0,577	0,309	11,60	0,000	
Wulp_Sep	BMoogst	13,25	0,000	***	-0,07	5,47	0,493	0,081	-0,492	0,391	0,892	0,520	0,348	13,62	0,000	
Wulp_Sep	BMoogstDr	12,70	0,000	***	-0,54	6,17	0,462	0,088	-0,463	0,420	0,926	0,677	0,283	10,33	0,000	
Wulp_Sep	Fraanw	5,22	0,003	**	1,24	7,82	0,617	0,098	-0,613	0,399	0,803	0,464	0,362	14,41	0,000	
Wulp_Sep	Froogst	8,65	0,000	***	0,86	7,64	0,550	0,089	-0,528	0,399	0,802	0,464	0,353	13,88	0,000	
Wulp_Sep	FroogstDr	7,57	0,000	***	0,80	6,56	0,523	0,100	-0,583	0,495	0,880	0,524	0,279	10,16	0,000	
Tureluur_Jan	Opp	6,38	0,001	***	-20,39	34,29	-0,420	0,330	1,939	3,052	1,045	0,703	0,011	1,27	0,290	
Tureluur_Jan	BMaanw	9,15	0,000	***	-8,92	14,63	-0,378	0,267	0,741	1,058	1,234	0,917	0,015	1,36	0,262	
Tureluur_Jan	BMoogst	3,57	0,018	*	-0,95	10,63	0,047	0,295	-0,375	2,457	1,004	0,917	-0,016	0,62	0,604	
Tureluur_Jan	BMoogstDr	4,61	0,005	**	-2,56	6,15	-0,086	0,294	-0,294	1,546	1,143	1,127	-0,015	0,66	0,582	
Tureluur_Jan	Fraanw	6,79	0,000	***	-14,19	35,52	-0,519	0,341	1,473	3,207	0,971	0,680	0,019	1,46	0,232	
Tureluur_Jan	Froogst	4,98	0,004	**	-23,19	46,80	-0,327	0,347	2,300	4,606	0,895	0,670	-0,001	0,98	0,408	
Tureluur_Jan	FroogstDr	6,76	0,000	***	-2,97	14,96	-0,578	0,352	0,423	2,031	0,976	0,867	0,022	1,53	0,214	
Tureluur_Jul	Opp	2,51	0,066	*	4,99	28,25	-0,023	0,373	-0,605	1,802	0,866	1,242	-0,028	0,35	0,787	
Tureluur_Jul	BMaanw	7,92	0,000	***	0,26	24,88	-0,489	0,306	0,077	1,257	0,866	1,556	0,008	1,19	0,320	
Tureluur_Jul	BMoogst	9,15	0,000	***	-0,19	20,23	-0,571	0,301	0,132	0,950	0,901	1,378	0,023	1,55	0,209	
Tureluur_Jul	BMoogstDr	15,50	0,000	***	-2,14	16,73	-0,885	0,277	0,368	0,811	1,022	1,217	0,105	3,78	0,014	
Tureluur_Jul	Fraanw	1,51	0,220		13,78	52,48	0,157	0,398	-1,506	4,044	0,863	1,221	-0,026	0,41	0,747	
Tureluur_Jul	Froogst	1,56	0,208		15,38	55,84	0,146	0,397	-1,643	4,370	0,864	1,216	-0,026	0,40	0,751	
Tureluur_Jul	FroogstDr	4,75	0,005	**	6,79	32,95	-0,536	0,407	-0,700	2,945	1,121	1,089	-0,003	0,93	0,429	
Steenloper_Jan	Opp	42,77	0,000	***	-11,84	12,94	0,060	0,085	-0,333	0,459	2,407	1,516	0,012	1,29	0,286	
Steenloper_Jan	BMaanw	6,40	0,001	***	-16,24	12,19	0,160	0,195	0,295	1,112	2,283	1,624	0,014	1,33	0,272	
Steenloper_Jan	BMoogst	20,58	0,000	***	-12,14	11,34	0,203	0,103	-0,596	0,272	2,420	1,438	0,089	3,32	0,025	
Steenloper_Jan	BMoogstDr	15,88	0,000	***	-14,67	11,34	0,220	0,116	-0,586	0,294	2,682	1,446	0,077	2,98	0,038	
Steenloper_Jan	Fraanw	2,54	0,064	*	-21,87	14,82	0,213	0,326	0,633	1,221	2,466	1,509	0,014	1,33	0,271	
Steenloper_Jan	Froogst	38,99	0,000	***	-11,28	12,89	0,078	0,087	-0,372	0,436	2,348	1,518	0,017	1,41	0,247	
Steenloper_Jan	FroogstDr	31,79	0,000	***	-12,11	13,39	0,071	0,097	-0,260	0,425	2,322	1,571	0,010	1,25	0,300	
Steenloper_Aug	Opp	5,23	0,003	**	-11,87	25,13	-0,019	0,271	-0,266	0,878	2,413	2,322	0,004	1,10	0,357	
Steenloper_Aug	BMaanw	7,64	0,000	***	-5,28	20,04	0,301	0,162	-1,221	0,963	2,297	1,832	0,060	2,52	0,065	
Steenloper_Aug	BMoogst	14,44	0,000	***	-17,35	18,96	-0,044	0,161	-0,007	0,393	2,756	2,080	0,004	1,09	0,360	
Steenloper_Aug	BMoogstDr	14,90	0,000	***	-17,98	18,07	-0,037	0,157	-0,000	0,373	2,818	2,015	0,003	1,08	0,365	
Steenloper_Aug	Fraanw	2,84	0,044	*	1,98	26,44	0,275	0,288	-1,333	1,224	1,761	2,084	0,027	1,65	0,187	
Steenloper_Aug	Froogst	3,14	0,031	*	1,68	24,01	0,257	0,280	-1,345	1,115	1,813	1,964	0,029	1,71	0,174	
Steenloper_Aug	FroogstDr	3,47	0,021	*	0,53	24,98	0,193	0,278	-1,214	1,169	1,739	2,084	0,021	1,51	0,221	

12.3. Appendix 3 - correlaties tussen proxies

Correlaties tussen de verschillende proxies voor draagkracht voor alle 26 soort-seizoen combinaties. Voor alle soort-seizoen combinaties is ook de gemiddelde correlatie berekend (VMgem) en de standaarddeviatie (VMsd).

VogelMaand	Correlatiematrixen tussen Proxies per VogelMaand								VMgem	VMsd
	PProxy	Opp	BMaanw	BMoogst	BMoogstDr	FRaanw	FROogst	FROogstDr		
Bergeend_Jan	1 Opp	1,000	0,297	0,904	0,894	0,607	0,999	0,945	0,66	0,29
Bergeend_Jan	2 BMaanw	0,297	1,000	0,185	0,168	0,807	0,291	0,243		
Bergeend_Jan	3 BMoogst	0,904	0,185	1,000	0,953	0,460	0,913	0,834		
Bergeend_Jan	4 BMoogstDr	0,894	0,168	0,953	1,000	0,440	0,902	0,917		
Bergeend_Jan	5 FRAanw	0,607	0,807	0,460	0,440	1,000	0,599	0,532		
Bergeend_Jan	6 FROogst	0,999	0,291	0,913	0,902	0,599	1,000	0,947		
Bergeend_Jan	7 FROogstDr	0,945	0,243	0,834	0,917	0,532	0,947	1,000		
Bergeend_Sep	1 Opp	1,000	0,794	0,887	0,830	0,964	0,982	0,926	0,85	0,12
Bergeend_Sep	2 BMaanw	0,794	1,000	0,625	0,549	0,807	0,739	0,663		
Bergeend_Sep	3 BMoogst	0,887	0,625	1,000	0,965	0,864	0,939	0,926		
Bergeend_Sep	4 BMoogstDr	0,830	0,549	0,965	1,000	0,806	0,899	0,952		
Bergeend_Sep	5 FRAanw	0,964	0,807	0,864	0,806	1,000	0,947	0,892		
Bergeend_Sep	6 FROogst	0,982	0,739	0,939	0,899	0,947	1,000	0,964		
Bergeend_Sep	7 FROogstDr	0,926	0,663	0,926	0,952	0,892	0,964	1,000		
Bontbek_Mei	1 Opp	1,000	0,825	0,827	0,803	0,977	0,977	0,923	0,88	0,08
Bontbek_Mei	2 BMaanw	0,825	1,000	0,980	0,951	0,843	0,845	0,749		
Bontbek_Mei	3 BMoogst	0,827	0,980	1,000	0,958	0,850	0,853	0,743		
Bontbek_Mei	4 BMoogstDr	0,803	0,951	0,958	1,000	0,841	0,843	0,811		
Bontbek_Mei	5 FRAanw	0,977	0,843	0,850	0,841	1,000	1,000	0,955		
Bontbek_Mei	6 FROogst	0,977	0,845	0,853	0,843	1,000	1,000	0,954		
Bontbek_Mei	7 FROogstDr	0,923	0,749	0,743	0,811	0,955	0,954	1,000		
Bontbek_Sep	1 Opp	1,000	0,821	0,823	0,777	0,977	0,977	0,885	0,86	0,09
Bontbek_Sep	2 BMaanw	0,821	1,000	0,981	0,921	0,843	0,844	0,679		
Bontbek_Sep	3 BMoogst	0,823	0,981	1,000	0,927	0,851	0,852	0,670		
Bontbek_Sep	4 BMoogstDr	0,777	0,921	0,927	1,000	0,821	0,821	0,782		
Bontbek_Sep	5 FRAanw	0,977	0,843	0,851	0,821	1,000	1,000	0,911		
Bontbek_Sep	6 FROogst	0,977	0,844	0,852	0,821	1,000	1,000	0,910		
Bontbek_Sep	7 FROogstDr	0,885	0,679	0,670	0,782	0,911	0,910	1,000		
Bonte_Strloper_Mei	1 Opp	1,000	0,743	0,720	0,688	0,964	0,963	0,908	0,84	0,11
Bonte_Strloper_Mei	2 BMaanw	0,743	1,000	0,963	0,931	0,763	0,765	0,746		
Bonte_Strloper_Mei	3 BMoogst	0,720	0,963	1,000	0,981	0,753	0,755	0,755		
Bonte_Strloper_Mei	4 BMoogstDr	0,688	0,931	0,981	1,000	0,728	0,730	0,762		
Bonte_Strloper_Mei	5 FRAanw	0,964	0,763	0,753	0,728	1,000	1,000	0,967		
Bonte_Strloper_Mei	6 FROogst	0,963	0,765	0,755	0,730	1,000	1,000	0,968		
Bonte_Strloper_Mei	7 FROogstDr	0,908	0,746	0,755	0,762	0,967	0,968	1,000		
Bonte_Strloper_Sep	1 Opp	1,000	0,737	0,708	0,653	0,963	0,962	0,871	0,82	0,11
Bonte_Strloper_Sep	2 BMaanw	0,737	1,000	0,961	0,922	0,762	0,763	0,726		
Bonte_Strloper_Sep	3 BMoogst	0,708	0,961	1,000	0,972	0,744	0,746	0,728		
Bonte_Strloper_Sep	4 BMoogstDr	0,653	0,922	0,972	1,000	0,698	0,699	0,739		
Bonte_Strloper_Sep	5 FRAanw	0,963	0,762	0,744	0,698	1,000	1,000	0,936		
Bonte_Strloper_Sep	6 FROogst	0,962	0,763	0,746	0,699	1,000	1,000	0,937		
Bonte_Strloper_Sep	7 FROogstDr	0,871	0,726	0,728	0,739	0,936	0,937	1,000		
Drieteen_Aug	1 Opp	1,000	0,929	0,896	0,886	0,986	0,985	0,860	0,90	0,06
Drieteen_Aug	2 BMaanw	0,929	1,000	0,966	0,930	0,925	0,925	0,775		
Drieteen_Aug	3 BMoogst	0,896	0,966	1,000	0,939	0,894	0,896	0,733		
Drieteen_Aug	4 BMoogstDr	0,886	0,930	0,939	1,000	0,898	0,899	0,870		
Drieteen_Aug	5 FRAanw	0,986	0,925	0,894	0,898	1,000	1,000	0,899		
Drieteen_Aug	6 FROogst	0,985	0,925	0,896	0,899	1,000	1,000	0,898		
Drieteen_Aug	7 FROogstDr	0,860	0,775	0,733	0,870	0,899	0,898	1,000		
Drieteen_Mei	1 Opp	1,000	0,932	0,903	0,919	0,987	0,986	0,914	0,92	0,05
Drieteen_Mei	2 BMaanw	0,932	1,000	0,965	0,955	0,925	0,926	0,828		
Drieteen_Mei	3 BMoogst	0,903	0,965	1,000	0,965	0,892	0,896	0,784		
Drieteen_Mei	4 BMoogstDr	0,919	0,955	0,965	1,000	0,922	0,925	0,883		
Drieteen_Mei	5 FRAanw	0,987	0,925	0,892	0,922	1,000	1,000	0,949		
Drieteen_Mei	6 FROogst	0,986	0,926	0,896	0,925	1,000	1,000	0,948		
Drieteen_Mei	7 FROogstDr	0,914	0,828	0,784	0,883	0,949	0,948	1,000		
Kanoet_Aug	1 Opp	1,000	0,399	0,822	0,797	0,985	0,986	0,958	0,76	0,21

Correlatiematrixen tussen Proxies per VogelMaand										
VogelMaand	PProxy	Opp	BMaanw	BMoogst	BMoogstDr	FRaanw	FRoogst	FRoogstDr	VMgem	VMsd
Kanoet_Aug	2 BMaanw	0,399	1,000	0,481	0,504	0,421	0,440	0,481		
Kanoet_Aug	3 BMoogst	0,822	0,481	1,000	0,984	0,781	0,814	0,815		
Kanoet_Aug	4 BMoogstDr	0,797	0,504	0,984	1,000	0,765	0,800	0,826		
Kanoet_Aug	5 FRAanw	0,985	0,421	0,781	0,765	1,000	0,994	0,976		
Kanoet_Aug	6 FRoogst	0,986	0,440	0,814	0,800	0,994	1,000	0,984		
Kanoet_Aug	7 FRoogstDr	0,958	0,481	0,815	0,826	0,976	0,984	1,000		
Kanoet_Jan	1 Opp	1,000	0,492	0,626	0,615	0,872	0,987	0,933	0,68	0,19
Kanoet_Jan	2 BMaanw	0,492	1,000	0,456	0,413	0,425	0,490	0,510		
Kanoet_Jan	3 BMoogst	0,626	0,456	1,000	0,929	0,548	0,686	0,696		
Kanoet_Jan	4 BMoogstDr	0,615	0,413	0,929	1,000	0,510	0,690	0,770		
Kanoet_Jan	5 FRAanw	0,872	0,425	0,548	0,510	1,000	0,857	0,786		
Kanoet_Jan	6 FRoogst	0,987	0,490	0,686	0,690	0,857	1,000	0,960		
Kanoet_Jan	7 FRoogstDr	0,933	0,510	0,696	0,770	0,786	0,960	1,000		
Kluut_Nov	1 Opp	1,000	0,861	0,834	0,772	0,963	0,971	0,928	0,87	0,07
Kluut_Nov	2 BMaanw	0,861	1,000	0,868	0,775	0,879	0,874	0,807		
Kluut_Nov	3 BMoogst	0,834	0,868	1,000	0,957	0,782	0,912	0,885		
Kluut_Nov	4 BMoogstDr	0,772	0,775	0,957	1,000	0,701	0,854	0,909		
Kluut_Nov	5 FRAanw	0,963	0,879	0,782	0,701	1,000	0,927	0,867		
Kluut_Nov	6 FRoogst	0,971	0,874	0,912	0,854	0,927	1,000	0,953		
Kluut_Nov	7 FRoogstDr	0,928	0,807	0,885	0,909	0,867	0,953	1,000		
Kluut_Sep	1 Opp	1,000	0,789	0,724	0,625	0,953	0,931	0,895	0,87	0,09
Kluut_Sep	2 BMaanw	0,789	1,000	0,910	0,831	0,879	0,892	0,860		
Kluut_Sep	3 BMoogst	0,724	0,910	1,000	0,960	0,856	0,889	0,886		
Kluut_Sep	4 BMoogstDr	0,625	0,831	0,960	1,000	0,769	0,806	0,869		
Kluut_Sep	5 FRAanw	0,953	0,879	0,856	0,769	1,000	0,995	0,959		
Kluut_Sep	6 FRoogst	0,931	0,892	0,889	0,806	0,995	1,000	0,966		
Kluut_Sep	7 FRoogstDr	0,895	0,860	0,886	0,869	0,959	0,966	1,000		
Pijlstaart_Jan	1 Opp	1,000	0,259	0,892	0,881	0,588	0,995	0,940	0,61	0,32
Pijlstaart_Jan	2 BMaanw	0,259	1,000	0,114	0,162	0,136	0,236	0,245		
Pijlstaart_Jan	3 BMoogst	0,892	0,114	1,000	0,946	0,459	0,907	0,836		
Pijlstaart_Jan	4 BMoogstDr	0,881	0,162	0,946	1,000	0,416	0,890	0,923		
Pijlstaart_Jan	5 FRAanw	0,588	0,136	0,459	0,416	1,000	0,572	0,495		
Pijlstaart_Jan	6 FRoogst	0,995	0,236	0,907	0,890	0,572	1,000	0,943		
Pijlstaart_Jan	7 FRoogstDr	0,940	0,245	0,836	0,923	0,495	0,943	1,000		
Pijlstaart_Nov	1 Opp	1,000	-0,018	0,567	0,492	0,858	0,858	0,798	0,61	0,30
Pijlstaart_Nov	2 BMaanw	-0,018	1,000	0,360	0,388	0,136	0,136	0,149		
Pijlstaart_Nov	3 BMoogst	0,567	0,360	1,000	0,960	0,733	0,733	0,723		
Pijlstaart_Nov	4 BMoogstDr	0,492	0,388	0,960	1,000	0,666	0,666	0,724		
Pijlstaart_Nov	5 FRAanw	0,858	0,136	0,733	0,666	1,000	1,000	0,954		
Pijlstaart_Nov	6 FRoogst	0,858	0,136	0,733	0,666	1,000	1,000	0,954		
Pijlstaart_Nov	7 FRoogstDr	0,798	0,149	0,723	0,724	0,954	0,954	1,000		
Rosse Grutto_Aug	1 Opp	1,000	0,890	0,869	0,810	0,886	0,884	0,785	0,91	0,05
Rosse Grutto_Aug	2 BMaanw	0,890	1,000	0,985	0,946	0,922	0,923	0,845		
Rosse Grutto_Aug	3 BMoogst	0,869	0,985	1,000	0,971	0,934	0,935	0,866		
Rosse Grutto_Aug	4 BMoogstDr	0,810	0,946	0,971	1,000	0,930	0,930	0,923		
Rosse Grutto_Aug	5 FRAanw	0,886	0,922	0,934	0,930	1,000	1,000	0,961		
Rosse Grutto_Aug	6 FRoogst	0,884	0,923	0,935	0,930	1,000	1,000	0,962		
Rosse Grutto_Aug	7 FRoogstDr	0,785	0,845	0,866	0,923	0,961	0,962	1,000		
Rosse Grutto_Mei	1 Opp	1,000	0,908	0,873	0,807	0,904	0,896	0,823	0,92	0,05
Rosse Grutto_Mei	2 BMaanw	0,908	1,000	0,976	0,935	0,921	0,920	0,873		
Rosse Grutto_Mei	3 BMoogst	0,873	0,976	1,000	0,980	0,931	0,931	0,904		
Rosse Grutto_Mei	4 BMoogstDr	0,807	0,935	0,980	1,000	0,905	0,907	0,922		
Rosse Grutto_Mei	5 FRAanw	0,904	0,921	0,931	0,905	1,000	1,000	0,973		
Rosse Grutto_Mei	6 FRoogst	0,896	0,920	0,931	0,907	1,000	1,000	0,975		
Rosse Grutto_Mei	7 FRoogstDr	0,823	0,873	0,904	0,922	0,973	0,975	1,000		
Scholekster_Jan	1 Opp	1,000	0,762	0,871	0,887	0,680	0,990	0,928	0,77	0,16
Scholekster_Jan	2 BMaanw	0,762	1,000	0,712	0,679	0,770	0,760	0,674		
Scholekster_Jan	3 BMoogst	0,871	0,712	1,000	0,955	0,472	0,912	0,789		
Scholekster_Jan	4 BMoogstDr	0,887	0,679	0,955	1,000	0,449	0,923	0,896		
Scholekster_Jan	5 FRAanw	0,680	0,770	0,472	0,449	1,000	0,641	0,548		
Scholekster_Jan	6 FRoogst	0,990	0,760	0,912	0,923	0,641	1,000	0,935		
Scholekster_Jan	7 FRoogstDr	0,928	0,674	0,789	0,896	0,548	0,935	1,000		
Scholekster_Sep	1 Opp	1,000	0,696	0,676	0,644	0,979	0,962	0,873	0,81	0,10
Scholekster_Sep	2 BMaanw	0,696	1,000	0,816	0,728	0,770	0,785	0,726		

Correlatiematrixen tussen Proxies per VogelMaand										
VogelMaand	PProxy	Opp	BMaanw	BMoogst	BMoogstDr	FRaanw	FRoogst	FRoogstDr	VMgem	VMsd
Scholekster_Sep	3 BMoogst	0,676	0,816	1,000	0,923	0,733	0,813	0,737		
Scholekster_Sep	4 BMoogstDr	0,644	0,728	0,923	1,000	0,692	0,789	0,835		
Scholekster_Sep	5 FRAanw	0,979	0,770	0,733	0,692	1,000	0,979	0,893		
Scholekster_Sep	6 FRoogst	0,962	0,785	0,813	0,789	0,979	1,000	0,933		
Scholekster_Sep	7 FRoogstDr	0,873	0,726	0,737	0,835	0,893	0,933	1,000		
Steenloper_Aug	1 Opp	1,000	0,627	0,727	0,669	0,958	0,944	0,900	0,77	0,13
Steenloper_Aug	2 BMaanw	0,627	1,000	0,714	0,664	0,672	0,685	0,677		
Steenloper_Aug	3 BMoogst	0,727	0,714	1,000	0,964	0,675	0,672	0,720		
Steenloper_Aug	4 BMoogstDr	0,669	0,664	0,964	1,000	0,624	0,622	0,723		
Steenloper_Aug	5 FRAanw	0,958	0,672	0,675	0,624	1,000	0,995	0,949		
Steenloper_Aug	6 FRoogst	0,944	0,685	0,672	0,622	0,995	1,000	0,958		
Steenloper_Aug	7 FRoogstDr	0,900	0,677	0,720	0,723	0,949	0,958	1,000		
Steenloper_Jan	1 Opp	1,000	0,597	0,424	0,480	0,747	0,983	0,932	0,61	0,21
Steenloper_Jan	2 BMaanw	0,597	1,000	0,385	0,462	0,699	0,621	0,621		
Steenloper_Jan	3 BMoogst	0,424	0,385	1,000	0,971	0,283	0,468	0,389		
Steenloper_Jan	4 BMoogstDr	0,480	0,462	0,971	1,000	0,334	0,525	0,491		
Steenloper_Jan	5 FRAanw	0,747	0,699	0,283	0,334	1,000	0,716	0,671		
Steenloper_Jan	6 FRoogst	0,983	0,621	0,468	0,525	0,716	1,000	0,953		
Steenloper_Jan	7 FRoogstDr	0,932	0,621	0,389	0,491	0,671	0,953	1,000		
Tureluur_Jan	1 Opp	1,000	0,808	0,817	0,752	0,974	0,975	0,907	0,84	0,09
Tureluur_Jan	2 BMaanw	0,808	1,000	0,716	0,629	0,789	0,795	0,723		
Tureluur_Jan	3 BMoogst	0,817	0,716	1,000	0,941	0,779	0,897	0,852		
Tureluur_Jan	4 BMoogstDr	0,752	0,629	0,941	1,000	0,712	0,838	0,907		
Tureluur_Jan	5 FRAanw	0,974	0,789	0,779	0,712	1,000	0,949	0,880		
Tureluur_Jan	6 FRoogst	0,975	0,795	0,897	0,838	0,949	1,000	0,937		
Tureluur_Jan	7 FRoogstDr	0,907	0,723	0,852	0,907	0,880	0,937	1,000		
Tureluur_Jul	1 Opp	1,000	0,731	0,689	0,633	0,954	0,949	0,920	0,83	0,12
Tureluur_Jul	2 BMaanw	0,731	1,000	0,970	0,939	0,789	0,794	0,806		
Tureluur_Jul	3 BMoogst	0,689	0,970	1,000	0,983	0,750	0,756	0,786		
Tureluur_Jul	4 BMoogstDr	0,633	0,939	0,983	1,000	0,692	0,698	0,763		
Tureluur_Jul	5 FRAanw	0,954	0,789	0,750	0,692	1,000	1,000	0,966		
Tureluur_Jul	6 FRoogst	0,949	0,794	0,756	0,698	1,000	1,000	0,967		
Tureluur_Jul	7 FRoogstDr	0,920	0,806	0,786	0,763	0,966	0,967	1,000		
Wulp_Jan	1 Opp	1,000	0,873	0,945	0,897	0,968	0,987	0,938	0,93	0,04
Wulp_Jan	2 BMaanw	0,873	1,000	0,922	0,844	0,928	0,922	0,860		
Wulp_Jan	3 BMoogst	0,945	0,922	1,000	0,949	0,932	0,957	0,926		
Wulp_Jan	4 BMoogstDr	0,897	0,844	0,949	1,000	0,866	0,909	0,968		
Wulp_Jan	5 FRAanw	0,968	0,928	0,932	0,866	1,000	0,985	0,919		
Wulp_Jan	6 FRoogst	0,987	0,922	0,957	0,909	0,985	1,000	0,955		
Wulp_Jan	7 FRoogstDr	0,938	0,860	0,926	0,968	0,919	0,955	1,000		
Wulp_Sep	1 Opp	1,000	0,880	0,940	0,878	0,982	0,979	0,916	0,93	0,04
Wulp_Sep	2 BMaanw	0,880	1,000	0,942	0,864	0,912	0,909	0,850		
Wulp_Sep	3 BMoogst	0,940	0,942	1,000	0,949	0,953	0,959	0,925		
Wulp_Sep	4 BMoogstDr	0,878	0,864	0,949	1,000	0,895	0,907	0,967		
Wulp_Sep	5 FRAanw	0,982	0,912	0,953	0,895	1,000	0,997	0,941		
Wulp_Sep	6 FRoogst	0,979	0,909	0,959	0,907	0,997	1,000	0,950		
Wulp_Sep	7 FRoogstDr	0,916	0,850	0,925	0,967	0,941	0,950	1,000		
Zilverplevier_Jan	1 Opp	1,000	0,776	0,917	0,851	0,931	0,992	0,911	0,86	0,09
Zilverplevier_Jan	2 BMaanw	0,776	1,000	0,779	0,680	0,914	0,760	0,655		
Zilverplevier_Jan	3 BMoogst	0,917	0,779	1,000	0,939	0,864	0,944	0,864		
Zilverplevier_Jan	4 BMoogstDr	0,851	0,680	0,939	1,000	0,787	0,892	0,934		
Zilverplevier_Jan	5 FRAanw	0,931	0,914	0,864	0,787	1,000	0,918	0,827		
Zilverplevier_Jan	6 FRoogst	0,992	0,760	0,944	0,892	0,918	1,000	0,933		
Zilverplevier_Jan	7 FRoogstDr	0,911	0,655	0,864	0,934	0,827	0,933	1,000		
Zilverplevier_Mei	1 Opp	1,000	0,938	0,940	0,945	0,979	0,982	0,919	0,94	0,04
Zilverplevier_Mei	2 BMaanw	0,938	1,000	0,981	0,966	0,914	0,921	0,836		
Zilverplevier_Mei	3 BMoogst	0,940	0,981	1,000	0,971	0,905	0,916	0,819		
Zilverplevier_Mei	4 BMoogstDr	0,945	0,966	0,971	1,000	0,941	0,947	0,903		
Zilverplevier_Mei	5 FRAanw	0,979	0,914	0,905	0,941	1,000	0,999	0,970		
Zilverplevier_Mei	6 FRoogst	0,982	0,921	0,916	0,947	0,999	1,000	0,965		
Zilverplevier_Mei	7 FRoogstDr	0,919	0,836	0,819	0,903	0,970	0,965	1,000		

12.4. Appendix 4 - trends in de proxies

Trends over 2008-2018 voor de proxies voor draagkracht (7 proxies voor elk van de 26 soort-seizoen combinaties) in Pinkegat-Zoutkamperlaag en de bijbehorende statistische beoordeling van de significantie.

Trendmodel: $\ln(\text{Proxy}) \sim \text{SibesYear}$.

VogelMaand	Proxy	Intercept	s.e.	SibesYear	s.e.	R ² _{adj}	F1,9	P ***	uitspraak
Bergeend_Jan	Opp	47,57	84,72	-0,020	0,042	-0,083	0,24	0,638	geen sign. verandering
Bergeend_Jan	BMaanw	1,38	56,11	0,002	0,028	-0,110	0,01	0,938	geen sign. verandering
Bergeend_Jan	BMoogst	17,98	125,15	-0,007	0,062	-0,109	0,01	0,908	geen sign. verandering
Bergeend_Jan	BMoogstDr	36,61	127,09	-0,017	0,063	-0,102	0,07	0,793	geen sign. verandering
Bergeend_Jan	FRaanw	-30,06	29,95	0,019	0,015	0,064	1,69	0,226	geen sign. verandering
Bergeend_Jan	FRoogst	51,31	86,35	-0,022	0,043	-0,080	0,26	0,620	geen sign. verandering
Bergeend_Jan	FRoogstDr	65,43	91,40	-0,029	0,045	-0,061	0,42	0,532	geen sign. verandering
Bergeend_Sep	Opp	-57,55	33,25	0,033	0,017	0,227	3,93	0,079	geen sign. verandering
Bergeend_Sep	BMaanw	2,12	56,11	0,002	0,028	-0,110	0,01	0,938	geen sign. verandering
Bergeend_Sep	BMoogst	-68,44	61,55	0,037	0,031	0,042	1,44	0,261	geen sign. verandering
Bergeend_Sep	BMoogstDr	-60,10	65,52	0,032	0,033	-0,003	0,97	0,350	geen sign. verandering
Bergeend_Sep	FRaanw	-29,32	29,95	0,019	0,015	0,064	1,69	0,226	geen sign. verandering
Bergeend_Sep	FRoogst	-40,37	40,25	0,025	0,020	0,050	1,53	0,248	geen sign. verandering
Bergeend_Sep	FRoogstDr	-31,19	43,43	0,020	0,022	-0,017	0,83	0,385	geen sign. verandering
Pijlstaart_Jan	Opp	-6,24	63,36	0,006	0,031	-0,106	0,04	0,842	geen sign. verandering
Pijlstaart_Jan	BMaanw	-7,87	33,49	0,007	0,017	-0,089	0,19	0,677	geen sign. verandering
Pijlstaart_Jan	BMoogst	-34,02	94,18	0,019	0,047	-0,092	0,16	0,700	geen sign. verandering
Pijlstaart_Jan	BMoogstDr	-32,06	98,11	0,017	0,049	-0,096	0,12	0,733	geen sign. verandering
Pijlstaart_Jan	FRaanw	-43,35	32,23	0,026	0,016	0,136	2,58	0,143	geen sign. verandering
Pijlstaart_Jan	FRoogst	5,59	63,39	0,001	0,031	-0,111	0,00	0,979	geen sign. verandering
Pijlstaart_Jan	FRoogstDr	13,40	65,13	-0,003	0,032	-0,110	0,01	0,917	geen sign. verandering
Pijlstaart_Nov	Opp	-24,90	30,81	0,017	0,015	0,018	1,18	0,306	geen sign. verandering
Pijlstaart_Nov	BMaanw	-7,46	33,49	0,007	0,017	-0,089	0,19	0,677	geen sign. verandering
Pijlstaart_Nov	BMoogst	3,36	82,17	0,001	0,041	-0,111	0,00	0,982	geen sign. verandering
Pijlstaart_Nov	BMoogstDr	-3,77	96,04	0,004	0,048	-0,110	0,01	0,934	geen sign. verandering
Pijlstaart_Nov	FRaanw	-42,95	32,23	0,026	0,016	0,136	2,58	0,143	geen sign. verandering
Pijlstaart_Nov	FRoogst	-42,95	32,23	0,026	0,016	0,136	2,58	0,143	geen sign. verandering
Pijlstaart_Nov	FRoogstDr	-54,30	50,92	0,031	0,025	0,047	1,49	0,253	geen sign. verandering
Scholekster_Jan	Opp	-106,69	59,95	0,057	0,030	0,209	3,63	0,089	geen sign. verandering
Scholekster_Jan	BMaanw	-2,47	24,30	0,005	0,012	-0,091	0,17	0,692	geen sign. verandering
Scholekster_Jan	BMoogst	-43,54	99,74	0,025	0,050	-0,081	0,25	0,630	geen sign. verandering
Scholekster_Jan	BMoogstDr	-29,95	108,23	0,017	0,054	-0,098	0,11	0,753	geen sign. verandering
Scholekster_Jan	FRaanw	-34,09	31,82	0,021	0,016	0,077	1,83	0,209	geen sign. verandering
Scholekster_Jan	FRoogst	-104,46	66,19	0,056	0,033	0,158	2,88	0,124	geen sign. verandering
Scholekster_Jan	FRoogstDr	-77,97	73,20	0,042	0,036	0,033	1,35	0,276	geen sign. verandering
Scholekster_Sep	Opp	-71,15	51,01	0,040	0,025	0,117	2,46	0,148	geen sign. verandering
Scholekster_Sep	BMaanw	-210,46	145,95	0,109	0,073	0,101	2,24	0,165	geen sign. verandering
Scholekster_Sep	BMoogst	-210,38	136,03	0,108	0,068	0,125	2,57	0,140	geen sign. verandering
Scholekster_Sep	BMoogstDr	-189,12	127,64	0,097	0,063	0,109	2,35	0,156	geen sign. verandering
Scholekster_Sep	FRaanw	-83,81	44,42	0,046	0,022	0,237	4,42	0,062	geen sign. verandering
Scholekster_Sep	FRoogst	-83,93	44,34	0,046	0,022	0,238	4,44	0,061	geen sign. verandering
Scholekster_Sep	FRoogstDr	-62,28	38,72	0,035	0,019	0,176	3,35	0,097	geen sign. verandering
Kluut_Sep	Opp	-53,87	33,23	0,031	0,017	0,217	3,50	0,098	geen sign. verandering
Kluut_Sep	BMaanw	-81,31	61,47	0,043	0,031	0,098	1,98	0,197	geen sign. verandering
Kluut_Sep	BMoogst	-119,12	63,83	0,062	0,032	0,236	3,79	0,088	geen sign. verandering
Kluut_Sep	BMoogstDr	-120,57	65,10	0,062	0,032	0,229	3,67	0,092	geen sign. verandering
Kluut_Sep	FRaanw	-43,76	34,32	0,026	0,017	0,132	2,37	0,163	geen sign. verandering
Kluut_Sep	FRoogst	-50,35	37,21	0,029	0,018	0,146	2,54	0,150	geen sign. verandering
Kluut_Sep	FRoogstDr	-46,12	34,56	0,027	0,017	0,140	2,46	0,155	geen sign. verandering
Kluut_Nov	Opp	-64,44	34,94	0,036	0,017	0,249	4,31	0,068	geen sign. verandering
Kluut_Nov	BMaanw	-60,91	51,58	0,033	0,026	0,059	1,63	0,234	geen sign. verandering
Kluut_Nov	BMoogst	-87,48	56,86	0,046	0,028	0,140	2,63	0,140	geen sign. verandering
Kluut_Nov	BMoogstDr	-104,87	77,40	0,054	0,038	0,088	1,97	0,194	geen sign. verandering
Kluut_Nov	FRaanw	-47,49	28,08	0,028	0,014	0,231	4,00	0,077	geen sign. verandering
Kluut_Nov	FRoogst	-55,09	34,68	0,032	0,017	0,192	3,37	0,100	geen sign. verandering
Kluut_Nov	FRoogstDr	-69,12	54,68	0,038	0,027	0,088	1,97	0,194	geen sign. verandering
Bontbek_Mei	Opp	-21,57	12,57	0,015	0,006	0,332	5,97	0,037	* toename met 1.5 %/jr
Bontbek_Mei	BMaanw	-63,47	29,12	0,034	0,014	0,317	5,63	0,042	* toename met 3.4 %/jr

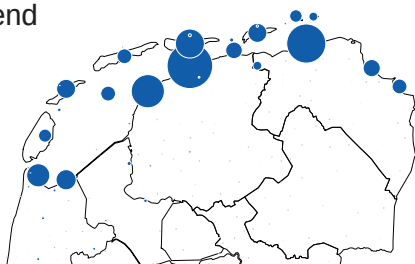
VogelMaand	Proxy	Intercept	s.e.	SibesYear	s.e.	R ² _{adj}	F1,9	P ***	uitspraak
Bontbek_Mei	BMoogst	-70,81	29,55	0,038	0,015	0,363	6,69	0,029	* toename met 3.8 %/jr
Bontbek_Mei	BMoogstDr	-65,73	28,58	0,035	0,014	0,337	6,09	0,036	* toename met 3.5 %/jr
Bontbek_Mei	FRaanw	-33,44	14,95	0,021	0,007	0,413	8,05	0,020	* toename met 2.1 %/jr
Bontbek_Mei	FRoogst	-35,02	15,39	0,022	0,008	0,418	8,17	0,019	* toename met 2.2 %/jr
Bontbek_Mei	FRoogstDr	-23,41	12,67	0,016	0,006	0,342	6,19	0,034	* toename met 1.6 %/jr
Bontbek_Sep	Opp	-16,86	12,67	0,013	0,006	0,243	4,21	0,070	. geen sign. verandering
Bontbek_Sep	BMaanw	-62,90	29,57	0,034	0,015	0,306	5,41	0,045	* toename met 3.4 %/jr
Bontbek_Sep	BMoogst	-69,33	29,81	0,037	0,015	0,349	6,35	0,033	* toename met 3.7 %/jr
Bontbek_Sep	BMoogstDr	-63,11	30,52	0,034	0,015	0,284	4,97	0,053	. geen sign. verandering
Bontbek_Sep	FRaanw	-33,05	15,16	0,021	0,008	0,403	7,76	0,021	* toename met 2.1 %/jr
Bontbek_Sep	FRoogst	-33,64	15,42	0,021	0,008	0,402	7,71	0,022	* toename met 2.1 %/jr
Bontbek_Sep	FRoogstDr	-19,36	14,47	0,014	0,007	0,209	3,64	0,089	. geen sign. verandering
Zilverplevier_Jan	Opp	-34,03	25,31	0,021	0,013	0,156	2,84	0,126	geen sign. verandering
Zilverplevier_Jan	BMaanw	-30,57	33,57	0,018	0,017	0,015	1,15	0,312	geen sign. verandering
Zilverplevier_Jan	BMoogst	-55,17	53,97	0,030	0,027	0,023	1,23	0,296	geen sign. verandering
Zilverplevier_Jan	BMoogstDr	-42,03	65,84	0,023	0,033	-0,054	0,49	0,503	geen sign. verandering
Zilverplevier_Jan	FRaanw	-28,37	17,11	0,019	0,008	0,275	4,80	0,056	. geen sign. verandering
Zilverplevier_Jan	FRoogst	-28,59	28,22	0,018	0,014	0,069	1,74	0,220	geen sign. verandering
Zilverplevier_Jan	FRoogstDr	-15,94	39,40	0,012	0,020	-0,068	0,36	0,563	geen sign. verandering
Zilverplevier_Mei	Opp	-43,00	24,99	0,026	0,012	0,253	4,39	0,066	. geen sign. verandering
Zilverplevier_Mei	BMaanw	-30,23	33,28	0,018	0,017	0,018	1,18	0,305	geen sign. verandering
Zilverplevier_Mei	BMoogst	-48,51	38,40	0,027	0,019	0,091	2,00	0,191	geen sign. verandering
Zilverplevier_Mei	BMoogstDr	-42,80	36,13	0,024	0,018	0,070	1,75	0,219	geen sign. verandering
Zilverplevier_Mei	FRaanw	-27,90	16,92	0,019	0,008	0,281	4,92	0,054	. geen sign. verandering
Zilverplevier_Mei	FRoogst	-32,27	18,88	0,021	0,009	0,281	4,91	0,054	. geen sign. verandering
Zilverplevier_Mei	FRoogstDr	-21,79	16,98	0,015	0,008	0,182	3,22	0,106	geen sign. verandering
Kanoet_Jan	Opp	5,34	119,70	0,001	0,059	-0,111	0,00	0,989	geen sign. verandering
Kanoet_Jan	BMaanw	-9,65	38,51	0,008	0,019	-0,088	0,19	0,671	geen sign. verandering
Kanoet_Jan	BMoogst	-45,32	153,03	0,024	0,076	-0,099	0,10	0,764	geen sign. verandering
Kanoet_Jan	BMoogstDr	-42,10	147,85	0,022	0,073	-0,101	0,09	0,775	geen sign. verandering
Kanoet_Jan	FRaanw	-20,98	64,17	0,014	0,032	-0,087	0,20	0,665	geen sign. verandering
Kanoet_Jan	FRoogst	-2,26	123,75	0,004	0,061	-0,111	0,00	0,946	geen sign. verandering
Kanoet_Jan	FRoogstDr	8,30	111,03	-0,001	0,055	-0,111	0,00	0,982	geen sign. verandering
Kanoet_Aug	Opp	-15,41	58,42	0,012	0,029	-0,090	0,17	0,689	geen sign. verandering
Kanoet_Aug	BMaanw	-8,94	38,53	0,008	0,019	-0,088	0,19	0,669	geen sign. verandering
Kanoet_Aug	BMoogst	30,69	117,73	-0,012	0,058	-0,106	0,04	0,837	geen sign. verandering
Kanoet_Aug	BMoogstDr	33,10	115,28	-0,014	0,057	-0,104	0,06	0,813	geen sign. verandering
Kanoet_Aug	FRaanw	-29,22	53,25	0,019	0,026	-0,053	0,50	0,498	geen sign. verandering
Kanoet_Aug	FRoogst	-20,44	64,54	0,014	0,032	-0,087	0,20	0,668	geen sign. verandering
Kanoet_Aug	FRoogstDr	-17,63	61,48	0,012	0,031	-0,091	0,17	0,694	geen sign. verandering
Drieteen_Mei	Opp	-9,37	14,14	0,009	0,007	0,060	1,64	0,232	geen sign. verandering
Drieteen_Mei	BMaanw	-18,88	27,95	0,012	0,014	-0,026	0,75	0,409	geen sign. verandering
Drieteen_Mei	BMoogst	-28,74	34,71	0,017	0,017	-0,004	0,96	0,354	geen sign. verandering
Drieteen_Mei	BMoogstDr	-25,87	27,74	0,015	0,014	0,019	1,19	0,304	geen sign. verandering
Drieteen_Mei	FRaanw	-13,68	13,25	0,011	0,007	0,153	2,80	0,129	geen sign. verandering
Drieteen_Mei	FRoogst	-13,98	13,36	0,011	0,007	0,155	2,83	0,127	geen sign. verandering
Drieteen_Mei	FRoogstDr	-2,33	11,91	0,005	0,006	-0,032	0,69	0,427	geen sign. verandering
Drieteen_Aug	Opp	-9,75	14,11	0,009	0,007	0,067	1,72	0,222	geen sign. verandering
Drieteen_Aug	BMaanw	-17,87	28,29	0,012	0,014	-0,033	0,68	0,430	geen sign. verandering
Drieteen_Aug	BMoogst	-27,28	35,15	0,016	0,017	-0,014	0,87	0,376	geen sign. verandering
Drieteen_Aug	BMoogstDr	-22,28	29,16	0,013	0,014	-0,016	0,84	0,383	geen sign. verandering
Drieteen_Aug	FRaanw	-11,92	13,69	0,010	0,007	0,113	2,27	0,166	geen sign. verandering
Drieteen_Aug	FRoogst	-12,47	13,78	0,011	0,007	0,120	2,36	0,159	geen sign. verandering
Drieteen_Aug	FRoogstDr	2,53	13,79	0,003	0,007	-0,094	0,14	0,717	geen sign. verandering
BonteStrloper_Mei	Opp	-9,02	15,04	0,009	0,007	0,048	1,51	0,251	geen sign. verandering
BonteStrloper_Mei	BMaanw	-6,53	52,73	0,006	0,026	-0,104	0,06	0,811	geen sign. verandering
BonteStrloper_Mei	BMoogst	3,75	59,18	0,001	0,029	-0,111	0,00	0,970	geen sign. verandering
BonteStrloper_Mei	BMoogstDr	18,17	58,88	-0,006	0,029	-0,105	0,05	0,832	geen sign. verandering
BonteStrloper_Mei	FRaanw	-23,50	19,48	0,016	0,010	0,155	2,83	0,127	geen sign. verandering
BonteStrloper_Mei	FRoogst	-24,30	19,89	0,017	0,010	0,156	2,85	0,126	geen sign. verandering
BonteStrloper_Mei	FRoogstDr	-13,58	17,43	0,011	0,009	0,056	1,59	0,239	geen sign. verandering
BonteStrloper_Sep	Opp	-6,44	14,62	0,008	0,007	0,018	1,18	0,305	geen sign. verandering
BonteStrloper_Sep	BMaanw	-6,29	52,83	0,006	0,026	-0,104	0,06	0,812	geen sign. verandering
BonteStrloper_Sep	BMoogst	10,43	59,89	-0,002	0,030	-0,111	0,00	0,946	geen sign. verandering
BonteStrloper_Sep	BMoogstDr	28,39	61,33	-0,011	0,030	-0,094	0,14	0,716	geen sign. verandering

VogelMaand	Proxy	Intercept	s.e.	SibesYear	s.e.	R ² _{adj}	F1,9	P ***	uitspraak
BonteStrloper_Sep	FRaanw	-23,63	19,75	0,016	0,010	0,154	2,81	0,128	geen sign. verandering
BonteStrloper_Sep	FRoogst	-23,89	19,88	0,017	0,010	0,154	2,82	0,127	geen sign. verandering
BonteStrloper_Sep	FRoogstDr	-10,47	23,78	0,009	0,012	-0,038	0,64	0,446	geen sign. verandering
RosseGrutto_Mei	Opp	-19,57	11,73	0,014	0,006	0,339	6,13	0,035	* toename met 1.4 %/jr
RosseGrutto_Mei	BMaanw	-27,56	24,85	0,017	0,012	0,086	1,94	0,198	geen sign. verandering
RosseGrutto_Mei	BMoogst	-34,75	26,74	0,021	0,013	0,125	2,43	0,154	geen sign. verandering
RosseGrutto_Mei	BMoogstDr	-34,94	28,53	0,020	0,014	0,096	2,06	0,185	geen sign. verandering
RosseGrutto_Mei	FRaanw	-44,72	20,33	0,028	0,010	0,393	7,48	0,023	* toename met 2.8 %/jr
RosseGrutto_Mei	FRoogst	-46,59	20,90	0,029	0,010	0,396	7,55	0,023	* toename met 2.9 %/jr
RosseGrutto_Mei	FRoogstDr	-38,06	21,00	0,024	0,010	0,297	5,23	0,048	* toename met 2.4 %/jr
RosseGrutto_Aug	Opp	-14,91	10,75	0,012	0,005	0,294	5,16	0,049	* toename met 1.2 %/jr
RosseGrutto_Aug	BMaanw	-27,28	24,85	0,017	0,012	0,086	1,94	0,198	geen sign. verandering
RosseGrutto_Aug	BMoogst	-34,16	25,88	0,021	0,013	0,135	2,56	0,144	geen sign. verandering
RosseGrutto_Aug	BMoogstDr	-50,74	20,98	0,028	0,010	0,389	7,37	0,024	* toename met 2.8 %/jr
RosseGrutto_Aug	FRaanw	-43,68	19,94	0,027	0,010	0,396	7,56	0,023	* toename met 2.7 %/jr
RosseGrutto_Aug	FRoogst	-44,63	20,23	0,028	0,010	0,397	7,59	0,022	* toename met 2.8 %/jr
RosseGrutto_Aug	FRoogstDr	-50,61	24,58	0,030	0,012	0,338	6,10	0,036	* toename met 3 %/jr
Wulp_Jan	Opp	-50,97	30,88	0,029	0,015	0,212	3,69	0,087	. geen sign. verandering
Wulp_Jan	BMaanw	-31,18	49,58	0,019	0,025	-0,045	0,57	0,468	geen sign. verandering
Wulp_Jan	BMoogst	-42,01	45,85	0,024	0,023	0,008	1,09	0,325	geen sign. verandering
Wulp_Jan	BMoogstDr	-26,44	58,54	0,016	0,029	-0,077	0,28	0,607	geen sign. verandering
Wulp_Jan	FRaanw	-40,19	25,18	0,025	0,013	0,225	3,91	0,080	. geen sign. verandering
Wulp_Jan	FRoogst	-46,91	35,62	0,028	0,018	0,130	2,49	0,149	geen sign. verandering
Wulp_Jan	FRoogstDr	-25,93	50,18	0,017	0,025	-0,056	0,47	0,512	geen sign. verandering
Wulp_Sep	Opp	-37,34	16,88	0,023	0,008	0,395	7,52	0,023	* toename met 2.3 %/jr
Wulp_Sep	BMaanw	-30,44	49,58	0,019	0,025	-0,045	0,57	0,468	geen sign. verandering
Wulp_Sep	BMoogst	-59,16	39,47	0,033	0,020	0,152	2,80	0,129	geen sign. verandering
Wulp_Sep	BMoogstDr	-49,05	40,94	0,027	0,020	0,074	1,80	0,213	geen sign. verandering
Wulp_Sep	FRaanw	-46,67	26,08	0,028	0,013	0,275	4,80	0,056	. geen sign. verandering
Wulp_Sep	FRoogst	-48,12	27,35	0,029	0,014	0,264	4,58	0,061	. geen sign. verandering
Wulp_Sep	FRoogstDr	-33,21	27,00	0,021	0,013	0,130	2,49	0,149	geen sign. verandering
Tureluur_Jan	Opp	-51,24	25,30	0,030	0,013	0,313	5,55	0,043	* toename met 3 %/jr
Tureluur_Jan	BMaanw	10,92	59,85	-0,003	0,030	-0,110	0,01	0,924	geen sign. verandering
Tureluur_Jan	BMoogst	-98,89	50,60	0,051	0,025	0,241	4,17	0,072	. geen sign. verandering
Tureluur_Jan	BMoogstDr	-88,12	59,13	0,046	0,029	0,123	2,40	0,156	geen sign. verandering
Tureluur_Jan	FRaanw	-36,70	20,39	0,022	0,010	0,280	4,88	0,054	. geen sign. verandering
Tureluur_Jan	FRoogst	-51,67	26,37	0,030	0,013	0,293	5,15	0,049	* toename met 3 %/jr
Tureluur_Jan	FRoogstDr	-37,36	31,66	0,022	0,016	0,090	1,99	0,192	geen sign. verandering
Tureluur_Jul	Opp	-17,97	17,54	0,013	0,009	0,117	2,32	0,162	geen sign. verandering
Tureluur_Jul	BMaanw	12,02	59,75	-0,003	0,030	-0,110	0,01	0,920	geen sign. verandering
Tureluur_Jul	BMoogst	-21,73	66,24	0,014	0,033	-0,090	0,17	0,688	geen sign. verandering
Tureluur_Jul	BMoogstDr	-22,77	67,48	0,014	0,034	-0,091	0,17	0,691	geen sign. verandering
Tureluur_Jul	FRaanw	-35,93	20,30	0,022	0,010	0,282	4,93	0,054	. geen sign. verandering
Tureluur_Jul	FRoogst	-37,83	21,34	0,023	0,011	0,278	4,84	0,055	. geen sign. verandering
Tureluur_Jul	FRoogstDr	-45,40	20,88	0,027	0,010	0,359	6,60	0,030	* toename met 2.7 %/jr
Steenloper_Jan	Opp	44,67	80,90	-0,019	0,040	-0,084	0,22	0,647	geen sign. verandering
Steenloper_Jan	BMaanw	109,40	42,97	-0,051	0,021	0,324	5,79	0,040	* afname met -5.1 /jr
Steenloper_Jan	BMoogst	132,71	126,48	-0,065	0,063	0,007	1,07	0,328	geen sign. verandering
Steenloper_Jan	BMoogstDr	82,07	141,19	-0,040	0,070	-0,072	0,33	0,579	geen sign. verandering
Steenloper_Jan	FRaanw	47,74	52,95	-0,020	0,026	-0,043	0,59	0,464	geen sign. verandering
Steenloper_Jan	FRoogst	58,19	91,59	-0,026	0,046	-0,072	0,33	0,582	geen sign. verandering
Steenloper_Jan	FRoogstDr	33,35	100,12	-0,014	0,050	-0,101	0,08	0,783	geen sign. verandering
Steenloper_Aug	Opp	25,83	59,82	-0,009	0,030	-0,101	0,09	0,777	geen sign. verandering
Steenloper_Aug	BMaanw	110,36	42,96	-0,051	0,021	0,325	5,81	0,039	* afname met -5.1 /jr
Steenloper_Aug	BMoogst	209,75	143,43	-0,102	0,071	0,094	2,03	0,188	geen sign. verandering
Steenloper_Aug	BMoogstDr	192,29	139,54	-0,093	0,069	0,075	1,81	0,211	geen sign. verandering
Steenloper_Aug	FRaanw	24,58	42,15	-0,008	0,021	-0,093	0,15	0,705	geen sign. verandering
Steenloper_Aug	FRoogst	25,38	41,67	-0,009	0,021	-0,090	0,17	0,687	geen sign. verandering
Steenloper_Aug	FRoogstDr	13,90	42,35	-0,003	0,021	-0,108	0,03	0,878	geen sign. verandering

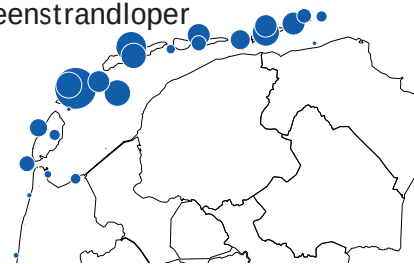
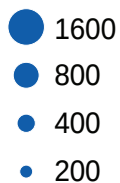
12.5. Appendix 5 - verspreiding wadvogels Waddenzee

Verspreiding van de onderzochte wadvogels tijdens de hoogwatertellingen in de Waddenzee gemiddeld over de afgelopen tien jaar. Overgenomen uit het meest recente watervogelrapport (Hornman *et al.* 2019).

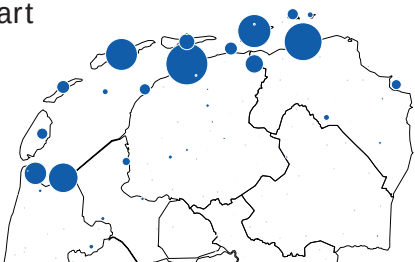
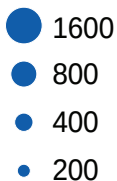
aantal Bergeend



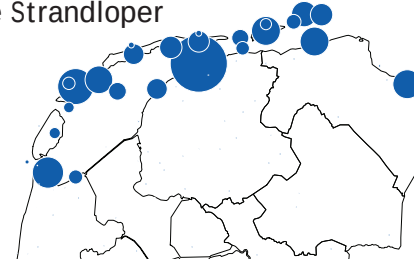
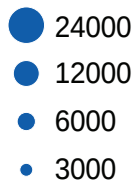
aantal Drieteenstrandloper



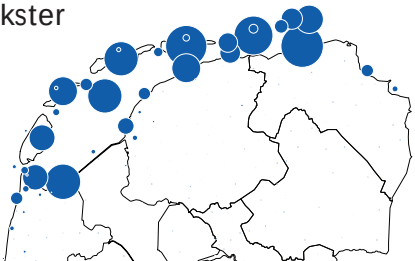
aantal Pijlstaart



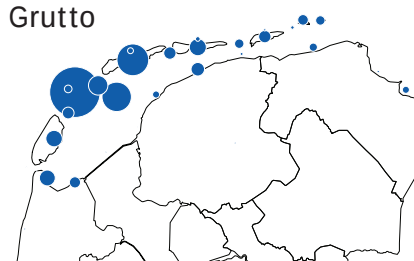
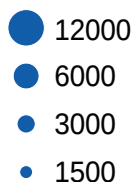
aantal Bonte Strandloper



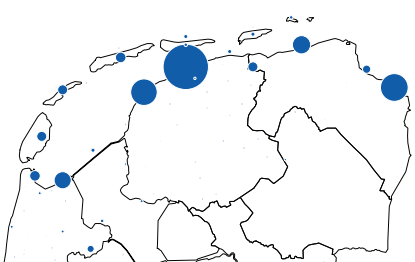
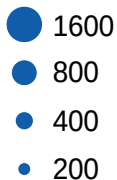
aantal Scholekster



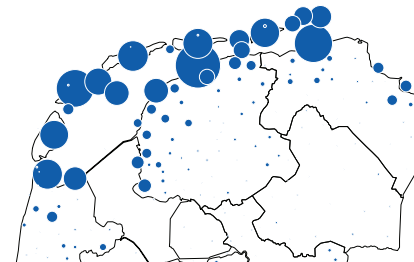
aantal Rosse Grutto



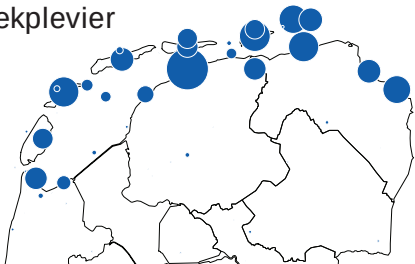
aantal Kluut



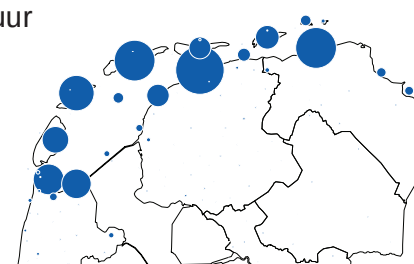
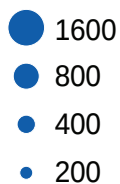
aantal Wulp



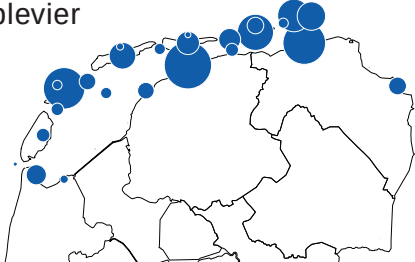
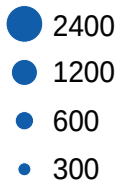
aantal Bontbekplevier



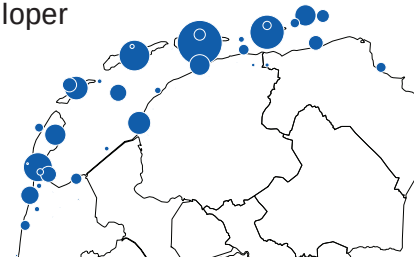
aantal Tureluur



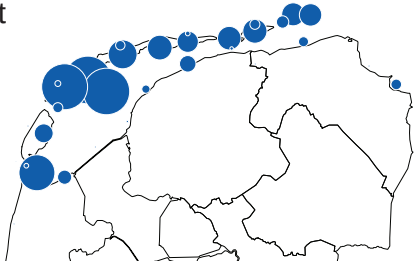
aantal Zilverplevier



aantal Steenloper



aantal Kanoet



13. Literatuur

- Allen, A.M., Ens, B.J., Van de Pol, M., Van der Jeugd, H., Frauendorf, M., Oosterbeek, K. & Jongejans, E. (2019) Seasonal survival and migratory connectivity of the Eurasian Oystercatcher revealed by citizen science. *The Auk: Ornithological Advances*, 136.
- Auditcommissie (2014a) Advies evaluatie 2007 t/m 2012 en rapportage 2013 van de Auditcommissie Monitoring van aardgaswinning onder de Waddenzee vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen. Rapport 2796-83, pp. 1-24. Utrecht.
- Auditcommissie (2014b) Bijlage bij brief 2796-87, advies over monitoringprogramma 2014 t/m 2019 gaswinning onder de Waddenzee vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen. Brief CMer 2796-87 (ed. C.v.d. milieueffectrapportage), pp. 1-3. Utrecht.
- Auditcommissie (2014c) Brief aan minister van EZ over Monitoringsprogramma 2014 t/m 2019 gaswinning Waddenzee Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen. Brief CMer 2796-87/Ha/jr (ed. C.v.d. milieueffectrapportage), pp. 1-2. Utrecht.
- Auditcommissie (2016) Monitoring van aardgaswinning onder de Waddenzee vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen. Advies van de AuditCommissie over de resultaten van het monitoringsjaar 2015. Rapport 3110, pp. 1-24. Utrecht.
- Auditcommissie (2017) Monitoring van aardgaswinning onder de Waddenzee vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen. Advies van de AuditCommissie over de resultaten van het monitoringsjaar 2016. Rapport 3205, pp. 1-23. Utrecht.
- Auditcommissie (2018) Monitoring aardgaswinning onder de Waddenzee vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen. Advies Auditcommissie over de resultaten van het monitoringsjaar 2017., pp. 1-23. Commissie voor de milieueffectrapportage, Utrecht.
- Beukema, J.J. (1976) Biomass and species richness of macro-benthic animals living on the tidal flats of the Dutch Wadden Sea. *Netherlands Journal of Sea Research*, 10, 236-261.
- Beukema, J.J. (2002) Expected changes in the benthic fauna of Wadden Sea tidal flats as a result of sea-level rise or bottom subsidence. *Journal of Sea Research*, 47, 25-39.
- Beukema, J.J. & Cadée, G.C. (1996) Consequences of the sudden removal of nearly all mussels and cockles from the Dutch Wadden Sea. *PSZN I: Marine Ecology*, 17, 279-289.
- Beukema, J.J. & Dekker, R. (2018) Effects of cockle abundance and cockle fishery on bivalve recruitment. *Journal of Sea Research*, 140, 81-86.
- Beukema, J.J., Dekker, R. & Drent, J. (2017a) Dynamics of a Limecola (*Macoma balthica*) population in a tidal flat area in the western Wadden Sea: effects of declining survival and recruitment. *Helgoland Marine Research*, 71, 12.
- Beukema, J.J., Dekker, R. & Drent, J. (2017b) Parallel changes of Limecola (*Macoma balthica*) populations in the Dutch Wadden Sea. *Marine Ecology Progress Series*, 585, 71-79.
- Beukema, J.J., Essink, K., Michaelis, H. & Zwarts, L. (1993) *Netherlands Journal of Sea Research*, 31, 319-330.
- Blew, J., Guenther, K., Haelterlein, B., Kleefstra, R., Laursen, K. & Scheiffarth, G. (2016) Trends of Migratory and Wintering Waterbirds in the Wadden Sea 1987/1988 - 2013/2014. *Wadden Sea Ecosystem No. 37*, pp. 1-68. Wilhelmshaven, Germany.
- Brinkman, A.G. & Ens, B.J. (1998) Integrale Bodemdalingstudie Waddenzee: Vogels. IBN rapport 371, pp. 1-250. Den Burg.
- Buiter, R., Govers, L. & Piersma, T. (2016) Knooppunt Waddenzee. Bornmeer, Gorredijk.
- Cadée, G.C. (1976) Sediment reworking by *Arenicola marina* on tidal flats in the Dutch Wadden Sea. *Netherlands Journal of Sea Research*, 10, 440-460.
- Cervencl, A., Troost, K., Dijkman, E., de Jong, M., Smit, C.J., Leopold, M.F. & Ens, B.J. (2015) Distribution of wintering Common Eider *Somateria mollissima* in the Dutch Wadden Sea in relation to available food stocks. *Marine Biology*, 162, 153-168.
- Compton, T.J., van der Meer, J., Holthuijsen, S., Koolhaas, A., Dekinga, A., ten Horn, J., Klunder, L., McSweeney, N., Brugge, M., van der Veer, H.W. & Piersma, T. (2013) Synoptic intertidal benthic surveys across the Dutch Wadden Sea 2008-2011. NIOZ-rapport 2013-1, pp. 1-51. t' Horntje.
- Cresswell, W. & Whitfield, D.P. (1994) The effects of raptor predation on wintering wader populations at the Tynninghame estuary, Southeast Scotland. *Ibis*, 136, 223-232.
- Dankers, N.M.J.A., Dijkman, E.M., de Kort, G. & Meijboom, A. (2004) De verspreiding en uitbreiding van de Japanse Oester in de Nederlandse Waddenzee. Alterra-rapport 909, pp. 1-52. Wageningen.
- Dekker, R. & Waasdorp, D. (2008) Het macrozoo-benthos op twaalf raaien in de Waddenzee en de Eems-Dollard in 2007. NIOZ-rapport 2008-5. Texel.
- Dokter, A.M., van Loon, E.E., Rappoldt, C.,

- Oosterbeek, K., Baptist, M.J., Bouten, W. & Ens, B.J. (2017) Balancing food and density-dependence in the spatial distribution of an interference-prone forager. *Oikos*, 126, 1184-1196.
- Duijns, S., Knot, I.E., Piersma, T. & van Gils, J.A. (2014) Field measurements give biased estimates of functional response parameters, but help explain foraging distributions. *Journal of Animal Ecology*, n/a-n/a.
- Elias, E. & Wang, Z.B. (2013) Abiotische gegevens voor monitoring effect bodemdaling. Rapport, pp. 1-76. Delft.
- Ens, B.J. (2006) The conflict between shellfisheries and migratory waterbirds in the Dutch Wadden Sea. *Waterbirds around the world* (eds G.C. Boere, C.A. Galbraith & D.A. Stroud), pp. 806-811. The Stationery Office, Edinburgh, UK.
- Ens, B.J., Aarts, B., Hallmann, C., Oosterbeek, K., Sierdsema, H., Slaterus, R., Troost, G., van Turnhout, C., Wiersma, P., van Winden, E. & Nienhuis, J. (2011) Scholeksters in de knel: onderzoek naar de oorzaken van de dramatische achteruitgang van de Scholekster in Nederland. Sovon-onderzoeksrapport 2011/13, pp. 1-120. Nijmegen.
- Ens, B.J., Blew, J., van Roomen, M.W.J. & van Turnhout, C.A.M. (2009a) Exploring contrasting trends of migratory waterbirds in the Wadden Sea. *Wadden Sea Ecosystem No. 27*, pp. 1-50. Wilhelmshaven, Germany.
- Ens, B.J., Brinkman, A.G., Dijkman, E., Meesters, E., Kersten, M., Brenninkmeijer, A. & Twisk, F. (2005) Modelling the distribution of waders in the Westerschelde. What is the predictive power of abiotic variables? *Alterra-rapport 1193*, pp. 1-140. Wageningen.
- Ens, B.J., Dokter, A.M., Rappoldt, C. & Oosterbeek, K. (2015a) Wat bepaalt de draagkracht van de Waddenzee voor wadvogels: onderzoek naar het verspreidingsgedrag van Scholeksters. Sovon-rapport 2015/02, pp. 1-128. Nijmegen.
- Ens, B.J. & Kats, R.K.H. (2004) Evaluatie van voedselreservering Eidereenden in de Waddenzee - rapportage in het kader van EVA II deelproject B2. *Alterra rapport 931*, pp. 1-155. Wageningen.
- Ens, B.J., Kersten, M., Wijsman, J.W.M., van der Meer, J., Schekkerman, H., van Winden, E. & Rappoldt, C. (2017) Monitoring van het voor vogels oogstbare voedselaanbod in de kombergingen van het Pinkegat en Zoutkamperlaag - rapportage tot en met monitoringjaar 2016. Sovon-rapport 2017/15, pp. 1-72. Nijmegen.
- Ens, B.J., Krol, J., van der Meer, J., Piening, H., Wijsman, J.W.M., Schekkerman, H. & Rappoldt, C. (2015b) Monitoring van het voor vogels oogstbare voedselaanbod in de kombergingen van het Pinkegat en Zoutkamperlaag. Sovon-rapport 2015.15, pp. 1-60. Nijmegen.
- Ens, B.J., Krol, J., van der Meer, J., Wijsman, J.W.M., Schekkerman, H. & Rappoldt, C. (2016) Monitoring van het voor vogels oogstbare voedselaanbod in de kombergingen van het Pinkegat en Zoutkamperlaag - rapportage tot en met monitoringjaar 2015. Sovon-rapport 2016.15, pp. 1-76. Nijmegen.
- Ens, B.J., Oosterbeek, K.H. & Rappoldt, C. (2008) WEBTICS voor Kanoeten. Rapportage over de werkzaamheden die nodig zijn om het simulatiemodel WEBTICS toe te passen op de Kanoet. Sovon-onderzoeksrapport 2008/13, pp. 1-43. Beek-Ubbergen.
- Ens, B.J., Rappoldt, C. & Zwarts, L. (2006) WEBTICS voor Wulpen. Rapportage over de werkzaamheden die nodig zijn om het simulatiemodel WEBTICS toe te passen op de Wulp. Sovon-onderzoeksrapport 2006-11/EcoCurves rapport 3, pp. 1-58. Beek-Ubbergen/Haren.
- Ens, B.J., Smaal, A.C. & de Vlas, J. (2004) The effects of shellfish fishery on the ecosystems of the Dutch Wadden Sea and Oosterschelde. Final report on the second phase of the scientific evaluation of the Dutch shellfish fishery policy (EVA II). *Alterra-rapport 1011; RIVO-rapport C056/04; RIKZ-rapport RKZ/2004.031*, pp. 1-212. Wageningen.
- Ens, B.J., van der Meer, J., Troost, K., van Winden, E., Schekkerman, H. & Rappoldt, C. (2018a) Monitoring van het voor vogels oogstbare voedselaanbod in de kombergingen van het Pinkegat en Zoutkamperlaag - rapportage tot en met monitoringjaar 2017. pp. 1-70. Nijmegen.
- Ens, B.J., van Winden, E., Kleefstra, R., Vroom, M. & van der Zee, E. (2018b) Monitoring Vaarrecreatie Waddenzee. Verstoring en potentiële verstoringbronnen van vogels en zeehonden in de Waddenzee - seizoen 2016 & 2017. pp. 1-69. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- Ens, B.J., van Winden, E.A.J., van Turnhout, C.A.M., van Roomen, M.W.J., Smit, C.J. & Jansen, J.M. (2009b) Aantalontwikkeling van wadvogels in de Nederlandse Waddenzee in 1990-2007: verschillen tussen Oost en West. *Limosa*, 82, 100-112.
- Ens, B.J., Wintermans, G.J.M. & Smit, C.J. (1993) Verspreiding van overwinterende wadvogels in de Nederlandse Waddenzee. *Limosa*, 66, 137-144.
- Ens, B.J. & Zwarts, L. (1980) Wulpen op het wad van Moddergat. *Watervogels*, 5, 108-120.
- Folmer, E.O., Dekinga, A., Holthuijsen, S., van der Meer, J., Mosk, D., Piersma, T. & van der Veer, H.W. (2017) Species Distribution Models of Intertidal Benthos : Tools for Assessing the Impact of Physical and Morphological Drivers on Benthos and Birds in the Wadden Sea. *NIOZ-rapport*, pp. 1-114. Texel.

- Goss-Custard, J.D. & Durell, S.E.A.I.V.d. (1988) The effect of dominance and feeding method on the intake rate of Oystercatchers, *Haematopus ostralegus*, feeding on mussels. *Journal of Animal Ecology*, 57, 827-844.
- Goss-Custard, J.D., West, A.D., Yates, M.G., Caldow, R.G., Stillman, R.A., Bardsley, L., Castilla, J., Castro, M., Dierschke, V., Durell, S.E.A.L., Eichhorn, G., Ens, B.J., Exo, K.M., Udayangani-Fernando, P.U., Ferns, P.N., Hockey, P.A.R., Gill, J.A., Johnstone, I., Kalejta-Summers, B., Masero, J.A., Moreira, F., Nagarajan, R.V., Owens, I.P.F., Pacheco, C., Perez-Hurtado, A., Rogers, D., Scheiffarth, G., Sitters, H., Sutherland, W.J., Triplet, P., Worrall, D.H., Zharikov, Y., Zwarts, L. & Pettifor, R.A. (2015) Intake rates and the functional response in shorebirds (*Charadriiformes*) eating macro-invertebrates (vol 81, pg 501, 2006). *Biological Reviews*, 90, 995-995.
- Goss-Custard, J.D., West, A.D., Yates, M.G., Caldow, R.W.G., Stillman, R.A., Bardsley, L., Castilla, J., Castro, M., Dierschke, V., Durell, S.E.A.I.V.d., Eichhorn, G., Ens, B.J., Exo, K.M., Udayangani-Fernando, P.U., Ferns, P.N., Hockey, P.A.R., Gill, J.A., Johnstone, I., Kalejta-Summers, B., Masero, J.A., Moreira, F., Nagarajan, R.V., Owens, I.P.F., Pacheco, C., Perez-Hurtado, A., Rogers, D., Scheiffarth, G., Sitters, H., Sutherland, W.J., Triplet, P., Worrall, D.H., Zharikov, Y., Zwarts, L. & Pettifor, R.A. (2006) Intake rates and the functional response in shorebirds (*Charadriiformes*) eating macro-invertebrates. *Biological Reviews*, 81, 501-529.
- Granadeiro, J.P., Andrade, J. & Palmeirim, J.M. (2004) Modelling the distribution of shorebirds in estuarine areas using generalised additive models. *Journal of Sea Research*, 52, 227-240.
- Granadeiro, J.P., Santos, C.D., Dias, M.P. & Palmeirim, J.M. (2007) Environmental factors drive habitat partitioning in birds feeding in intertidal flats: implications for conservation. *Hydrobiologia*, 587, 291-302.
- Hallmann, C. & Ens, B.J. (2011) Overstromingsrisico en broedsucces van Scholeksters op de kwelder van Ameland en Schiermonnikoog. Monitoring effecten van bodemdaling op Ameland-Oost 2005-2010, pp. 67-92. NAM, Assen.
- Heppleston, P.B. (1971) The feeding ecology of oystercatchers (*Haematopus ostralegus* L.) in winter in northern Scotland. *Journal of Animal Ecology*, 40, 651-672.
- Hornman, M., Hustings, F., Koffijberg, K., van Winden, E., van Els, P., van Kleunen, A., Zwanenwerkgroep, S.G.-e. & Soldaat, L. (2019) Watervogels in Nederland in 2016/2017. pp. 1-162. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- Kampichler, C., Sierdsema, H., Roodbergen, M. & Ens, B.J. (2013) Ruimtelijke analyses van dichtheden en trends van binnendijks broedende Scholeksters. Sovon-rapport 2013-08, pp. 1-52. Nijmegen.
- Kleefstra, R., Hornman, M., Bregnballe, T., Frikke, J., Guenther, K., Haelterlein, B., Koerber, P., Ludwig, J. & Scheiffarth, G. (2019) Trends of Migratory and Wintering Waterbirds in the Wadden Sea 1987/1988 - 2016/2017. pp. 1-68. Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshafen.
- Kleefstra, R., Smit, C., Kraan, C., Aarts, G., van Dijk, J. & de Jong, M. (2011) Het toegenomen belang van de Nederlandse Waddenzee voor ruiende Bergeenden. *Limosa*, 84, 145-154.
- Kraan, C., van Gils, J.A., Spaans, B., Dekinga, A., Bijleveld, A.I., van Roomen, M., Kleefstra, R. & Piersma, T. (2009) Landscape-scale experiment demonstrates that Wadden Sea intertidal flats are used to capacity by molluscivore migrant shorebirds. *Journal of Animal Ecology*, 78, 1259-1268.
- Krol, J. & Hallmann, C. (2011) Effect van bodemdaling op situering, hoogteligging en overstromingsrisico van broedkolonies op De Hon. Monitoring effecten van bodemdaling op Ameland-Oost 2005 - 2010, pp. 93-124. NAM, Assen.
- Leopold, M.F., Smit, C.J., Goedhart, P.W., van Roomen, M., van Winden, A.J. & van Turnhout, C. (2004) Langjarige trends in aantallen wadvogels, in relatie tot de kokkelvisserij en het gevoerde beleid in deze. Eindverslag EVA II (Evaluatie schelpdiervisserij tweede fase). Deelproject C2. Alterra rapport 954; Sovon-onderzoeksrapport 2004/07, pp. 1-165. Wageningen.
- Meesters, H.W.G., Dijkema, K.S., van Duin, W.E., Smit, C.J., Dankers, N., Reijnders, P.J.H., Kats, R.K.H. & de Jong, M.L. (2006) Natuurwaarden in de Kombergingsgebieden Pinkegat en Zoutkamperlaag en mogelijke effecten van bodemdaling door gaswinning. Alterra-rapport 1310, pp. 1-191. Wageningen.
- Meijles, E., van der Veen, E., Rijnks, R., Sijsma, F., Ens, B.J., van der Zee, E., Vroom, M. & van der Tuuk, B. (2018a) Recreatievaart en natuur in de Waddenzee-seizoen 2017. Interactie Natuur & Vaarrecreatie. pp. 1-47. Leeuwarden.
- Meijles, E., van der Veen, E., Rijnks, R., Vroom, M. & Sijsma, F. (2018b) Monitoring vaarrecreatie op de Waddenzee - seizoen 2017. AIS en Radar. Rapport, pp. 1-42.
- NAM (2014a) Gaswinning Moddergat, Lauwersoog, Vierhuizen (MLV); Integrale beoordeling monitoring 2007-2012. Rapport, pp. 1-131. Assen.
- NAM (2014b) Monitoringprogramma 2014 t/m 2019 in het kader van de gaswinning van de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen. Versie 7

- juli 2014. Rapport EP201407210103, pp. 1-29. Assen.
- Nauw, J., Philippart, C.J.M., Duran-Matute, M. & Gerkema, T. (2017) Estimates of exposure times in the Wadden Sea: A comparison of methods. *Journal of Sea Research*, 127, 12-25.
- Piersma, T., Koolhaas, A., Dekinga, A., Beukema, J.J., Dekker, R. & Essink, K. (2001) Long-term indirect effects of mechanical cockle-dredging on intertidal bivalve stocks in the Wadden Sea. *Journal of Applied Ecology*, 38, 976-990.
- Polwijk, F., Kleefstra, R., van Winden, E. & Ens, B.J. (2018) Monitoring van verstoringsbronnen en verstoringen als onderdeel van hoogwatertellingen in de Waddenzee. *Limosa*, 91, 131-143.
- Rappoldt, C. & Ens, B.J. (2013) Het effect van bodemdaling op overwinterende scholeksters in de Waddenzee. Een modelstudie met WEBTICS. *EcoCurves rapport 17/ Sovon-rapport 2013/19*, pp. 1-87. Haren / Nijmegen.
- Rappoldt, C., Ens, B.J., Kersten, M. & Dijkman, E. (2004) Wader Energy Balance & Tidal Cycle Simulator WEBTICS. Technical Documentation version 1.1. *Alterra rapport 869*, pp. 1-95. Wageningen.
- Rappoldt, C., Ens, B.J. & Schekkerman, H. (2019) Wadvogel habitat model Wadmap. Technische documentatie *EcoCurves*, Haren.
- Roukema, B. (1984) Exploitatie van *Arenicola* door de Wulp: het probleem van prooibeschikbaarheid. *Werkdocument 1984-139 Abw*, pp. 1-82. Lelystad.
- Smaal, A.C., van Stralen, M.R., Kersting, K. & Dankers, N. (2004) Eindrapport EVA II deelproject F5 (Evaluatie Schelpdiervisserij tweede fase): De gevolgen van gecontroleerde bevissing voor bedekking en omvang van droogvallende mosselzaadbanken, een test van de Janlouw hypothese en van mogelijkheden voor natuurbouw. *RIVO rapport C022/04*, pp. 1-93. Yerseke.
- Thorup, O. & Koffijberg, K. (2016) Breeding success in the Wadden Sea 2009-2012 A review. *Wadden Sea Ecosystem No. 36*, pp. 1-56. Wilhelmshaven, Germany.
- Troost, K., Perdon, K.J., van Zwol, J., Jol, J. & van Asch, M. (2017a) Schelpdierbestanden in de Nederlandse kustzone in 2017. *CVO rapport 17.014*, pp. 1-38. Wageningen.
- Troost, K. & van Asch, M. (2018) Herziene schatting van het kokkelbestand in de Waddenzee en Oosterschelde in het najaar van 2018. pp. 1-24. Stichting Wageningen Research - Centrum voor Visserijonderzoek (CVO), IJmuiden.
- Troost, K., van Asch, M., Brummelhuis, E.B.M., van den Ende, D. & van Zweeden, C. (2017b) Het kokkelbestand in de Nederlandse kustwateren in 2017. *CVO rapport 17.013*, pp. 1-30. Yerseke.
- Van Asch, M., Brummelhuis, E.B.M., Van den Ende, D., Troost, K. & Van Zweeden, C. (2018) Het kokkelbestand in de Nederlandse kustwateren in 2018. pp. 1-30. Stichting Wageningen Research - Centrum voor Visserijonderzoek (CVO), IJmuiden.
- van de Kam, J., Ens, B.J., Piersma, T. & Zwarts, L. (1999) *Ecologische atlas van de Nederlandse wadvogels*, 1 edn. Schuyt & Co, Haarlem.
- van de Pol, M., Ens, B.J., Bakker, J.P. & Esselink, P. (2012) *Klimaatverandering, verhoogde overstromingsrisico's en kwelderbroedvogels*. *De Levende Natuur*, 113, 123-128.
- van de Pol, M., Ens, B.J., Heg, D., Brouwer, L., Krol, J., Maier, M., Exo, K.M., Oosterbeek, K., Lok, T., Eising, C.M. & Koffijberg, K. (2010) Do changes in the frequency, magnitude and timing of extreme climatic events threaten the population viability of coastal birds? *Journal of Applied Ecology*, 47, 720-730.
- van den Ende, D., Troost, K., van Asch, M., Brummelhuis, E., Perdon, J. & van Zweeden, C. (2017) Mosselbanken en oesterbanken op droogvallende platen in de Nederlandse kustwateren in 2017: bestand en arealen. *CVO rapport 17.022*, pp. 1-48. Wageningen.
- van den Ende, D., Troost, K., van Asch, M., Perdon, J. & Van Zweeden, C. (2018) Mosselbanken en oesterbanken op droogvallende platen in de Nederlandse kustwateren in 2018: bestand en arealen. pp. 1-43. Stichting Wageningen Research - Centrum voor Visserij Onderzoek (CVO), IJmuiden.
- van den Hout, P.J. (2009) Mortaliteit is het topje van een ijsberg van angst. Over Slechtvalken en steltlopers in de Waddenzee. *Limosa*, 82, 122-133.
- Van der Jeugd, H.P., Ens, B.J., Versluijs, M. & Schekkerman, H. (2014) Geïntegreerde monitoring van vogels van de Nederlandse Waddenzee. *Vogeltrekstation report 2014-01 / Sovon-rapport 2014/18*, pp. 1-260. Wageningen / Nijmegen.
- van der Meer, J., Dankers, N., Ens, B.J., van Stralen, M., Troost, K. & Waser, A.M. (2018) The Birth, Growth and Death of Intertidal Soft-Sediment Bivalve Beds: No Need for Large-Scale Restoration Programs in the Dutch Wadden Sea. *Ecosystems*.
- van Gils, J.A., Piersma, T., Dekinga, A. & Spaans, B. (2000) Voortdurend in de lucht: zenderonderzoek aan Kanoeten *Canutus canutus* in de westelijke Waddenzee. *Limosa*, 73, 29-34.
- van Roomen, M., Nagy, S., Foppen, R., Dodman, T., Citegetse, G. & Ndiaye, A. (2015) Status of coastal waterbird populations in the East Atlantic Flyway. With special attention to flyway populations making use of the Wadden Sea. pp. 1-79. Leeuwarden, The Netherlands / Nijmegen, The Netherlands / Wageningen, The Netherlands /

- Cambridge, United Kingdom / Wilhelmshaven, Germany.
- Whitfield, D.P. (2003a) Density-dependent mortality of wintering Dunlins *Calidris alpina* through predation by Eurasian Sparrowhawks *Accipiter nisus*. *Ibis*, 145, 432-438.
- Whitfield, D.P. (2003b) Predation by Eurasian sparrowhawks produces density-dependent mortality of wintering redshanks. *Journal of Animal Ecology*, 72, 27-35.
- Wijnhoven, S., Escaravage, V., Herman, P.M.J., Smaal, A.C. & Hummel, H. (2011) Short and mid-long term effects of cockle-dredging on non-target macrobenthic species: a before-after-control-impact experiment on a tidal mudflat in the Oosterschelde (The Netherlands). *Marine Ecology-An Evolutionary Perspective*, 32, 117-129.
- Yates, M.G., Goss-Custard, J.D., McGrorty, S., Lakhani, K.H., Durell, S.E.A.I.V.d., Clarke, R.T., Rispin, W.E., Moy, I., Yates, T., Plant, R.A. & Frost, A.J. (1993) Sediment characteristics, invertebrate densities and shorebird densities on the inner banks of the Wash. *Journal of Applied Ecology*, 30, 599-614.
- Ydenberg, R.C., Barrett, J., Lank, D.B., Xu, C.L. & Faber, M. (2017) The redistribution of non-breeding dunlins in response to the post-DDT recovery of falcons. *Oecologia*, 183, 1101-1110.
- Zwarts, L. (1988) De bodemfauna van de fries-groningse waddenkust. *Flevobericht* nr. 294, pp. 1-200.
- Zwarts, L. & Wanink, J.H. (1993) How the food supply harvestable by waders in the Wadden Sea depends on the variation in energy density, body weight, biomass, burying depth and behaviour of tidal-flat invertebrates. *Netherlands Journal of Sea Research*, 31, 441-476.
- Zwarts, L., Wanink, J.H. & Ens, B.J. (1996) Predicting seasonal and annual fluctuations in the local exploitation of different prey by Oystercatchers *Haematopus ostralegus*: a ten-year study in the Wadden Sea. *Ardea*, 84A, 401-440.



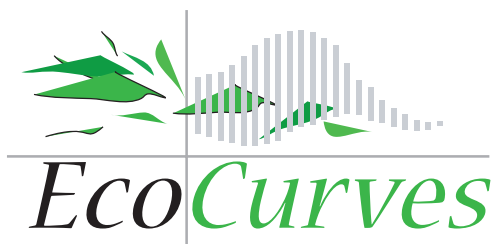
Dit rapport is samengesteld in opdracht van de Nederlandse Aardolie Maatschappij



Sovon Vogelonderzoek Nederland

Postbus 6521
6503 GA Nijmegen
Toernooiveld 1
6525 ED Nijmegen
T (024) 7 410 410

E info@sovon.nl
I www.sovon.nl



Koninklijk Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee