

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

*rapportage t/m monitoringjaar 2016*

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

Marcel Kersten – Ecosense

Jeroen Wijsman – Wageningen Marine Research

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

Hans Schekkerman – Sovon Vogelonderzoek Nederland

Sovon-rapport 2017/15

Dit rapport is samengesteld in opdracht van de NAM (Sovon project S2016.111)

## Colofon

© Sovon Vogelonderzoek Nederland 2017

Foto's omslag: @@@

Wijze van citeren: Ens B.J., Kersten M., Wijsman J., van der Meer J., Schekkerman H. & Rappoldt K. 2016. 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. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.

Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de Nederlandse Aardolie Maatschappij.

ISSN: 2212-5027

Sovon Vogelonderzoek Nederland

Postbus 6521

6503 GA Nijmegen

Tel: 024-7.410.410

E-mail: [info@Sovon.nl](mailto:info@Sovon.nl)

Homepage: [www.Sovon.nl](http://www.Sovon.nl)

# 1 INHOUD

---

2	Samenvatting.....	5
3	Inleiding.....	8
4	Selectie vogelsoorten.....	9
5	Beslisschema.....	13
6	Monitoring data.....	15
6.1	Onderzoeksgebied.....	15
6.2	Hoogtekaart.....	15
6.2.1	Lodigen.....	15
6.2.2	LiDAR.....	15
6.3	Waterstanden.....	16
6.4	SIBES.....	17
6.5	WOT litorale surveys waddenzee.....	17
6.6	Vogeltellingen.....	17
7	Model.....	17
7.1	Proxies en bijbehorende dieet.....	17
7.1.1	Berekende proxies.....	17
7.1.2	Berekend dieet.....	18
7.2	Verbetering functionele respons Scholekster.....	18
7.2.1	Kokkel ( <i>Cerastoderma edule</i> ).....	19
7.2.2	Nonnetje ( <i>Macoma balthica</i> ).....	19
7.2.3	Mossel ( <i>Mytilus edulis</i> ).....	19
7.2.4	Zwaardschede ( <i>Ensis directus</i> ).....	20
7.2.5	Functionele respons berekening.....	20
7.3	Verbetering functionele respons Rosse Grutto.....	20
7.4	Diepteverspreiding proodieren.....	20
8	Validatie.....	25
8.1	Inleiding.....	25
8.2	Relatie hoogwatervluchtplaatsen en laagwaterfoerageergebieden.....	26
8.3	Welke delen van het wad worden benut.....	27
8.4	Berekeningen.....	30
9	Resultaten.....	31
9.1	Validatie.....	31

9.2	Soortbesprekingen .....	35
9.2.1	Bergeend .....	36
9.2.2	Pijlstaart.....	38
9.2.3	Scholekster .....	40
9.2.4	Kluut .....	45
9.2.5	Zilverplevier .....	47
9.2.6	Bontbekplevier .....	49
9.2.7	Kanoet .....	51
9.2.8	Drieteenstrandloper .....	53
9.2.9	Bonte Strandloper .....	55
9.2.10	Rosse Grutto .....	60
9.2.11	Wulp .....	62
9.2.12	Tureluur .....	67
9.2.13	Steenloper .....	69
10	Discussie .....	71
11	Aanbevelingen.....	73
12	Appendices .....	74
12.1	Appendix A: Amplitudekaart? .....	74
12.1.1	Gesimuleerd Getij.....	74
12.1.2	De amplitudekaart.....	77
12.1.3	Conclusie .....	77
12.2	Appendix B: Gebruikte parameters ingraafdiepte .....	79
12.3	Appendix C: Relatie Hoogwatervluchtplaatsen en laagwaterfoerageergebieden .....	80
12.3.1	Commentaar op kaart 1 .....	80
12.3.2	Commentaar op kaart 2 .....	82
12.3.3	Reactie Arjen Dijkstra .....	83
12.4	Appendix D: Benutting wadplaten .....	85
13	Literatuur.....	88



## 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 twee 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).

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

1. **Oppervlak**: 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. **BM aanw**: de aanwezige biomassa aan prooidieren op basis van dieet.
3. **BM oogst**: 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 *et al.* 1996b).
4. **BM oogst droog**: de beschikbare oogstbare prooibiomassa. Dit is de oogstbare prooibiomassa vermenigvuldigd met de lokale droogvalduur
5. **FR aanw**: de opnamesnelheden berekend voor het aanwezige voedsel, gesommeerd over de totale oppervlakte
6. **FR oogst**: de berekende opnamesnelheden, gesommeerd over de oppervlaktes waar de kritische opnamesnelheid gehaald wordt, d.w.z. waar het voedsel oogstbaar is
7. **FR oogst droog**: de berekende opnamesnelheden, gesommeerd over de oppervlaktes waar de kritische opnamesnelheid gehaald wordt, en vermenigvuldigd met de lokale droogvalduur

Bij de berekeningen van de proxies zijn de volgende verbeteringen doorgevoerd:

- Voor Scholekster en Rosse Grutto zijn waar mogelijk daadwerkelijk gemeten functionele responsen gebruikt, i.p.v. de schattingen op basis van de algemene functionele respons (Goss-Custard *et al.* 2006, Goss-Custard *et al.* 2015)
- Voor een aantal belangrijke prooidieren is de diepteverspreiding in rekening gebracht voor zover die diepteverspreiding varieert met de grootte en het seizoen.

Er is onderzocht of het model intertidal (Rappoldt *et al.* 2014), dat gebruikt wordt om de waterstanden te berekenen voor de Waddenzee als geheel, verbeterd kon worden met de door (Nauw *et al.* 2017) uitgevoerde berekeningen. Dat bleek niet het geval (Appendix A).

Daarnaast is belangrijk voorwerk verricht om tot een validatie van de proxies te komen. Uitgangspunt voor die validatie is de aanname dat de proxy die het sterkst correleert met de gemiddelde verspreiding van een vogelsoort in de Waddenzee de draagkracht voor die soort het dichtste benadert. Het voorwerk bestond uit:

- Hoogwatertelgebieden samen nemen en van die hoofdgebieden bepalen waar de vogels die daar met hoogwater worden geteld tijdens laagwater op het wad naar voedsel zoeken. De uiteindelijke indeling is grotendeels gebaseerd op expert kennis.
- Voor soorten die beperkt lijken in de gebieden waar ze met laagwater naar voedsel zoeken bepalen welke gebieden wel en welke gebieden niet tot hun laagwaterfoerageergebied horen. Het gaat dan om Pijlstaart, Kluut, Bontbekplevier, Drieteenstrandloper, Tureluur en Steenloper.

Er zijn voorlopige validatie berekeningen uitgevoerd voor Scholekster, Bonte Strandloper en Wulp. Daarbij kwam voor Scholekster en Wulp in september de oogstbare biomassa als beste proxy naar voren, terwijl voor de Bonte Strandloper in mei FRoogstDroog als beste proxy uit de bus kwam. Er zijn twee problemen:

- De gebieden variëren in grootte en in grote gebieden zullen meer vogels voorkomen. Er moet een betere correctie methode voor dit probleem worden gevonden dan simpelweg delen door oppervlak.
- In ieder geval bij de Wulp bleek het onderliggende berekende dieet voor alle proxies voor een belangrijk deel te bestaan uit een prooi die nauwelijks gegeten wordt. Dit is het gevolg van het gebruik van de lange prooijist in combinatie met de algemene functionele respons. Er moet een methodiek ontwikkeld worden om dergelijke artefacten te voorkomen.

Op verzoek van de audit commissie (Auditcommissie 2016) is nagegaan welke vogelsoorten mogelijk effect ondervinden van bodemdaling, voor welke vogelsoorten “het model” bruikbaar kan zijn, welke rol de vogeltellingen kunnen spelen en is een voorzet voor een beslisschema ontwikkeld hoe e.e.a. geïmplementeerd kan worden in het “Hand aan de kraan”-principe.

Uitgangspunt bij de selectie van vogelsoorten is dat deze jaarlijkse rapportage de signaleringsmonitoring voor niet-broedvogels betreft. De Waddenzee is als speciale beschermingszone aangewezen voor 38 soorten niet-broedvogels. Voor 16 soorten verwachten we op voorhand geen effect van eventuele bodemdaling door gaswinning omdat ze (1) op vis jagen in het sublitoraal, (2) naar bodemdieren duiken in het sublitoraal of (3) op de kwelder grazen. Onder de 22 soorten die wel in meer of minder mate op de droogvallende wadplaten naar voedsel zoeken, en dus in theorie negatief beïnvloed kunnen worden door een verminderde droogvalduur van die platen, zijn 9 soorten (Eidereend, Lepelaar, Groenpootruiter, Zwarte Ruiters, Slechtvalk, Goudplevier, Kievit, Krombekstrandloper en Grutto) waarvoor zo’n negatief effect om verschillende redenen als onwaarschijnlijk dan wel onmeetbaar klein kan worden ingeschat. Voor de resterende 13 soorten zijn ondertussen proxies voor draagkracht ontwikkeld.

Voor elk van deze 13 soorten worden de verbeterde proxies voor draagkracht gerapporteerd, inclusief het extra jaar 2016. Ook het aantalsverloop in de kombergingen van Pinkegat/Zoutkamperlaag over de periode 1994/1995 – 2015/2016 wordt gerapporteerd. Dit laatste is relevant, omdat in het beslisschema wordt voorgesteld om naast vragen over de ontwikkeling van de proxies en de mogelijke bijdrage van bodemdaling, ook na te gaan of de aantallen vogels in het bodemdalingsgebied zich negatiever of minder positief ontwikkelen dan elders.

De weliswaar incomplete gegevens leveren vooralsnog geen aanwijzingen dat bodemdaling door gaswinning een negatief effect heeft op de Bonte Strandlopers en Scholeksters die gebruik maken van de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag.

### 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 2014b, Auditcommissie 2014c) 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 gebezigde 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 *et al.* 2006, Ens *et al.* 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 audit commissie (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 deze rapportage beschrijven we de voortgang die is geboekt bij het verder ontwikkelen van de proxies voor draagkracht en behandelen wij de voorstellen van de audit commissie.

## 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 Pinkegaat 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 de selectie van vogelsoorten voor deze signaleringsmonitoring.

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 sublitoraal), 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 drooggevallen wadplaten zoeken is een effect via droogligtijd niet uit te sluiten. Er zijn vijf vogelsoorten die iets lastiger zijn te classificeren:

- Overwinterende Eideerenden vinden hun voedsel (schelpdieren) vooral in het sublitoraal (Ens & Kats 2004, Cervenci *et al.* 2015) en daar verwachten we geen effect van bodemdaling. Er wordt ook wel op schelpdieren op de wadplaten geoeferd, 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 drooggeval wad.
- Slechtvalken jagen vooral op middelgrote steltlopers (van den Hout 2009). Als die steltlopers in aantal achteruit gaan 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.

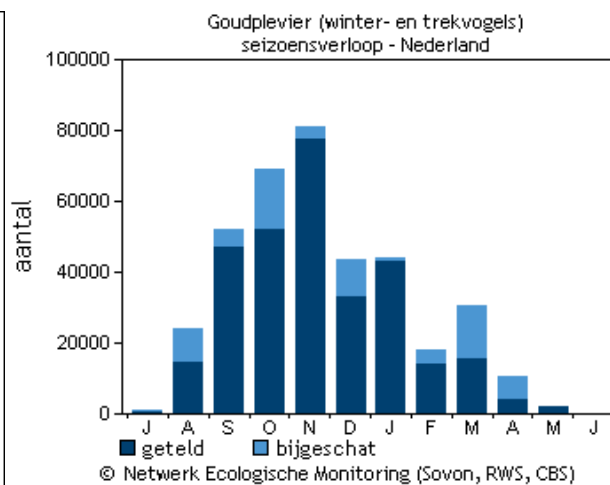
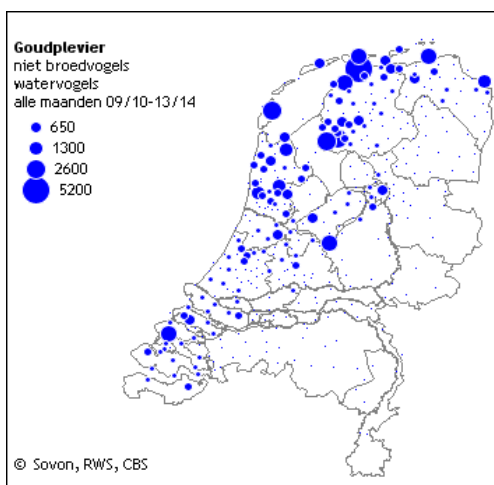
Er zijn dus 17 beschermde vogelsoorten waar het op het eerste gezicht zinvol lijkt om de monitoring data te integreren en een proxy voor draagkracht te ontwikkelen. Voor 13 soorten zijn hiertoe de eerste stappen gezet (Ens *et al.* 2015b, Ens *et al.* 2016).

Wij zullen hieronder argumenteren dat het voor de resterende vier soorten niet zinvol is om een proxy voor draagkracht te ontwikkelen:

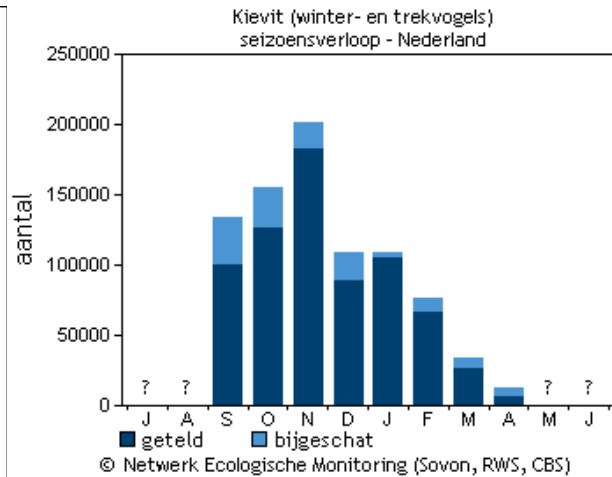
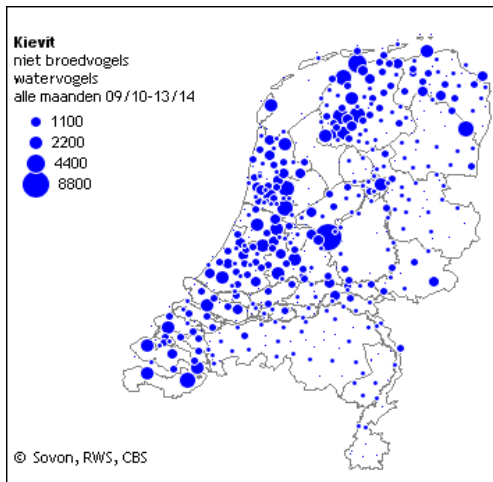
- Gouplevieren zijn vooral in de herfst aanwezig en veelal in het binnenland (Figuur 4-1). Er kunnen grote groepen op het wad worden waargenomen, maar vaak slapen de dieren daar, om dan 's nachts in het binnenland naar voedsel te zoeken. Slechts een klein deel van de met hoogwater getelde Gouplevieren vindt zijn voedsel op het drooggeval wad.
- Buiten de broedtijd lijkt het seizoensvoorkomen en de verspreiding van Kieviten (Figuur 4-2) sterk op dat van de Gouplevier, maar Kieviten zijn nog meer vogels van het binnenland en nog minder geneigd op het wad naar voedsel te zoeken. De vogels die met hoogwater worden geteld in de polders rond het wad foerageren daar ook met laagwater.
- Krombekstrandlopers zijn buiten de broedtijd echte wadvogels. Alleen in de nazomer worden grote aantallen geteld (Figuur 4-3). Echter, het betreft een zeer beperkt gebied langs de Friese kust. Krombekstrandlopers komen nauwelijks voor in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag.
- Net als Gouplevier en Kievit zijn Grutto's buiten de broedtijd vooral vogels van het binnenland (Figuur 4-4). De hoogste aantallen worden bereikt in het voorjaar als de vogels terugkeren uit het overwinteringsgebied. De Nederlandse broedvogels foerageren dan in grote groepen in de weilandpolders en blijven daar ook tijdens laagwater. De vogels die op doortrek zijn naar IJsland en tot de IJslandse ondersoort behoren foerageren wel op het wad, maar dit is slechts een beperkt deel van de vogels die tijdens hoogwater worden geteld.

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.

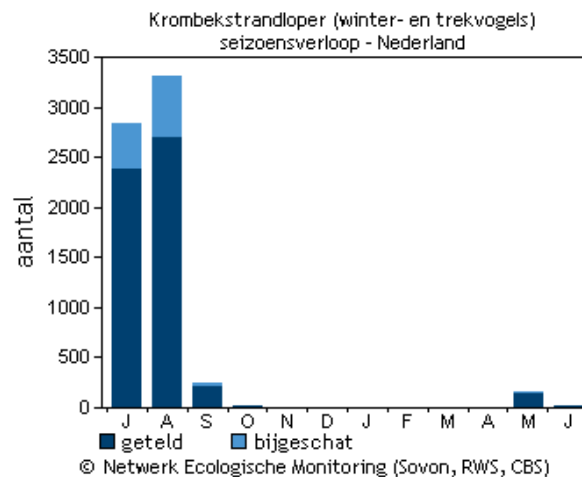
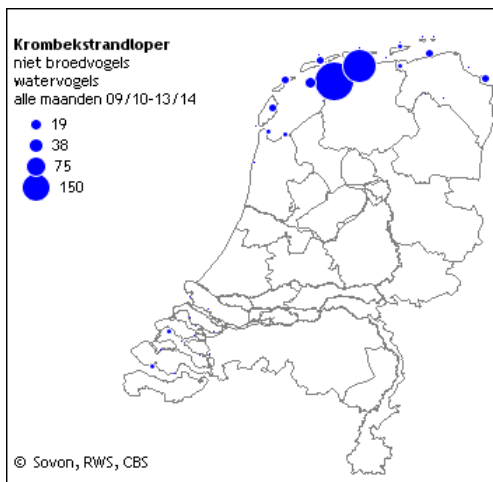
Soort nr.	Soort	Doelstelling Waddenzee		Doelstelling Nederland		dieet	habitat	mogelijk effect bodemdaling	model zinvol	model gemaakt
		Kwaliteit leefgebied	Aantal vogels	% van landelijke doel	Aantal vogels					
A005	Fuut	=	310	3%	10900	seizoensgemiddelde	vis	sub	nee	
A017	Aalscholver	=	4200	17%	24500	seizoensgemiddelde	vis	sub	nee	
A034	Lepelaar	=	520	42%	1225	seizoensgemiddelde	vis & benthos	lit	?	nee
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
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
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
A067	Briduiker	=	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
A130	Scholekster	>	140000-160000	78%-80%	180000-200000	seizoensgemiddelde	benthos	lit	ja	ja
A132	Kluut	=	6700	70%	9510	seizoensgemiddelde	benthos	lit	ja	ja
A137	Bontbekplevier	=	1800	80%	2260	seizoensgemiddelde	benthos	lit	ja	ja
A140	Goudplevier	=	19200	59%	32300	seizoensgemiddelde	benthos	ter/lit	ja	?
A141	Zilverplevier	=	22300	81%	27600	seizoensgemiddelde	benthos	lit	ja	ja
A142	Kievit	=	10800	14%	75500	seizoensgemiddelde	benthos	ter/lit	ja	?
A143	Kanoetstrandloper	>	44400	82%	54400	seizoensgemiddelde	benthos	lit	ja	ja
A144	Drieteenstrandloper	=	3700	86%	4310	seizoensgemiddelde	benthos	lit	ja	ja
A147	Krombekstrandloper	=	2000	588%	340	seizoensgemiddelde	benthos	lit	ja	?
A149	Bonte strandloper	=	206000	110%	187300	seizoensgemiddelde	benthos	lit	ja	ja
A156	Grutto	=	1100	18%	6000	seizoensgemiddelde	benthos	ter/lit	ja	?
A157	Rosse grutto	=	54400	138%	39500	seizoensgemiddelde	benthos	lit	ja	ja
A160	Wulp	=	96200	95%	101100	seizoensgemiddelde	benthos	lit	ja	ja
A161	Zwarte ruiter	=	1200	59%	2040	seizoensgemiddelde	vis & benthos	lit	?	nee
A162	Tureluur	=	16500	89%	18480	seizoensgemiddelde	benthos	lit	ja	ja
A164	Groenpootruiter	=	1900	86%	2210	seizoensgemiddelde	vis & benthos	lit	?	nee
A169	Steenloper	>	2300-3000	66%-71%	3500-4200	seizoensgemiddelde	benthos	lit	ja	ja
A197	Zwarte stem	=	23000	46%	49700	seizoensmaximum	vis	sub	nee	



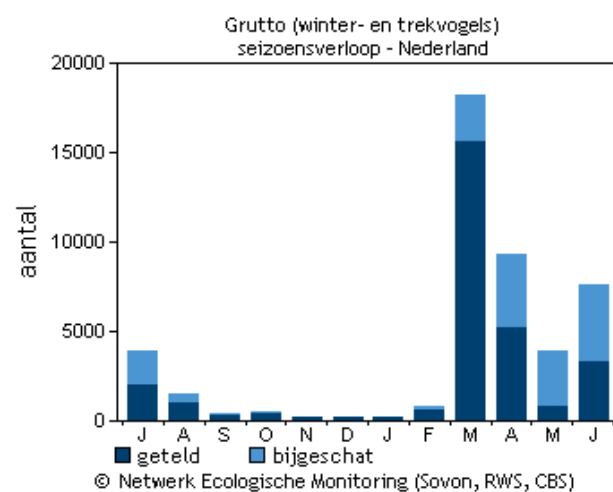
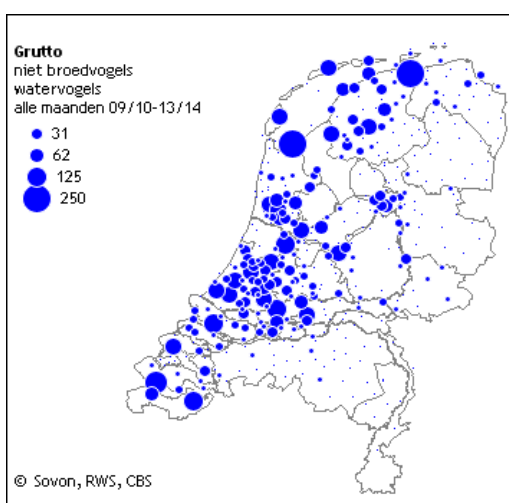
Figuur 4-1. Verspreiding in de wintermaanden (links) en seizoensvoorkomen (rechts) van de Goudplevier. Bron: Netwerk Ecologische Monitoring (Sovon, RWS, CBS).



Figuur 4-2. Verspreiding in de wintermaanden (links) en seizoensvoorkomen (rechts) van de Goudplevier. Bron: Netwerk Ecologische Monitoring (Sovon, RWS, CBS).



Figuur 4-3. Verspreiding in de wintermaanden (links) en seizoensvoorkomen (rechts) van de Krombekstrandloper. Bron: Netwerk Ecologische Monitoring (Sovon, RWS, CBS).



Figuur 4-4. Verspreiding in de wintermaanden (links) en seizoensvoorkomen (rechts) van de Grutto. Bron: Netwerk Ecologische Monitoring (Sovon, RWS, CBS).



## 5 BESLISSCHEMA

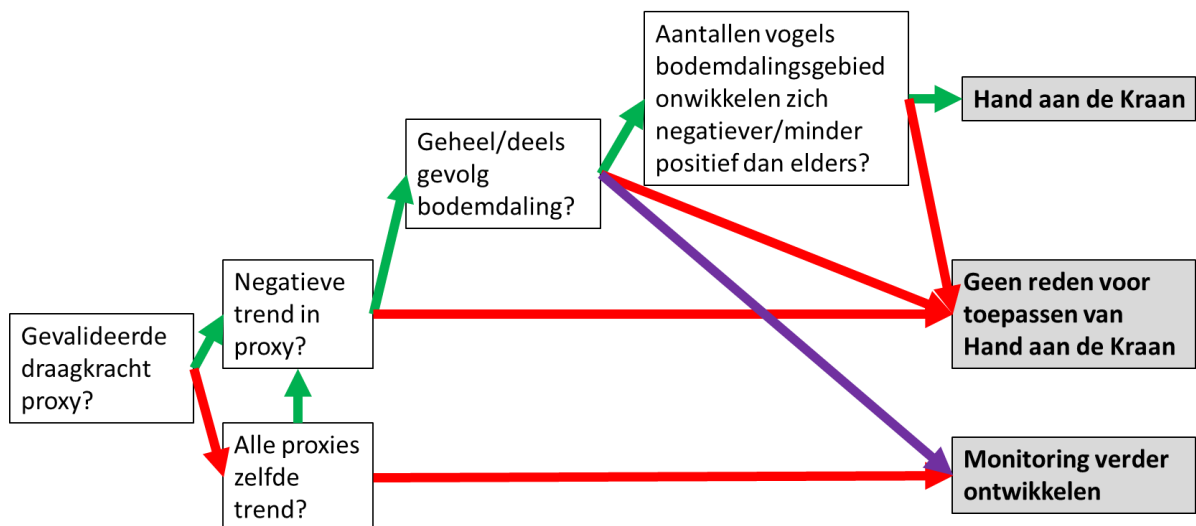
---

In haar beoordeling van de laatste monitoring rapportage spreekt 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 geeft 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.

Hieronder een voorstel voor zo’n beslisschema:

1. Is er een proxy voor draagkracht die goed correleert met de verspreiding van de vogels in de Waddenzee en ook anderszins een betrouwbare indicator lijkt voor de lokale draagkracht voor de betreffende vogelsoort?
2. Zo ja (antwoord op 1), is er sprake van een negatieve trend in deze proxy?
3. Zo ja (antwoord op 2), is deze negatieve ontwikkeling geheel of gedeeltelijk toe te schrijven aan bodemdaling?
4. Zo ja (antwoord op 3), zijn er aanwijzingen dat de aantallen in het bodemdalingsgebied zich negatiever of minder positief ontwikkelen dan elders?
5. Zo ja (antwoord op 4), dan zijn er goede argumenten voor toepassen van het “Hand aan de kraan”-principe.
6. Zo nee (antwoord op 1), vertonen de proxies voor draagkracht alle dezelfde trend, zodat deze algemene trend opgevat kan worden als een indicatie voor de ontwikkeling van de lokale draagkracht?
7. Zo ja (antwoord op 6), dan naar 2.
8. Zo nee (antwoord op 6), dan is conclusie dat monitoring verder ontwikkeld moet worden
9. Zo nee (antwoord op 2), dan geen reden voor toepassen van het “Hand aan de kraan”-principe.
10. Zo nee (antwoord op 3), dan geen reden voor toepassen van het “Hand aan de kraan”-principe.
11. Zo nee (antwoord op 4), dan geen reden voor toepassen van het “Hand aan de kraan”-principe.
12. Zo nee (antwoord op 5), dan geen reden voor toepassen van het “Hand aan de kraan”-principe.
13. Onbekend (antwoord op 3), dan is de conclusie dat de monitoring verder ontwikkeld moet worden.

Dit voorstel voor een beslisschema is grafisch weergegeven in Figuur 5-1. Dit beslisschema kan pas effectief worden toegepast als het monitoring instrumentarium ver genoeg ontwikkeld is. Voor de meeste vogelsoorten is dit nog niet het geval. Desondanks lijkt het zinvol om voor alle geselecteerde soorten naast de ontwikkeling van de proxies ook de aantallen te presenteren en na te gaan of er sprake is van negatieve ontwikkelingen.



*Figuur 5-1. Voorstel voor beslisschema hoe monitoring resultaten vertaald kunnen worden naar al of niet toepassen van het "Hand aan de kraan"-principe. 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. De paarse pijl betekent dat het antwoord onbekend 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). Waar nodig geven wij hier kort aanvullende informatie.

### 6.1 ONDERZOEKSGBIED

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 2015 is mislukt en dus niet gebruikt.

*Tabel 6-1. Seizoenen waarvoor gerekend is en de opnamedatum 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	2012 najaar
2012 najaar/winter	2012 najaar
2013 voorjaar	2013 najaar
2013 najaar/winter	2013 najaar
2014 voorjaar	2014 voorjaar
2014 najaar/winter	2014 najaar
2015 voorjaar	2015 zomer
2015 najaar/winter	2015 zomer
2016 voorjaar	2016 voorjaar
2016 najaar/winter	2016 najaar

### 6.3 WATERSTANDEN

De waterstandsmetingen zijn aangevuld met de metingen over de periode t/m 2016.

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 200000 punten rondom en in de Waddenzee (Nauw *et al.* 2017). Voor iedere locatie zijn een gemiddeld zeeniveau en 140 sinusvormige getijcomponenten gespecificeerd. Na reconstructie van het getij voor de gesimuleerde jaren 2009 t/m 2011 zijn kaarten gemaakt van het gemiddeld hoog- en laagwater. Het resultaat bleek helaas een teleurstelling. De hoogwaterstanden lijken in orde maar de laagwaterstanden laten forse systematische afwijkingen zien in de buurt van grote wadplaten zoals de wantijen, vermoedelijk

doordat de afstroming van het water niet goed gesimuleerd is door het gebruikte hydrodynamische model. In het bijzonder omdat het hier een correctie betreft is daarom afgezien van het gebruik van de amplitudekaart. In Appendix A wordt dit nader toegelicht.

## 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 2016 worden gebruikt. De validatieberekeningen voor het hele Waddengebied zijn uitgevoerd voor de jaren 2008 t/m 2013.

## 6.5 WOT LITORALE SURVEYS WADDENZEE

De WOT litorale schelpdierssurveys, die worden uitgevoerd door IMARES, waren beschikbaar t/m 2014. Daarom zijn voor 2015 en 2016 de gegevens uit 2014 gebruikt.

## 6.6 VOGELTELLINGEN

Voor de analyse van de vogelaantallen konden de gegevens t/m de winter van 2015/2016 worden gebruikt.

# 7 MODEL

---

Voor de beschrijving van het model wordt verwezen naar de rapportages over de monitoringjaren 2015 en 2016 (Ens *et al.* 2015b, Ens *et al.* 2016). Uitvoerige documentatie van technische details is te vinden in EcoCurves Rapport 23 (Rappoldt 2016). Hieronder beschrijven wij alleen kort de proxies die zijn berekend en de manier ook het bijbehorende dieet is berekend. Daarnaast beschrijven wij alleen de verbeteringen die zijn uitgevoerd. Verbeteringen betreffen:

- Functionele respons voor Scholekster en Rosse Grutto
- Correctie van het beschikbare voedselaanbod op basis van kennis over de diepteverspreiding van de verschillende bodemdiersoorten

## 7.1 PROXIES EN BIJBEHORENDE DIEET

### 7.1.1 Berekende proxies

Er zijn 7 verschillende proxies berekend, waarbij gebruik is gemaakt van de lange prooijlijst (Ens *et al.* 2015b, Ens *et al.* 2016).

**Oppervlak:** 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).

**BM aanw:** de aanwezige biomassa aan prooidieren op basis van dieet.

**BM oogst:** 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 *et al.* 1996b).

**BM oogst droog:** de beschikbare oogstbare prooibiomassa. Dit is de oogstbare prooibiomassa vermenigvuldigd met de lokale droogvalduur

**FR aanw:** de opnamesnelheden berekend voor het aanwezige voedsel, gesommeerd over de totale oppervlakte

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

**FR oogst droog:** de berekende opnamesnelheden, gesommeerd over de oppervlaktes waar de kritische opnamesnelheid gehaald wordt, en vermenigvuldigd met de lokale droogvalduur

### 7.1.2 Berekend dieet

Voor elk van de proxies kan een “dieet” worden berekend, waarbij de eenheid waarin dit “dieet” wordt uitgedrukt natuurlijk afhangt van de eenheden waarin de proxy wordt uitgedrukt. Als op deze manier het dieet wordt weergegeven, dan is de gesommeerde waarde uiteindelijk de waarde voor de desbetreffende proxy. Hieronder een uitleg hoe het “dieet” is berekend.

**Oppervlak (ha):** Gridcellen doen niet mee als de kritieke opnamesnelheid niet wordt gehaald. Voor elke gridcel waar de kritieke opnamesnelheid wordt gehaald is de prooikeus en dus het dieet van een optimale vogel bekend. Als een fractie  $x$  van het dieet uit prooi A bestaat, dan kennen we een fractie  $x$  van de oppervlakte van de gridcel toe aan prooi A.

**BM aanw (ton ADV):** Alle gridcellen doen mee. Voor elke prooi in het dieet wordt de aanwezige biomassa gesommeerd.

**BM oogst (ton ADV):** Alleen prooibiomassa in gridcellen doet mee als de drempelwaarde in opnamesnelheid gehaald wordt. Voor die gridcellen kan de prooikeus berekend worden en alle biomassa's worden gesommeerd.

**BM oogst droog (ton ADV):** Dit is zeer vergelijkbaar met het dieet voor de proxy BM\_oogst. Alleen worden nu de biomassa's eerst vermenigvuldigd met de fractie van de tijd dat een bepaalde cel gemiddeld droog ligt, voordat de biomassa's worden opgeteld.

**FR aanw (ha g AVD/s):** Voor alle gridcellen wordt de opnamesnelheid op de verschillende prooidieren berekend en vermenigvuldigd met de oppervlak van die gridcel. Alle “diëten” worden gesommeerd.

**FR oogst (ha g AVD/s):** Alleen gridcellen doen mee als de minimale opnamesnelheid gehaald wordt. Het “dieet” in een dergelijke gridcel is de opnamesnelheid op de verschillende prooien in het dieet, vermenigvuldigd met het oppervlak van die gridcel. Alle “diëten” worden gesommeerd.

**FR oogst droog (ha g AVD/s):** Dit is zeer vergelijkbaar met het dieet voor de proxy FR\_oogst. Alleen worden nu de diëten eerst vermenigvuldigd met de fractie van de tijd dat een bepaalde cel gemiddeld droog ligt, voordat de diëten worden opgeteld.

Bestudering van deze “diëten” levert veel inzicht over de onderliggende oorzaken van variatie in de proxy.

## 7.2 VERBETERING FUNCTIONELE RESPONS SCHOLEKSTER

Het berekenen van de functionele respons gebeurt door voor iedere prooi een *encounter rate* en een *handling time* te berekenen. Deze hangen primair af van het versgewicht en/of de grootte van de schelp.

De *profitability* is de verhouding tussen vleesgewicht (minus *leftover*) en handling tijd. Deze verhouding voor alle prooien wordt gesorteerd en te beginnen met de meest *profitable* prooi wordt de prooi selectie uitgevoerd.

Die prooi selectie vindt achteraf plaats, nadat voor iedere prooi een *encounter rate* en een *handling time* zijn berekend, omdat de prooi selectie ook van de *encounter rates* afhangt.

Er is steeds voor gezorgd om eerst een *capture rate* te berekenen en die vervolgens met behulp van het vleesgewicht om te rekenen naar een *intake rate*. De *capture rate* hangt dan af van het versgewicht of de grootte van de prooi, of is constant. Een afnemende vleesfractie gedurende de winter zorgt er dan voor dat de *intake rate* ook afneemt, wat realistisch is.

### 7.2.1 Kokkel (*Cerastoderma edule*)

De functionele respons voor de Kokkel is gebaseerd op een review van een groot aantal veldstudies van op Kokkels foeragerende Scholeksters (Zwarts *et al.* 1996a). Heranalyse van de data (Rappoldt *et al.* 2004) leidt tot de volgende formules:

$$\text{EncounterRate (\#/s)} = A * \text{Density (\#/m}^2\text{)}$$

$$\text{HandlingTime (s)} = B * \text{Size (mm)} ** C$$

met parameters A = 0,000860373, B = 0,220524 en C = 1,79206.

### 7.2.2 Nonnetje (*Macoma balthica*)

De functionele respons voor *Macoma* is gebaseerd op een review van een drietal studies van op Nonnetjes foeragerende Scholeksters (Hiddink 2003). Impliciet is er een fit van de *handling time* op het asvrij drooggewicht van de prooien. De regressie wordt toegepast op het initiële zomergewicht van *Macoma* om te voorkomen dat de handling tijd afneemt als de prooien in de winter vlees bevatten (maar wel even groot zijn). Dit leidt tot de volgende formules:

$$\text{EncounterRate (\#/s)} = A * \text{Density (\#/m}^2\text{)}$$

$$\text{HandlingTime (s)} = B / A * \text{WetWeightINI} * \text{RatioAFDWtoWet} * 1000$$

met parameters A = 0,000625, B = 0,000213

### 7.2.3 Mossel (*Mytilus edulis*)

Voor Mossel wordt een *encounter rate* gebruikt afkomstig van een schatting van (Goss-Custard *et al.* 1996) die werkt met een dichtheid (gram AFDW/m<sup>2</sup>) waarbij 95% van de maximale *intake rate* gehaald wordt. Met behulp daarvan wordt voor een "Goss-Custard standaard mossel" een *encounter rate* berekend.

$$\text{EncounterRate (\#/s)} = A * \text{Density (\#/m}^2\text{)}$$

De parameter A (0.00057) is op een nogal omslachtige manier afgeleid uit de schattingen in Figuur 1b van (Goss-Custard *et al.* 1996). Dit omdat *encounter rates* niet moeten afhangen van het de hoeveelheid vlees per m<sup>2</sup>, maar van de mosseldichtheid.

De *handling time* wordt afgeleid uit een niet-lineaire regressie van het opname plateau als functie van de grootte van de mossels op basis van een review van een groot aantal studies van op mossels foeragerende Scholeksters (Zwarts *et al.* 1996a). Omdat grootte wordt uitgedrukt als AFDW leidt dat ook hier in principe tot compensatie voor gewichtverlies in de winter. Om dat te voorkomen is de plateau berekening toegepast op het jaar-gemiddelde vleesgewicht voor de prooigrootte in mm.

$$\text{MosEffWeightADW (g)} = \text{MosBMindexMean} * \text{Size} ** 3$$

$$\text{PlateauMgS (mg/s)} = A * \text{MosEffWeightADW} ** B + C$$

$$\text{HandlingTime (s)} = 1000.0 * \text{MosEffWeightADW} / \text{PlateauMgS}$$

A = 3,1645, B = 2,1942 en C = 1,3799

#### 7.2.4 Zwaardschede (*Ensis directus*)

Parameters voor de functionele respons van Scholeksters die op Amerikaanse Zwaardschedes foerageren zijn gepubliceerd door (Dokter *et al.* 2017):

$$\text{EncounterRate (\#/s)} = A * \text{Density (\#/m}^2\text{)}$$

$$\text{HandlingTime (s)} = B / A$$

Met parameters A = 0,000625 en B = 0,00840

#### 7.2.5 Functionele respons berekening

Voor de geselecteerde prooien wordt de noemer van de functionele respons berekend als

Noemer = 1 + som (*encounter rate* \* *handling time*), waarin de som berekend wordt over alle geselecteerde prooien.

De opname uitgedrukt als vleesgewicht is dan som (vleesgewicht \* (1-leftover) \* *encounterrate*) / Noemer. Dit kan met de gebruikelijke waardes voor drooggewicht en energie-inhoud omgerekend worden naar een energie opname in Watt.

### 7.3 VERBETERING FUNCTIONELE RESPONS ROSSE GRUTTO

Voor de Rosse Grutto is in de nieuwste versie van het rekenmodel een aanpassing aangebracht in de gebruikte functionele respons. Hierbij is de 'algemene functionele respons' zoals geformuleerd door (Goss-Custard *et al.* 2006, Goss-Custard *et al.* 2015) voor de prooi-soort Wadpier (*Arenicola marina*) vervangen door een op specifiek onderzoek in de Waddenzee gebaseerde functionele respons gepubliceerd door (Duijns *et al.* 2014). Deze gebruikt Hollings disc equation:

$$IR = \lambda / (1 + \lambda h), \text{ waarbij } \lambda = aD.$$

Hierin is IR de prooiopnamesnelheid (prooien/sec),  $\lambda$  de *encounter rate* (aantal ontmoete prooien/s), a de *instantaneous area of discovery* (m<sup>2</sup>/s) D de prooidichtheid (/m<sup>2</sup>) en h de gemiddelde tijd per prooi besteed aan handling (s). In het rekenmodel gebruiken we de parameterwaarden voor a en h die zijn gemeten in het veld voor oppervlakkig levende Wadpieren (resp. 0.00524 m<sup>2</sup>/s en 0.18 s; (Duijns *et al.* 2014), fig. 6). (Duijns *et al.* 2014) beargumenteren dat de veldmetingen de waarde van a, die een maat is voor de snelheid waarmee de vogels in staat zijn om prooien te ontdekken, onderschat ten opzichte van metingen onder gecontroleerde (laboratorium) omstandigheden, vermoedelijk doordat in het veld de opnamesnelheid wordt beperkt door een *digestive constraint*. Voor ons doel, het modelleren van de opnamesnelheid en prooikeuze onder de in het veld geldende omstandigheden, is het juist van belang met zo'n *constraint* rekening te houden.

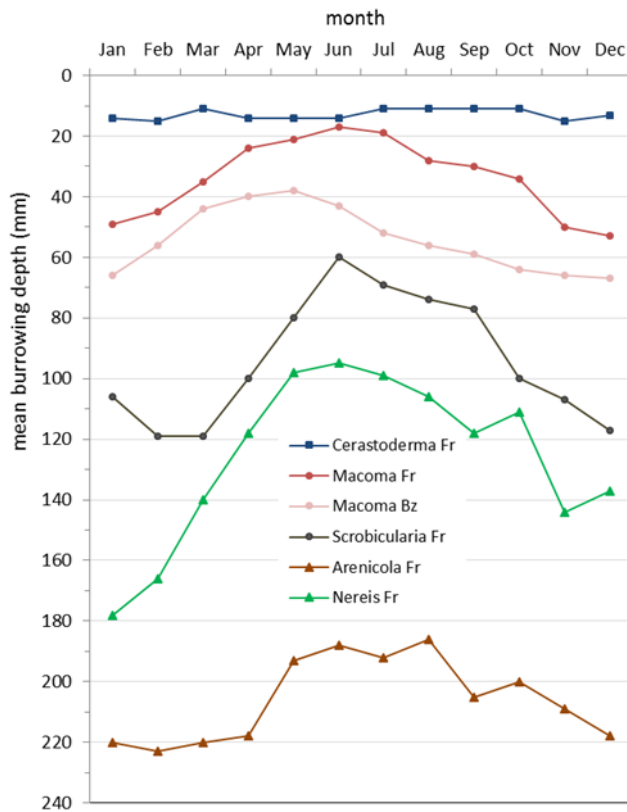
Voor de overige prooi-soorten is ook voor de Rosse Grutto de algemene functionele respons gehanteerd.

### 7.4 DIEPTEVERSPREIDING PROODIEREN

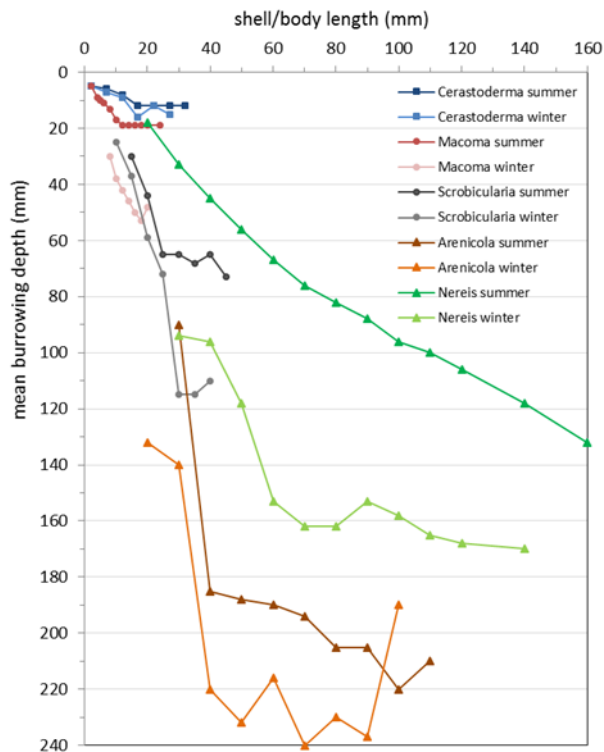
Het totale aanbod aan 'vogelvoedsel' in de wadbodem varieert in de loop van het jaar, door groei en reproductie en sterfte van de bodemdieren maar ook door groei en seizoensvariatie in de conditie van individuen (van de Kam *et al.* 1999). Voor foeragerende wadvogels minstens zo belangrijk echter is het feit dat lang niet alle bodemdieren ook bereikbaar zijn; afhankelijk van hun snavelengte en manier van foerageren zit een variabel deel van de prooien te diep ingegraven om vangbaar te zijn. Bij veel soorten bodemdieren varieert de ingraafdiepte, of de frequentie waarmee ze uit een permanente gang naar het wadoppervlak komen, in de loop van het seizoen (Zwarts & Wanink 1993,



van de Kam *et al.* 1999). Dit is het resultaat van een evolutionaire afweging tussen voedselzoeken aan het wadoppervlak en het vermijden van predatie. Foerageren is voor de bodemdieren in het zomerhalfjaar het hardst nodig (vanwege de temperatuurafhankelijkheid van stofwisseling en voedselbehoefte), levert dan ook het meeste op (door een groter aanbod van algen en ander eetbaar materiaal), en is het minst onveilig (vanwege de relatief kleine aantallen bodemfauna-etende vogels tussen half mei en half juli). De meeste soorten bodemdieren leven dan ook in de zomermaanden dicht bij het wadoppervlak dan 's winters (Figuur 7-1). Daarnaast leven de kleine, jonge exemplaren vaak minder diep dan de grotere individuen (Figuur 7-2).



Figuur 7-1. Ingraafdiepte in de loop van het seizoen voor Kokkel, Nonnetje, Slijkgaper, Wadpier en Zeeduizendpoot. Gebaseerd op metingen langs de Friese Waddenkust (Fr) en op het Balgzand (Bz), door (Zwarts & Wanink 1993) en (de Goeij *et al.* 2001).



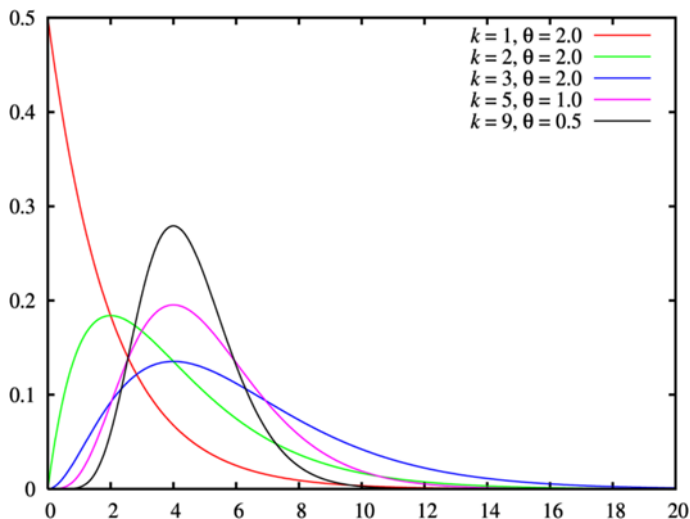
Figuur 7-2. Ingraafdiepte als functie van grootte en seizoen voor Kokkel, Nonnetje, Slijkgaper, Wadpier en Zeeduizendpoot (Zwarts & Wanink 1993).

Voor dit rapport zijn proxies voor het beschikbare voedselaanbod berekend voor maanden van het jaar die zowel tussen als binnen vogelsoorten variëren. Seizoensvariatie in ingraafdiepte is dus een factor waarmee rekening moet worden gehouden, evenals verschillen tussen vogelsoorten in de maximale diepte waarop zij prooien kunnen bemachtigen. Om de dichtheid aan bereikbare prooidieren te berekenen is in een notendop de volgende aanpak gevolgd. Op basis van literatuurgegevens is voor zes belangrijke prooidiersoorten per seizoen (zomer/winter) en per lengteklasse beschreven hoe de totale aanwezige populatie is verdeeld over verschillende ingraafdieptes. Eveneens op basis van literatuur is per vogelsoort de maximale diepte bepaald waarop prooien bereikbaar zijn. Vervolgens is per combinatie van prooi soort/grootte, vogelsoort en seizoen de 'bereikbare' fractie prooidieren, die minder diep zit dan de maximale reikdiepte, vermenigvuldigd met de totale prooidierdichtheid gemeten in SIBES (bemonsteringsdiepte 30 cm). Voor Veelkleurige Zeeduizendpoot en Wadpier is hierbij nog opgeteld de fractie dieren met een gang dieper dan de maximale reikdiepte, die op een willekeurig moment toch bereikbaar zijn doordat ze net naar het wadoppervlak zijn gekomen om te foerageren of zich te ontlasten. Deze fractie is berekend als 'fractie met gang dieper dan reikdiepte' × 'fractie van tijd actief aan oppervlak'.

Variatie in de ingraafdiepte van bodemdieren is juist in de Nederlandse Waddenzee relatief goed bestudeerd, dankzij pionierend monnikenwerk door L. Zwarts en medewerkers. Gegevens zijn beschikbaar voor zes soorten uit de Waddenzee: Kokkel, Nonnetje, Slijkgaper, Strandgaper, Wadpier en Veelkleurige Zeeduizendpoot (Esselink & Zwarts 1989, Zwarts & Wanink 1989, Zwarts & Wanink 1993, de Goeij *et al.* 2001, Duijns *et al.* 2015), en voor de Slijkgarnaal uit de Bay of Fundy, Canada (Coulthard & Hamilton 2011). De studies variëren in de mate van detaillering t.a.v. effecten van seizoen en grootteklasse. Voor de meeste soorten zijn data beschikbaar voor slechts één of enkele locaties, terwijl er aanzienlijke verschillen in diepteverdeling kunnen zijn tussen locaties, bv. bij het Nonnetje (Figuur 7-1), (Zwarts & Wanink 1993, de Goeij *et al.* 2001) of wadtypen, bijv. Veelkleurige

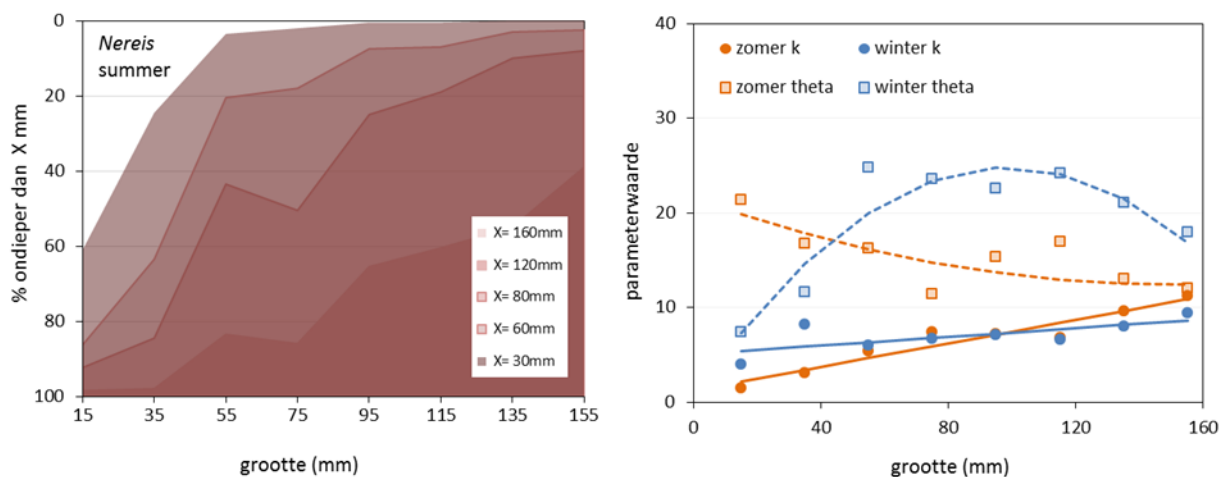
Zeeduizend-poot (slikkig vs. zandig, (Esselink & Zwarts 1989) . De studies laten ook zien dat er aanzienlijke variatie in diepteverdeling bestaat tussen jaren, maar de berekeningen in dit rapport zijn gebaseerd op gemiddelde verdelingen. In aanvulling op de zeven onderzochte soorten is van enkele soorten prooidieren bekend dat ze vrijwel altijd op of dicht onder het wadoppervlak leven, en in alle seizoenen als volledig bereikbaar zijn te beschouwen (Mossel, Wadslakje, Strandkrab, Garnaal).

In de literatuur zijn de diepteverdelingen meestal weergegeven in klassen (bv. 0-2, 2-4 cm etc.). Om de input voor het rekenmodel eenvoudig te houden, en om gemakkelijk te kunnen incorporeren dat de maximale reikdiepte varieert tussen vogelsoorten en niet altijd overeenkomt met de gebruikte klassegrenzen (die ook variëren tussen studies), zijn deze gegevens omgezet naar een continue verdeling die met slechts enkele parameters is te beschrijven. Hiervoor is de gamma-verdeling gebruikt, een continue kansdichtheidverdeling gedefinieerd door één vormparameter ( $k$ ) en één schaalparameter ( $\theta$ ), voor positieve waarden van  $x$  ( $x$ =ingraafdiepte). Voor waarden van  $k < 10$  is de verdeling 'rechts scheef' d.w.z. met de bulk bij kleine of intermediaire ingraafdieptes en een aflopende 'staart' op grotere dieptes. Een dergelijke verdeling is ook vaak zichtbaar in de gemeten ingraafdieptes. Bij  $k > 10$  lijkt de gamma-verdeling sterk op een Normale verdeling (Figuur 7-3).



Figuur 7-3. Gamma-verdeling voor verschillende waarden van  $k$  en  $\theta$ . In ons geval staat op de x-as de ingraafdiepte en op de y-as de bijbehorende kansdichtheid. Bron: [http://nl.wikipedia.org/wiki/Gamma\\_Distribution](http://nl.wikipedia.org/wiki/Gamma_Distribution).

De waarden van de parameters zijn geschat uit de waargenomen diepteklasfrequenties, met behulp van formules uit de wikipedia encyclopedie die een goede benadering (binnen 1.5% van de werkelijke waarde) opleveren; zie (Rappoldt & Ens 2007) of [http://en.wikipedia.org/wiki/Gamma\\_Distribution](http://en.wikipedia.org/wiki/Gamma_Distribution). De gammaverdelingen zijn aangepast aan de waarnemingen per grootteklasse en per seizoen. Doordat in sommige klassen slechts een beperkte steekproef aan individuele dieren is bemonsterd, vertonen de geschatte parameters voor aangrenzende grootteklassen soms aanzienlijke verschillen die aan toeval zijn toe te schrijven. Om deze reden zijn de parameterschattingen per soort en seizoen uitgezet tegen de gemiddelde klassegrootte en waar nodig aangepast ('gesmootht') om een meer geleidelijk verloop te bewerkstelligen. Het bleek daarbij in de praktijk beter te werken om niet de theta's zelf te smoothen, maar de gemiddelde ingraafdieptes, die hieraan zijn gerelateerd als: gemiddelde ingraafdiepte /  $k$  (Figuur 7-4).



Figuur 7-4. Beschrijving van diepteverdelingen van bodemdieren, hier voor de Veelkleurige Zeeduizendpoot. Links de waargenomen diepteverdeling in de zomermaanden; naar (Esselink & Zwarts 1989), hier gemiddeld voor slikkig en zandig wad. Rechts de op basis van deze verdelingen geschatte waarden van de parameters  $k$  en  $\vartheta$  (theta) van de gammaverdeling. De punten geven de schattingen per grootteklasse, de lijnen zijn de 'gesmoothte' waarden gebruikt in het model.

Bij de berekeningen is onderscheid gemaakt tussen twee seizoenen: 'zomer' en 'winter', naar analogie met de publicaties over de diepteverdeling van de prooidieren. Hierbij omvat de 'zomer' in het algemeen de maanden mei-september en de 'winter' de periode oktober-april.

Gegevens over de maximale reikdiepte van de wadvogelsoorten zijn eveneens ontleend aan de literatuur. Voor vogelsoorten die met de snavel in de wadbodem prikken om ingegraven prooien te localiseren, komt deze diepte ongeveer overeen met de snavellengte (Zwarts & Esselink 1989, Zwarts & Wanink 1989, Zwarts *et al.* 1992). Voor deze soorten is daarom de gemiddelde snavellengte gebruikt, ontleend aan (Simmons *et al.* 1983) (Tabel 7-1). Bergeend, Pijlstaart en Kluut boren niet naar prooien maar maaien met de snavel door de bovenste laag van het (slikkige) wad. Bergeenden reiken hier tot ca. 2 cm in het substraat. Hoewel Bergeenden soms ook kuilen trappelen in het substraat om en zo dieper zittende prooien kunnen bereiken, is hiermee geen rekening gehouden omdat dit gedrag niet zo heel veel voorkomt (Viain *et al.* 2011). Voor Pijlstaart en Kluut is een iets kleinere reikdiepte aangehouden dan voor Bergeend.

De implementatie van bovenstaande in het rekenmodel is als volgt. Eerst wordt de rekenmaand toegekend aan een seizoen (zomer of winter). Dan wordt voor elk prooitype (combinatie van (equivalent)soort en grootte) bekeken of een diepteverdeling beschikbaar is en of een prooilenkte is opgegeven of berekend kan worden uit gepubliceerde lengte-gewichtrelaties (Zwarts & Wanink 1993). Als dat kan wordt de fractie  $P$  die minder diep ingegraven leeft dan de maximale reikdiepte berekend als de integraal van de diepteverdeling tot die maximale reikdiepte. Vervolgens wordt de fractie van de tijd die prooidieren ongeacht hun ingraafdiepte aan het oppervlak doorbrengen ( $F_{opp}$ ) ingelezen, en ten slotte wordt de voor de vogels bereikbare fractie van de lokale prooidichtheid berekend als:

$$\text{Fractie bereikbaar} = F_{opp} + (1 - F_{opp}) \times P.$$

Voor (equivalent)prooitypen waarvoor geen gegevens over de diepteverdeling beschikbaar zijn is aangenomen dat alle dieren voor de vogels bereikbaar zijn. Omdat de verdelingen wel beschikbaar

zijn voor de talrijkste soorten bodemdieren uit de Waddenzee en door het werken met equivalentprooien betreft dit een kleine minderheid van alle aanwezige prooitypen.

In appendix B staan de parameterwaarden zoals die zijn gebruikt in de berekeningen.

Tabel 7-1. Maximale diepte waarop ingegraven prooien bereikbaar zijn geacht voor de verschillende vogelsoorten in het rekenmodel.

Soort	Reikdiepte (mm)
Bergeend	20
Pijlstaart	15
Scholekster	70
Kluut	15
Bontbekplevier	14
Zilverplevier	29
Kanoet	35
Drieteenstrandloper	27
Bonte Strandloper	32
Rosse Grutto	89
Wulp	137
Tureluur	41
Steenloper	20

## 8 VALIDATIE

---

### 8.1 INLEIDING

Er zijn grote verschillen in de verspreiding van de verschillende wadvogelsoorten over de Nederlandse Waddenzee (Ens *et al.* 1993, Meltofte *et al.* 1994, Ens *et al.* 2009b, van den Hout & Piersma 2013). Dit biedt de mogelijkheid om te bepalen welke proxy het beste correleert met die verspreiding. Voor een dergelijke validatie moeten twee stappen worden gezet:

- Een verband leggen tussen de hoogwatervluchtplaatsen en de laagwaterfoerageergebieden
- Voor wadvogelsoorten die maar een deel van het wad benutten bepalen welke delen dat zijn. De proxy waarden moeten alleen over de benutte delen worden berekend.

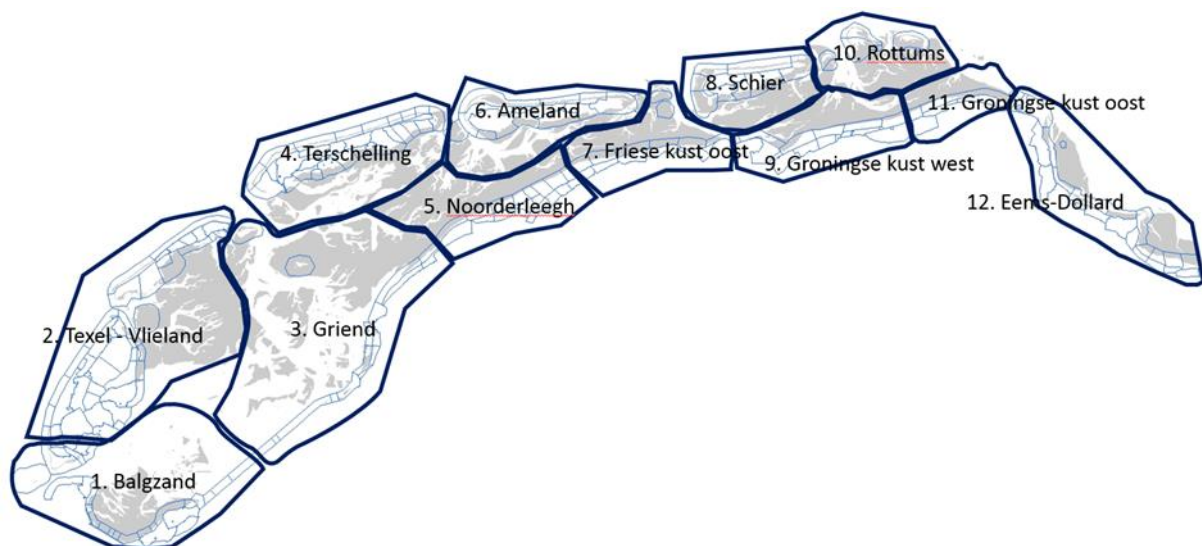
Dankzij het onderzoek aan met een GPS-tracker uitgeruste Scholeksters beschikken wij voor deze soort over vrij veel kennis m.b.t. de relatie tussen het wad dat benut wordt tijdens laagwater en de hoogwatervluchtplaatsen (Ens *et al.* 2014, Ens *et al.* 2015a). Dit geldt ook voor de met radio-zenders uitgeruste Kanoet (van Gils & Piersma 1999, van Gils *et al.* 2005). Voor de overige soorten zijn wij

afhankelijk van expert kennis. In deze sectie beschrijven wij hoe op basis van deze expert kennis tot een indeling zijn gekomen.

## 8.2 RELATIE HOOGWATERVLUCHTPLAATSEN EN LAAGWATERFOERAGEERGEBIEDEN

Om proxies voor draagkracht te valideren op basis van hoogwatertellingen is het nodig om laagwaterfoerageergebieden te koppelen aan hoogwatertelgebieden. Voor de laagwaterfoerageergebieden kunnen de proxies berekend worden (zoals beschikbare biomassa, of areaal geschikt habitat) en voor de hoogwatertelgebieden zijn de vogelaantallen bekend. Op basis van gepubliceerde informatie (Kuyken *et al.* 1965, Ens & Zwarts 1980, van Gils & Piersma 1999, van Gils *et al.* 2005, Duijns *et al.* 2009, Kersten & Rappoldt 2011, Ens *et al.* 2015a) en persoonlijke inschattingen is 15 december 2015 een eerste voorstel gecirculeerd onder experts (appendix C).

Op basis van het commentaar is versie 2 gemaakt (Figuur 8-1). Deze kaart was het uitgangspunt voor de uitgevoerde berekeningen voor wat betreft de vogelaantallen. Een andere weergave van deze kaart is daarom Figuur 8-2, waarin de hoogwatertelgebieden die aan hetzelfde hoofdgebied zijn toegekend dezelfde kleur hebben gekregen.



Figuur 8-1. Kaart van de relatie tussen HVP's en laagwaterfoerageergebieden in de Nederlandse Waddenzee. Versie 2 van 14 januari 2016.

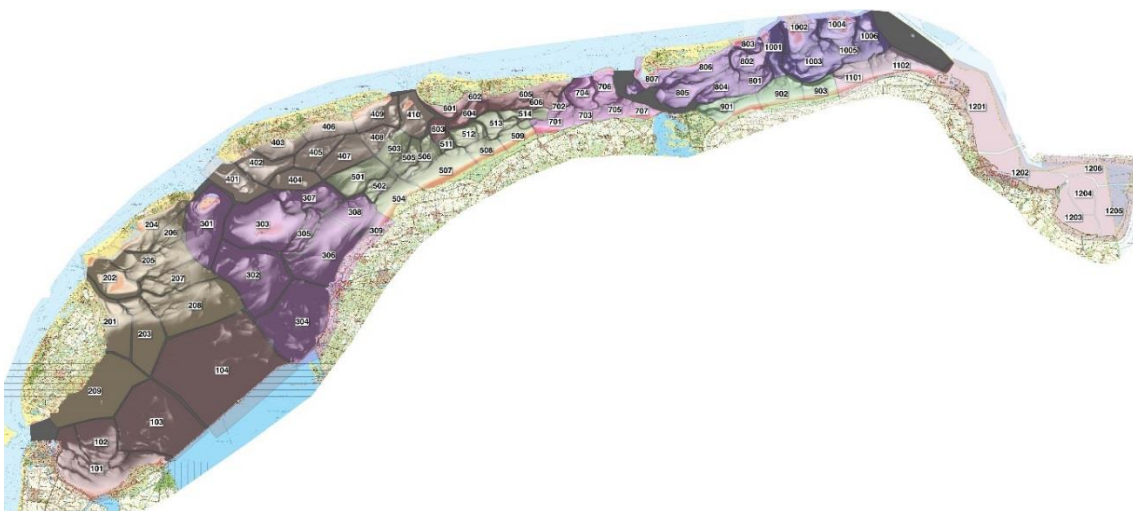




*Figuur 8-2. Kaart van de hoogwatertelgebieden in de Waddenzee. Alle telgebieden die aan eenzelfde hoofdgebied zijn toegekend hebben dezelfde kleur gekregen.*

### 8.3 WELKE DELEN VAN HET WAD WORDEN BENUT

Het is mogelijk dat sommige wadvogelsoorten dicht onder de kust blijven foerageren en zelden grote geulen oversteken. Om voor deze soorten gebieden te kunnen uitsluiten waar dit het geval is, zijn de wadplaten opgedeeld in deelgebieden (Figuur 8-3). Voor elke soort kan in het model worden aangegeven of het betreffende deelgebied al of niet wordt benut. Bij de berekeningen voor deze rapportage is op basis van expert kennis (appendix D) aangenomen dat Bergeend, Scholekster, Zilverplevier, Kanoet, Bonte Strandloper, Rosse Grutto en Wulp overal kunnen foerageren en dat de andere soorten maar op een beperkt deel van de wadplaten voor kunnen komen (Tabel 8-1). Voor de berekeningen zijn alle gebieden die aangemerkt zijn als “zeker foerageergebied”, “waarschijnlijk foerageergebied” en “onbekend” meegerekend als potentieel foerageergebied. Het moge duidelijk zijn dat er dringend behoefte is aan ondersteuning van deze expert kennis middels gerichte waarnemingen.



Tabel 8-1. Voor de onderzochte vogelsoort die niet overal foerageren is aangegeven van welke wadplaten is aangenomen dat ze in principe geschikt foerageergebied zijn. De bijbehorende nummering van de wadplaten is weergegeven in Figuur 8-3. De scores hebben de volgende betekenis: ++ = zeker foerageergebied; + = waarschijnlijk foerageergebied; ? = onbekend; - = waarschijnlijk geen foerageergebied; -- = zeker geen foerageergebied.

Laag Water gebied	gebnummer	Pijstaart	Kluut	Bontbek	Drieteen	Tureluur	Steenloper
1 Balgzand	101	++	++	++	++	++	++
1 Balgzand	102	+	+	+	++	+	++
1 Balgzand	103	-	--	?	+	-	-
2 Texel-Vlieland	201	++	++	++	+	++	++
2 Texel-Vlieland	202	--	--	++	++	-	?
2 Texel-Vlieland	203	--	--	+	+	-	?
2 Texel-Vlieland	204	++	++	++	+	++	++
2 Texel-Vlieland	205	--	--	?	+	-	?
2 Texel-Vlieland	206	?	--	+	+	+	++
2 Texel-Vlieland	207	--	--	?	+	-	?
2 Texel-Vlieland	208	--	--	?	+	-	?
2 Texel-Vlieland	209	+	?	+	+	+	++
3 Griend	301	--	--	++	++	-	++
3 Griend	302	--	--	?	+	-	+
3 Griend	303	++	--	++	++	++	++
3 Griend	304	+	--	+	-	+	++
3 Griend	305	--	--	+	++	++	++
3 Griend	306	+	+	++	-	++	+
3 Griend	307	--	--	?	+	-	+
3 Griend	308	-	++	++	-	++	?
3 Griend	309	++	++	++	-	++	?
3 Griend	104	-	--	?	+	-	-
4 Terschelling	401	--	--	-	++	?	-
4 Terschelling	402	--	--	++	++	?	?
4 Terschelling	403	+	++	+	?	++	++



4 Terschelling	404	--	--	?	+	--	?
4 Terschelling	405	--	--	?	+	-	?
4 Terschelling	406	++	++	++	+	++	++
4 Terschelling	407	--	--	?	+	-	?
4 Terschelling	408	--	--	?	+	?	?
4 Terschelling	409	++	++	++	+	++	++
5 Noorderleegh	501	--	?	?	+	--	+
5 Noorderleegh	502	--	?	?	+	--	?
5 Noorderleegh	503	--	-	?	+	--	?
5 Noorderleegh	504	++	++	++	--	++	++
5 Noorderleegh	505	-	?	?	+	--	?
5 Noorderleegh	506	-	?	?	+	--	?
5 Noorderleegh	507	++	++	++	--	++	++
5 Noorderleegh	508	++	++	++	--	++	++
5 Noorderleegh	509	++	++	++	--	++	++
5 Noorderleegh	510	-	-	?	?	--	-
5 Noorderleegh	511	-	?	?	+	-	?
5 Noorderleegh	512	-	?	?	+	-	?
5 Noorderleegh	513	--	-	?	+	--	-
5 Noorderleegh	514	--	-	?	+	--	-
6 Ameland	601	++	++	++	++	++	++
6 Ameland	602	++	++	++	++	++	++
6 Ameland	603	-	--	--	--	--	--
6 Ameland	604	?	--	--	-	--	--
6 Ameland	605	++	++	++	++	++	++
6 Ameland	606	+	-	-	?	--	--
7 Friese kust Oost	701	++	++	++	-	++	++
7 Friese kust Oost	702	+	+	-	-	-	-
7 Friese kust Oost	703	++	-	+	-	++	+
7 Friese kust Oost	704	-	-	-	+	--	-
7 Friese kust Oost	705	++	-	-	-	+	++
7 Friese kust Oost	706	-	-	?	+	--	+

7 Friese kust Oost	707	++	+	+	+	+	+
8 Schiermonnikoog	801	-	-	?	+	?	++
8 Schiermonnikoog	802	++	+	++	+	?	++
8 Schiermonnikoog	803	-	--	+	++	+	?
8 Schiermonnikoog	804	?	-	+	-	-	?
8 Schiermonnikoog	805	?	-	?	-	-	?
8 Schiermonnikoog	806	++	+	+	-	+	+
8 Schiermonnikoog	807	++	+	+	+	+	+
9 Groninger kust West	901	+	+	+	-	+	+
9 Groninger kust West	902	+	+	+	-	+	+
9 Groninger kust West	903	+	+	+	-	+	+
10 Rottums	1001	-	-		++	-	+
10 Rottums	1002	-	-		++	+	?
10 Rottums	1003	-	?		+	-	+
10 Rottums	1004	+	-		++	+	+
10 Rottums	1005	-	?		+	-	?
10 Rottums	1006	-	?		+	-	?
11 Groninger kust Oost	1101	+	+	+	-	+	+
11 Groninger kust Oost	1102	+	+	+	-	+	+
12 Eems-Dollard	1201	+	++	+	-	+	-
12 Eems-Dollard	1202	+	++	+	-	+	-
12 Eems-Dollard	1203	+	++	+	-	+	-
12 Eems-Dollard	1204	+	++	+	-	+	-
12 Eems-Dollard	1205	+	++	+	-	+	-
12 Eems-Dollard	1206	+	++	+	-	+	-

#### 8.4 BEREKENINGEN

Voor de validatie hebben we een simpele correlatie uitgevoerd tussen de gemiddelde aantallen vogels in de periode 2008/2009 t/m 2013/2014 per hoofdgebied en de proxy waarden gemiddeld over de jaren 2009 t/m 2012 voor het bijbehorende laagwatergebied. Om te corrigeren voor de grootte van het laagwatergebied zijn in een tweede analyse de proxy waardes gedeeld door de oppervlakte van het laagwatergebied.

## 9 RESULTATEN

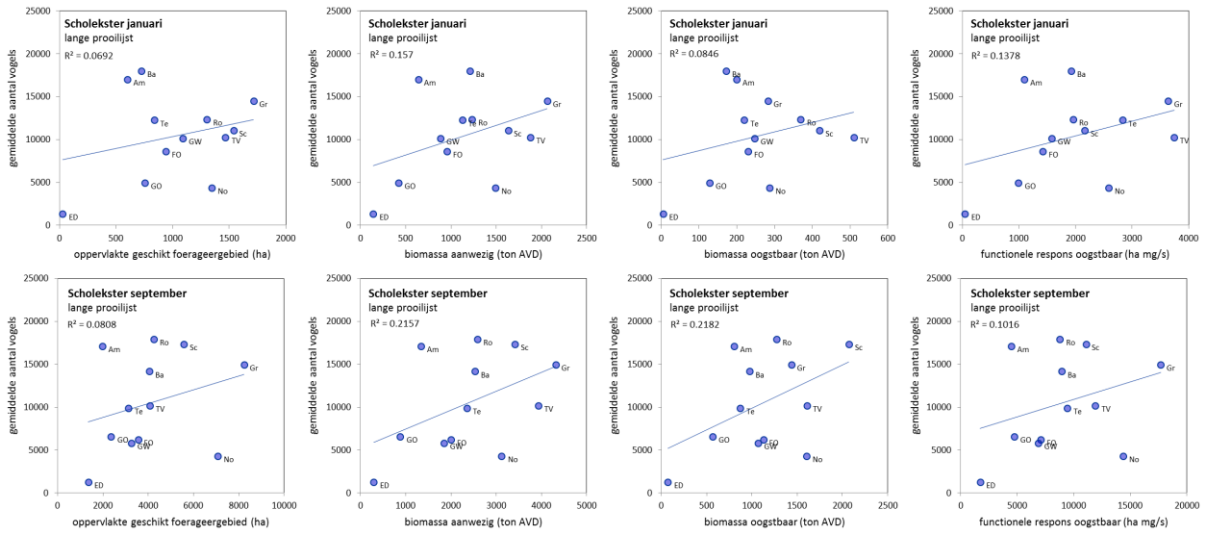
### 9.1 VALIDATIE

Ons uitgangspunt is dat de proxy die het beste de gemiddelde verspreiding van de wadvogels over de Waddenzee voorspelt vermoedelijk als de beste proxy voor de draagkracht kan worden gezien. We zijn dus op zoek naar de hoogste correlaties tussen het gemiddelde aantal tijdens hoogwater en de proxy waarde berekend over het bijbehorende laagwaterfoerageergebied. We hebben de berekeningen uitgevoerd voor de twee kritieke perioden voor Scholekster, Bonte Strandloper en Wulp (Tabel 9-1). Dit zijn drie talrijke soorten met een heel verschillende voedseleecologie.

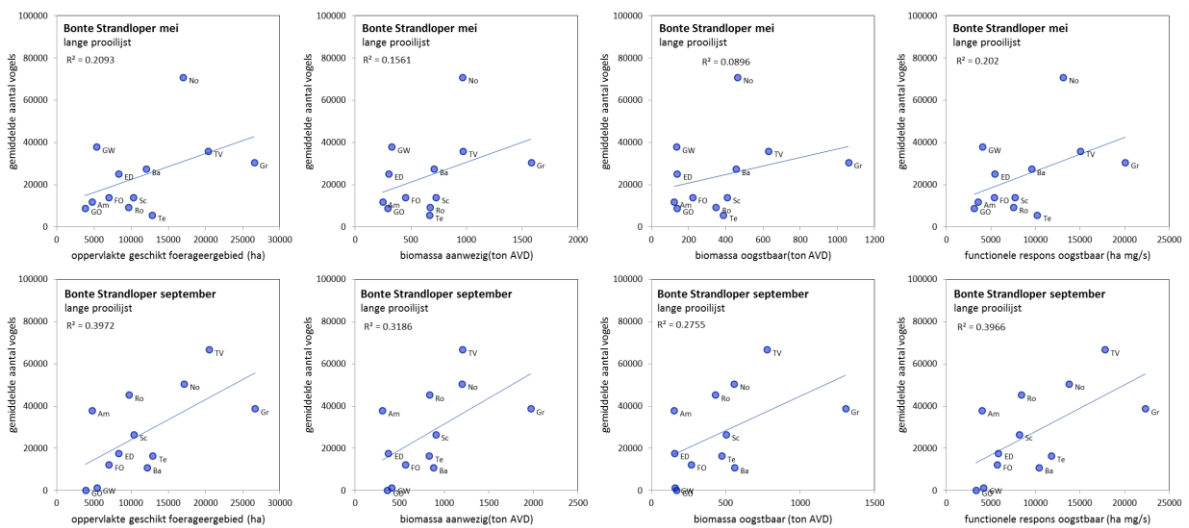
Om de bijdrage van de verschillende gebieden aan de correlaties zichtbaar te maken zijn van een deel van de correlaties grafieken gemaakt voor Scholekster (Figuur 9-1), Bonte Strandloper (Figuur 9-2) en Wulp (Figuur 9-3). De correlaties zijn in alle gevallen positief, maar voor Scholekster niet erg hoog. Voor Bonte Strandloper al wat beter en voor de Wulp zijn de correlaties het hoogst. Deze verschillen tussen de drie soorten lijken groter dan de verschillen tussen proxies binnen een soort (Tabel 9-1). Wel is het mogelijk om in alle gevallen een beste correlatie aan te wijzen. Voor Scholekster en Wulp is dit de aanwezige biomassa in januari en de oogstbare biomassa in september. Voor de Bonte Strandloper is dit zowel in mei als sept FRoogstDroog.

Tabel 9-1. Correlatie tussen het gemiddelde aantal wadvogels tijdens hoogwater en de proxy waarde berekend over het bijbehorende laagwaterfoerageergebied, berekend voor twee kritieke maanden en drie wadvogelsoorten voor elk van de zeven proxies. De proxy die het beste correleert is vet gedrukt.

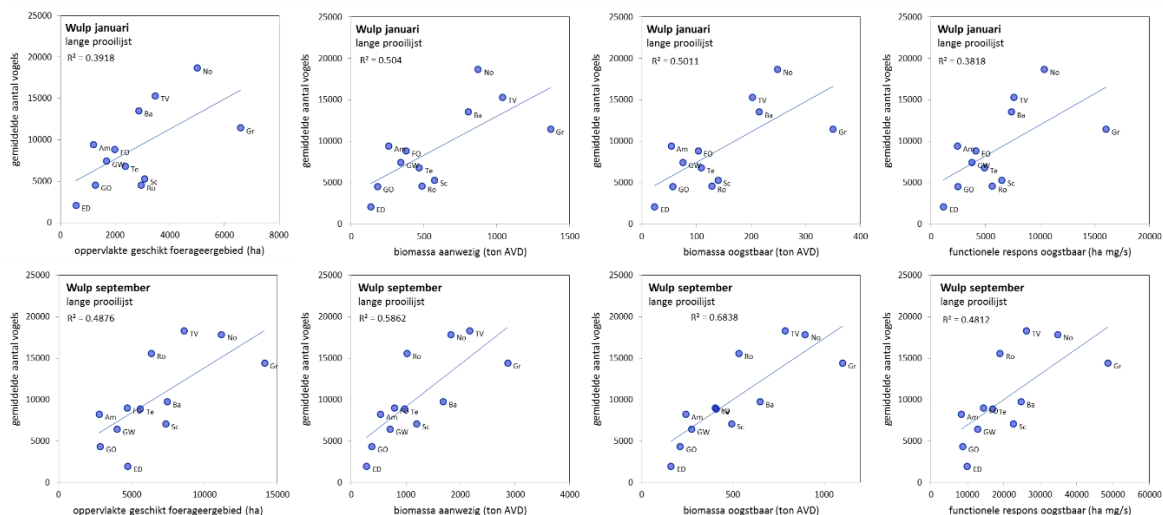
Vogelsoort	maand	Oppervlak	BMaanw	BMoogst	BMoogstDroog	FRaanw	FROogst	FROogstDroog
Scholekster	jan	0.263	<b>0.396</b>	0.291	0.209	0.242	0.371	0.223
Scholekster	sep	0.284	0.464	<b>0.467</b>	0.424	0.281	0.319	0.324
Bonte Strandloper	mei	0.457	0.395	0.299	0.264	0.450	0.449	<b>0.467</b>
Bonte Strandloper	sep	0.630	0.564	0.525	0.540	0.630	0.630	<b>0.634</b>
Wulp	jan	0.626	<b>0.710</b>	0.708	0.519	0.617	0.618	0.493
Wulp	sep	0.698	0.766	<b>0.827</b>	0.785	0.688	0.694	0.642



Figuur 9-1. Correlatie tussen het gemiddelde aantal wadvogels tijdens hoogwater en de proxy waarde berekend over het bijbehorende laagwaterfoerageergebied voor de Scholekster in januari (boven) en september (onder). De berekeningen zijn uitgevoerd voor van links naar rechts: oppervlakte geschikt foerageergebied, biomassa aanwezig, biomassa oogstbaar en functionele respons oogstbaar. De letters bij de punten duiden het laagwaterfoerageergebied aan.



Figuur 9-2. Correlatie tussen het gemiddelde aantal wadvogels tijdens hoogwater en de proxy waarde berekend over het bijbehorende laagwaterfoerageergebied voor de Bonte Strandloper in mei (boven) en september (onder). De berekeningen zijn uitgevoerd voor van links naar rechts: oppervlakte geschikt foerageergebied, biomassa aanwezig, biomassa oogstbaar en functionele respons oogstbaar. De letters bij de punten duiden het laagwaterfoerageergebied aan.



Figuur 9-3. Correlatie tussen het gemiddelde aantal wadvogels tijdens hoogwater en de proxy waarde berekend over het bijbehorende laagwaterfoerageergebied voor de Wulp in januari (boven) en september (onder). De berekeningen zijn uitgevoerd voor van links naar rechts: oppervlakte geschikt foerageergebied, biomassa aanwezig, biomassa oogstbaar en functionele respons oogstbaar. De letters bij de punten duiden het laagwaterfoerageergebied aan.

Een punt van kritiek op bovenstaande berekening is dat er geen rekening wordt gehouden met de grootte van het gebied. Als een laagwatergebied in vergelijking met een ander gebied twee keer zo groot is, maar verder in niets verschilt, dan zullen er twee keer zoveel vogels zitten, onafhankelijk van de eigenschappen van het gebied; alle proxy waarden zullen ook twee keer zo groot zijn.

Een eerste poging om hier rekening mee te houden is om de proxy waarden te delen door het oppervlak (Tabel 9-2). Voor Scholekster levert dit duidelijk betere correlaties. Voor de Wulp is sprake van een lichte verslechtering. Voor de Bonte Strandloper zijn de correlaties heel veel lager en regelmatig zelfs negatief. Voor Scholekster en Wulp in september is de beste proxy nog steeds de oogstbare biomassa. Voor de Bonte Strandloper geldt dit voor FRoogstDroog in mei. We zullen ons in de verdere rapportage voor de geselecteerde wadvogelsoorten op deze proxies in de betreffende maand richten.

Tabel 9-2. Correlatie tussen het gemiddelde aantal wadvogels tijdens hoogwater en de voor oppervlak gecorrigeerde proxy waarde berekend over het bijbehorende laagwaterfoerageergebied, berekend voor twee kritieke maanden en drie wadvogelsoorten voor elk van de zeven proxies. De proxy die het beste correleert is vet gedrukt.

Vogelsoort	maand	Oppervlak/ha	BMaanw/ha	BMoogst/ha	BMoogstDroog/ha	FRaanw/ha	FRoogst/ha	FRoogstDroog/ha
Scholekster	jan	0.504	0.602	<b>0.659</b>	0.587	0.507	0.577	0.480
Scholekster	sep	0.430	0.561	<b>0.611</b>	0.504	0.473	0.479	0.388
Bonte Strandloper	mei	-0.023	-0.042	-0.446	-0.253	-0.094	-0.093	<b>0.322</b>

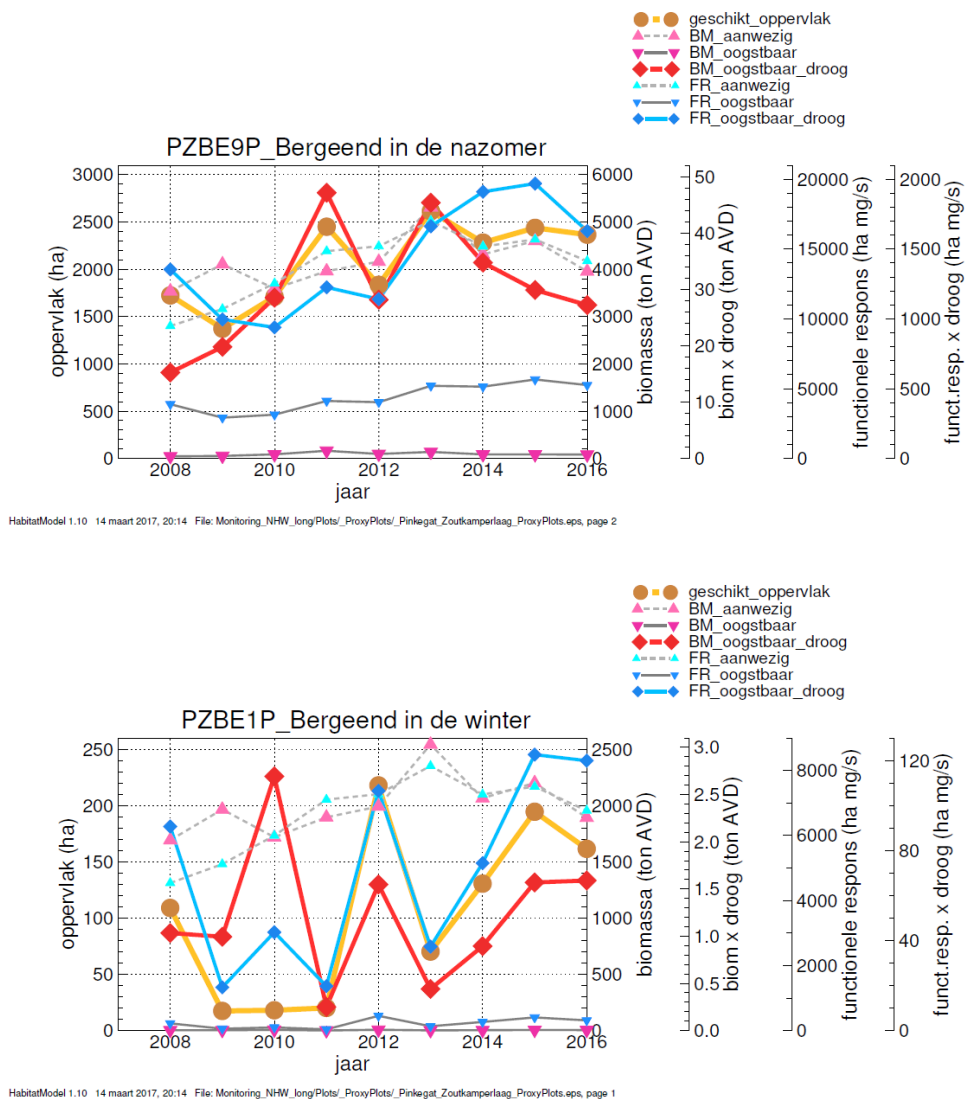
Bonte Strandloper	sep	-0.034	-0.181	-0.112	-0.014	<b>0.050</b>	<b>0.050</b>	-0.177
Wulp	jan	0.452	<b>0.539</b>	0.450	0.350	0.443	0.444	0.351
Wulp	sep	0.446	0.509	<b>0.739</b>	0.684	0.439	0.468	0.423

## 9.2 SOORTBESPREKINGEN

In de soortbesprekingen presenteren we voor elke soort (1) de op basis van de lange prooilijst berekende proxies voor beide kritieke perioden en (2) het aantalsverloop in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamerplaag. Voor de drie soorten waar we voorlopige validatie berekeningen aan hebben uitgevoerd presenteren we ook in detail de onderliggende diëten van de verschillende proxies, alsmede de kaarten van het voedsellandschap voor een goed en een slecht jaar voor de best correlerende proxy. De vragen die impliciet aan de orde komen bij de soortbesprekingen komen voort uit het voorgestelde beslissingschema (Figuur 5-1).

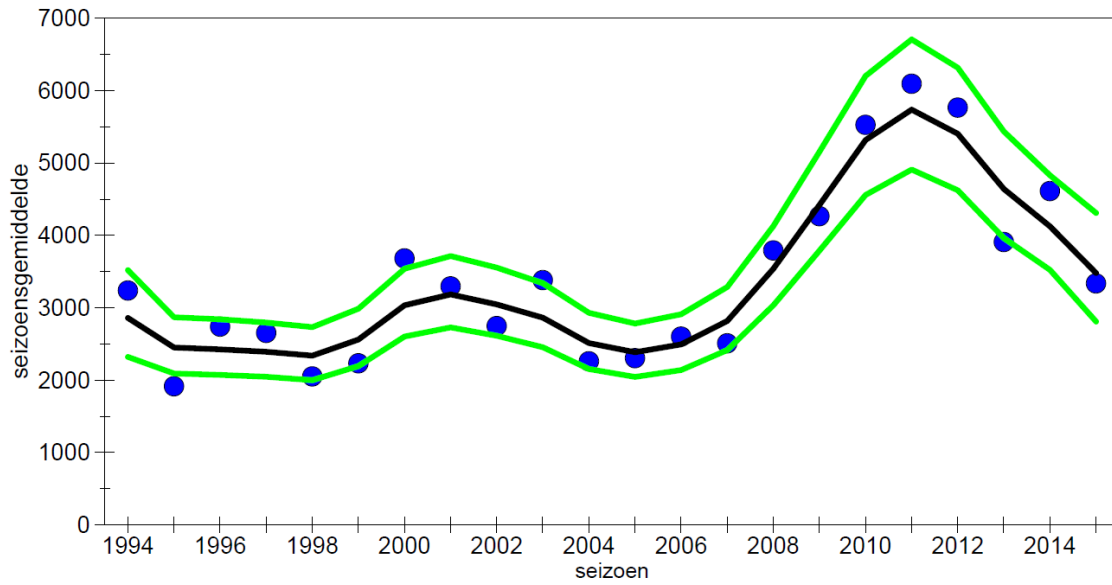
### 9.2.1 Bergeend

Zowel in de nazomer als in de winter vertonen de meeste proxies voor draagkracht een toename in de periode 2008-2016 (Figuur 9-4). Dit verschilt van het aantalsverloop in die periode, dat duidelijk piekt in het seizoen 2011/2012 (Figuur 9-5). Het aantalsverloop in Pinkegat/Zoutkamperlaag komt overeen met het beeld van de Nederlandse Waddenzee als geheel (Van der Jeugd *et al.* 2014). Elders in de Waddenzee is de populatie stabiel of neemt af (Blew *et al.* 2016). De populatie in Europa is stabiel over zowel de lange termijn (1988-heden) als de korte termijn (2003-heden) (van Roomen *et al.* 2015)



Figuur 9-4. Verloop van de proxy plots voor de Bergeend over de jaren 2008 t/m 2016 voor Pinkegat en Zoutkamperlaag op basis van de lange prooijijst voor de nazomer (boven) en de winter (onder). De proxy geschikt oppervlak moet op de linker Y-as oppervlak (ha) afgelezen worden; de proxies BM\_aanwezig en BM\_oogstbaar op de rechter Y-as biomassa (ton AVD); de proxy BM\_oogstbaar\_droog op de rechter Y-as biom x droog (ton AVD); de proxy FR\_aanwezig en FR\_oogstbaar op de rechter Y-as functionele respons (ha mg/s); de proxy FR\_oogstbaar\_droog op de rechter Y-as funct.resp x droog (ha mg/s).

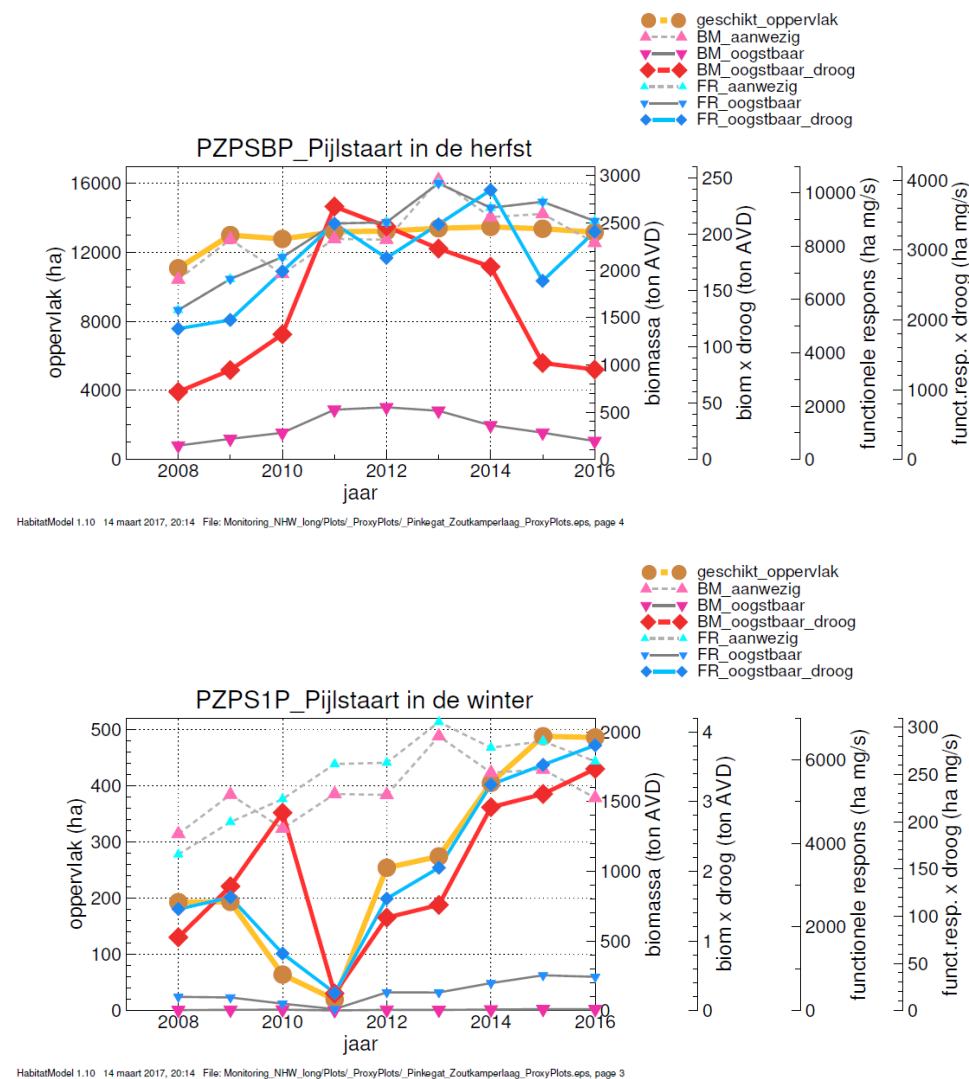




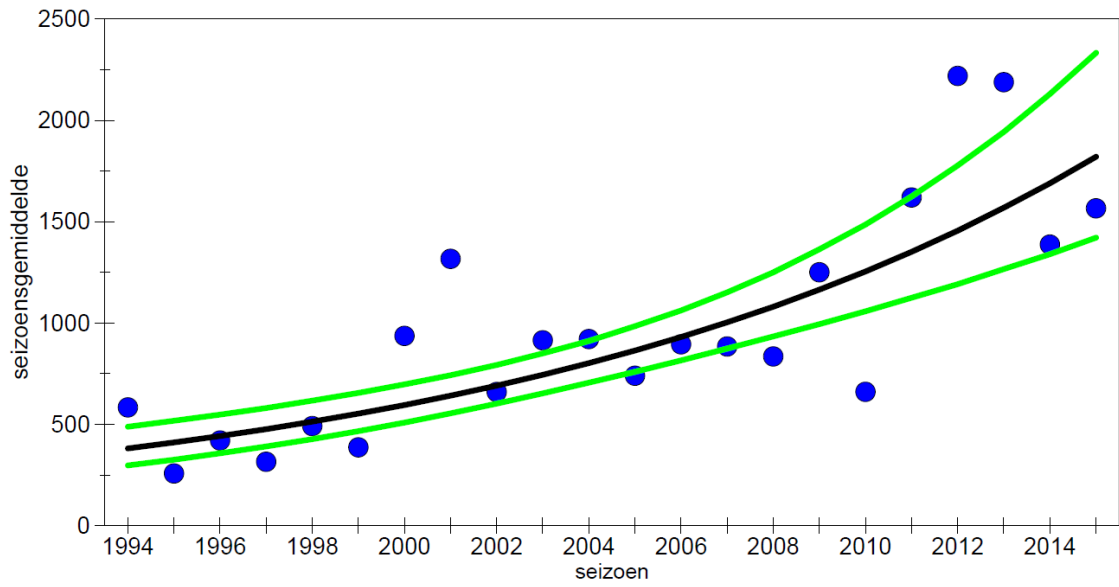
*Figuur 9-5. Aantalsverloop (seizoensgemiddelde) van de Bergeend in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag. Het seizoen 2015 loopt van juli 2015 t/m juni 2016.*

### 9.2.2 Pijlstaart

De proxies voor draagkracht vertonen een gestage toename, of een dal en daarna een toename en in een paar gevallen eerst een toename en daarna een afname (Figuur 9-6). Het seizoensgemiddelde vertoont een duidelijke toename vanaf 1994 (Figuur 9-7). Ook in de Nederlandse Waddenzee als geheel en in de Duitse en Deense delen van de Waddenzee is de trend positief (Blew *et al.* 2016). De Europese trend is positief voor de lange termijn (1988-2012), maar negatief over de korte termijn (2003-2012)(van Roomen *et al.* 2015).



Figuur 9-6. Verloop van de proxy plots voor de Pijlstaart over de jaren 2008 t/m 2016 voor Pinkegat en Zoutkamperlaag op basis van de lange prooijlijst voor de herfst (boven) en de winter (onder). De proxy geschikt oppervlak moet op de linker Y-as oppervlak (ha) afgelezen worden; de proxies BM\_aanwezig en BM\_oogstbaar op de rechter Y-as biomassa (ton AVD); de proxy BM\_oogstbaar\_droog op de rechter Y-as biom x droog (ton AVD); de proxy FR\_aanwezig en FR\_oogstbaar op de rechter Y-as functionele respons (ha mg/s); de proxy FR\_oogstbaar\_droog op de rechter Y-as funct.resp x droog (ha mg/s).



*Figuur 9-7. Aantalsverloop (seizoensgemiddelde) van de Pijlstaart in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag. Het seizoen 2015 loopt van juli 2015 t/m juni 2016.*

### 9.2.3 Scholekster

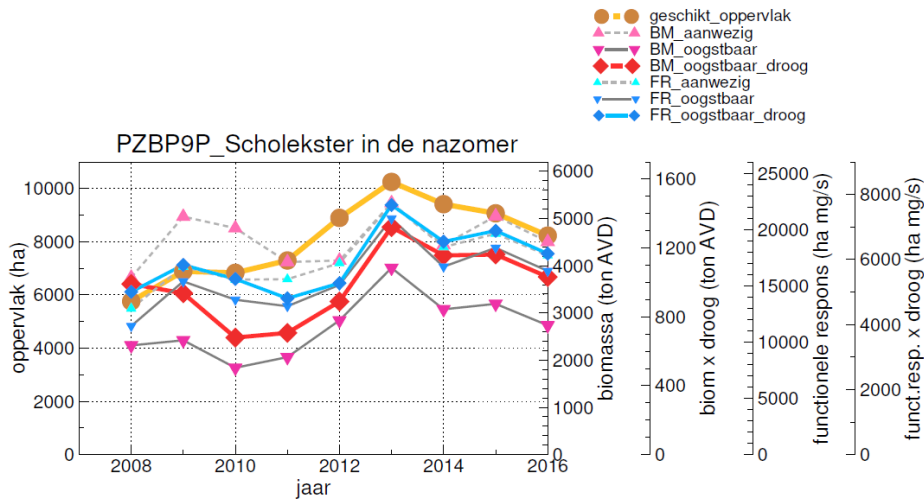
De nazomer proxies voor draagkracht vertonen bijna alle eerst een daling, daarna een toename tot het seizoen 2013 en vanaf dat seizoen weer een afname (Figuur 9-8 boven). Ook de winter proxies lijken op elkaar, maar het beeld is grilliger (Figuur 9-8 onder) zonder lange termijn trend en sterke fluctuaties van jaar op jaar. Hoewel de nazomer proxies qua trend op elkaar lijken zijn er wel duidelijke verschillen in de bijdrage van de verschillende prooien. Kokkels zijn in alle gevallen de dominante prooi, maar de aanzienlijke aanwezige biomassa Wadpieren, Zeeduizendpoten en Strandgapers speelt in geen van de andere proxies een rol van betekenis (Figuur 9-8). Bij proxies gebaseerd op oogstbare biomassa zijn Mossels opvallend belangrijk, met een kleine bijdrage van het Nonnetje. Bij proxies gebaseerd op de functionele respons is dit precies andersom en levert het Nonnetje een belangrijke bijdrage, terwijl Mossels nauwelijks meetellen. In sommige jaren is er ook nog een bijdrage van de Amerikaanse Zwaardschede. De oppervlakte proxy lijkt qua dieet sterk op de proxies gebaseerd op de functionele respons en niet op de proxies gebaseerd op biomassa.

De voorlopige validatieberekeningen suggereren dat de proxy oogstbare biomassa het beste de draagkracht benadert. Dat betekent dat Kokkels een hoofdrol spelen, met een belangrijke bijdrage van de Mossel en een beperkte vrij constante bijdrage van het Nonnetje. De proxy oogstbare biomassa in de nazomer is gemiddeld hoger in het tweede deel van de onderzoeksperiode (2012-2016) dan daarvoor (2008-2011). Dit is goed terug te zien in een vergelijking van het voedsellandschap in de nazomer van 2010 met dat in 2013 (Figuur 9-10). De verspreiding van rijke en arme gebieden verschilt niet sterk tussen de jaren, maar de rijke gebieden zijn rijker in 2013.

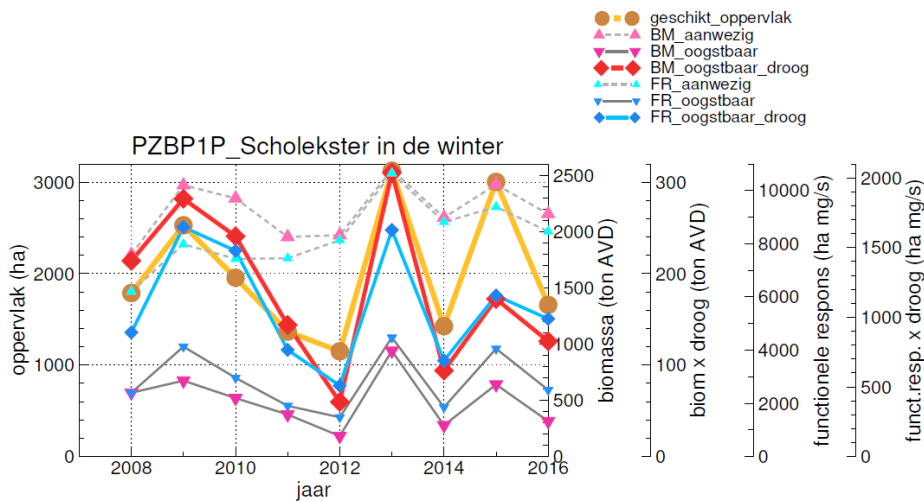
Een toename is niet zichtbaar in het aantalverloop: vanaf 2008 nemen de aantallen Scholeksters in Pinkegat/Zoutkamerplaag gestaag af (Figuur 9-11). Ook in de Nederlandse Waddenzee als geheel (Van der Jeugd *et al.* 2014), de Duitse en Deense Waddenzee (Blew *et al.* 2016) en West-Europa (van Roomen *et al.* 2015) nemen de aantallen al jaren af.

Een groot aantal factoren spelen een rol bij de achteruitgang 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 kwelders in het gebied, of binnendijks 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) 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/>.

De nu beschikbare gegevens zijn onvoldoende om het volledige beslissingschema te doorlopen. De voorlopige conclusie is echter dat op basis van de hier gepresenteerde gegevens er vooralsnog geen aanwijzingen zijn dat bodemdaling door gaswinning een bijdrage levert aan de achteruitgang van de Scholekster in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamerplaag.

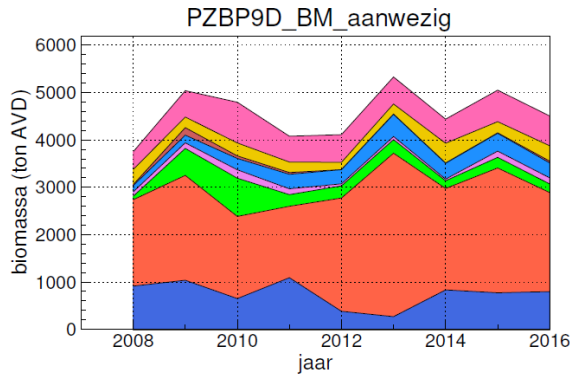


HabitatModel 1.10 14 maart 2017, 20:14 File: Monitoring\_NHW\_longPlots/\_ProxyPlots/\_Pinkegat\_Zoutkamperlaag\_ProxyPlots.eps, page 6

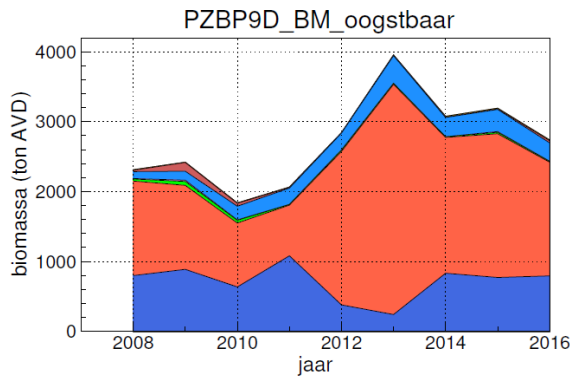


HabitatModel 1.10 14 maart 2017, 20:14 File: Monitoring\_NHW\_longPlots/\_ProxyPlots/\_Pinkegat\_Zoutkamperlaag\_ProxyPlots.eps, page 5

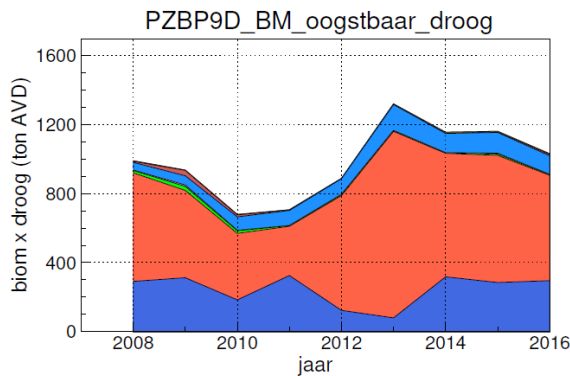
Figuur 9-8. Verloop van de proxy plots voor de Scholekster over de jaren 2008 t/m 2016 voor Pinkegat en Zoutkamperlaag op basis van de lange prooijlijst voor de nazomer (boven) en de winter (onder). De proxy geschikt oppervlak moet op de linker Y-as oppervlak (ha) afgelezen worden; de proxies BM\_aanwezig en BM\_oogstbaar op de rechter Y-as biomassa (ton AVD); de proxy BM\_oogstbaar\_droog op de rechter Y-as biom x droog (ton AVD); de proxy FR\_aanwezig en FR\_oogstbaar op de rechter Y-as functionele respons (ha mg/s); de proxy FR\_oogstbaar\_droog op de rechter Y-as funct.resp x droog (ha mg/s).



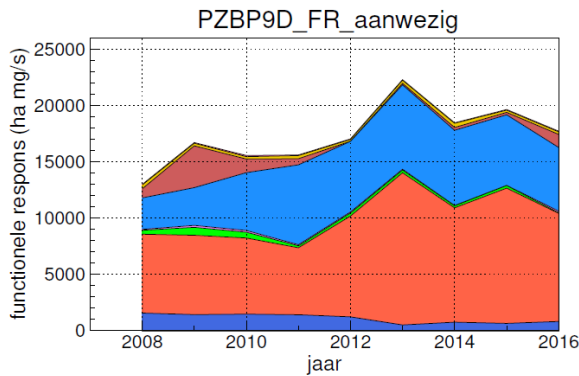
HabitatModel 1.10 14 maart 2017, 20:14 File: Monitoring\_NHW\_LongPlots/Scholekster/Nazomer/PZBP9D\_BM\_aanwezig.eps, page 1



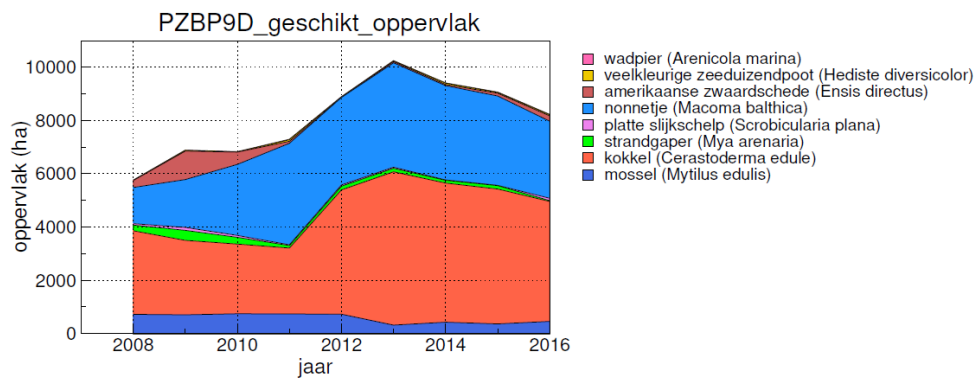
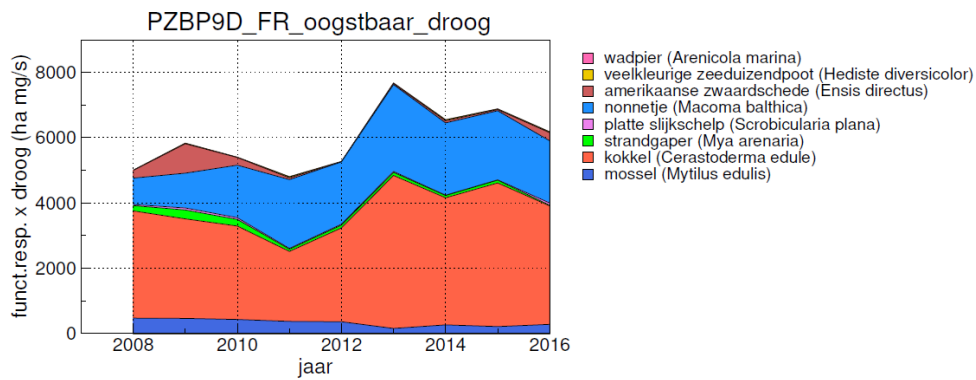
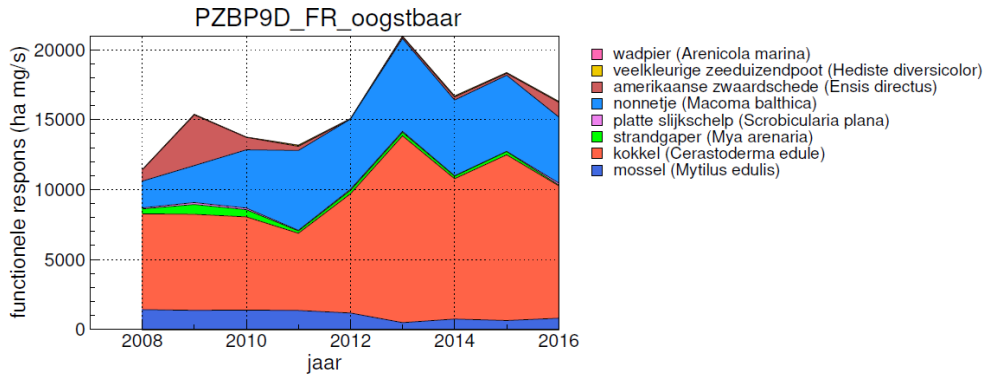
HabitatModel 1.10 14 maart 2017, 20:14 File: Monitoring\_NHW\_LongPlots/Scholekster/Nazomer/PZBP9D\_BM\_oogstbaar.eps, page 1



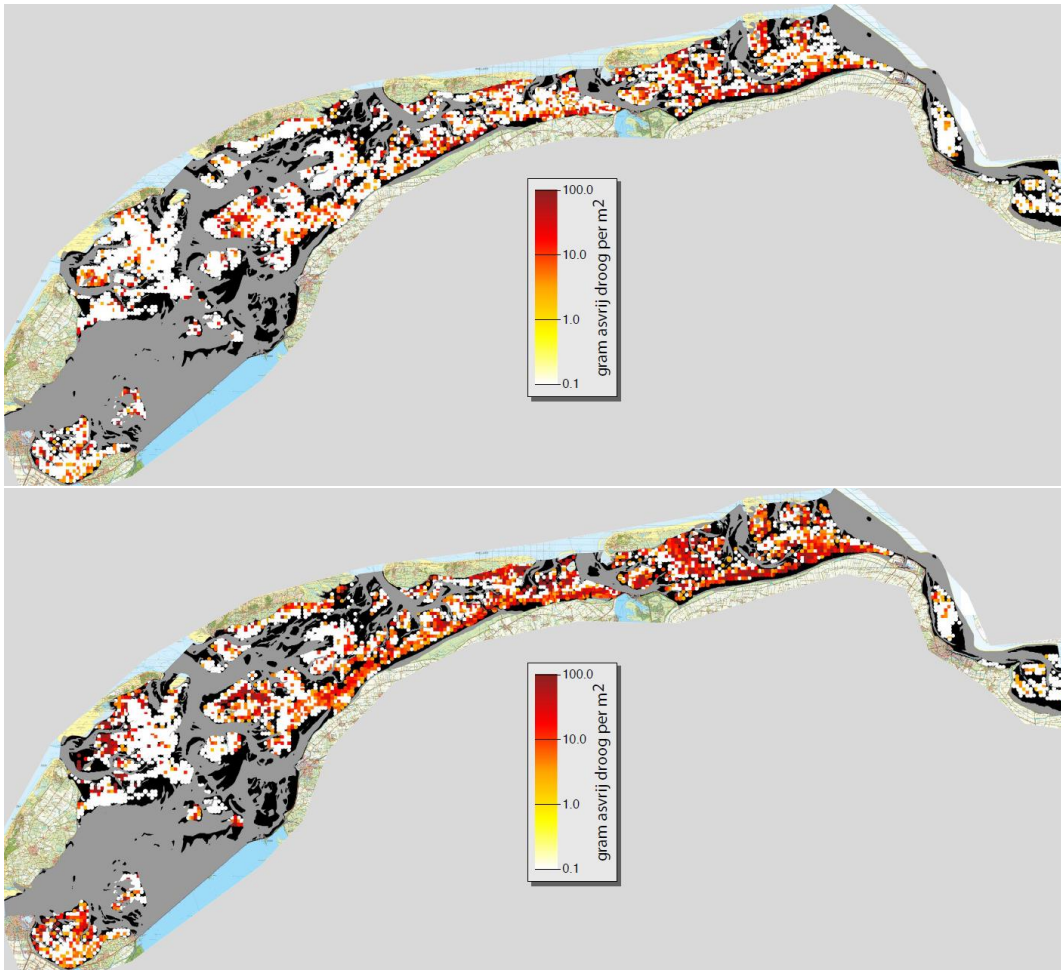
HabitatModel 1.10 14 maart 2017, 20:14 File: Monitoring\_NHW\_LongPlots/Scholekster/Nazomer/PZBP9D\_BM\_oogstbaar\_droog.eps, page 1



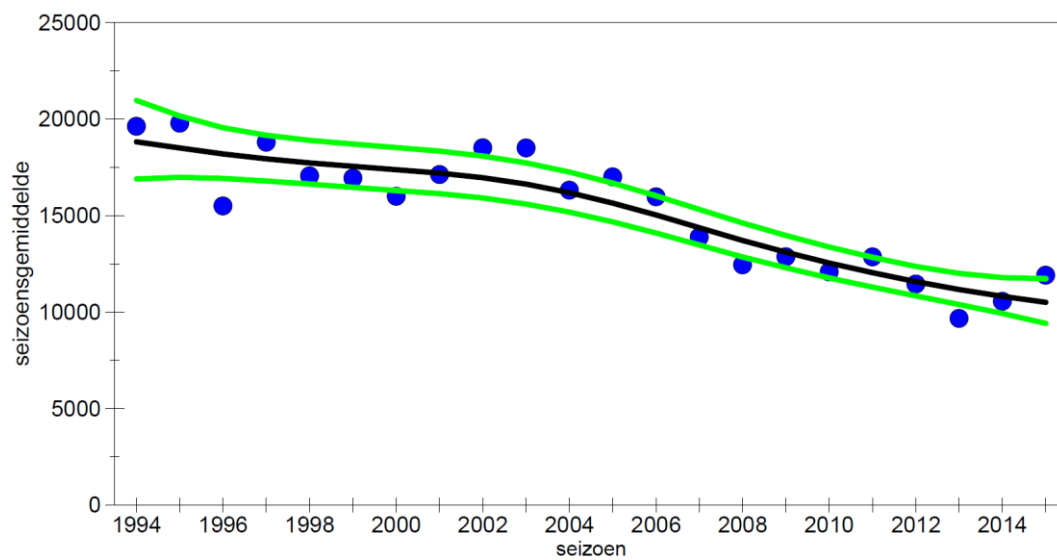
HabitatModel 1.10 14 maart 2017, 20:14 File: Monitoring\_NHW\_LongPlots/Scholekster/Nazomer/PZBP9D\_FR\_aanwezig.eps, page 1



Figuur 9-9. Het onderliggende dieet voor de verschillende proxies voor draagkracht voor de Scholekster in het najaar. Van boven naar beneden: (a) aanwezige biomassa, (b) oogstbare biomassa, (c) oogstbare biomassa gecorrigeerd voor droogligtijd, (d) functionele respons aanwezig, (e) functionele respons oogstbaar, (f) functionele respons oogstbaar gecorrigeerd voor droogligtijd, (g) geschikt oppervlak.



Figuur 9-10. Het voedsellandschap op basis van de proxy oogstbare biomassa voor de Scholekster in de nazomer van 2010 (boven) en 2013 (onder).

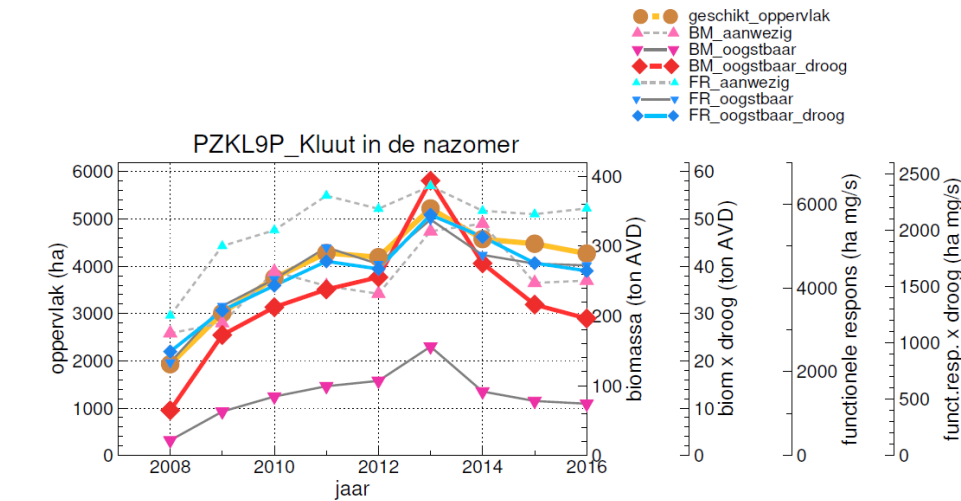


Figuur 9-11. Aantalsverloop (seizoensgemiddelde) van de Scholekster in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag. Het seizoen 2015 loopt van juli 2015 t/m juni 2016.

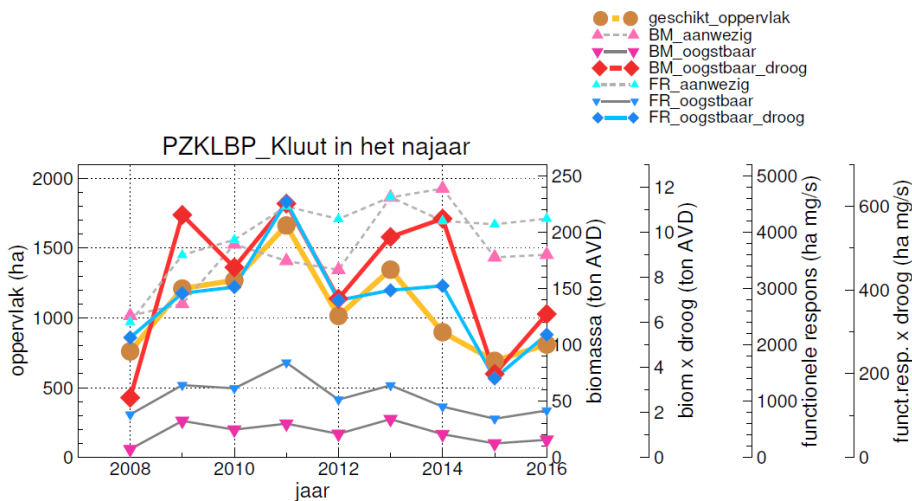


### 9.2.4 Kluut

De nazomer proxy plots vertonen een opvallend gelijk patroon: een toename tot 2013 en daarna een afname (Figuur 9-12). In het najaar zijn er meer verschillen: soms is er al vanaf 2011 een afname, soms zijn alleen de laatste twee jaar duidelijk lager en soms is er geen duidelijke afname. Het beeld is duidelijk verschillend van de trend in de aantallen in Pinkegat en Zoutkamperlaag, waar sprake is van een duidelijke afname (Figuur 9-13). Ook elders in de Waddenzee nemen de aantallen af (Blew *et al.* 2016), terwijl in Europa de aantallen juist toenemen (van Roomen *et al.* 2015).

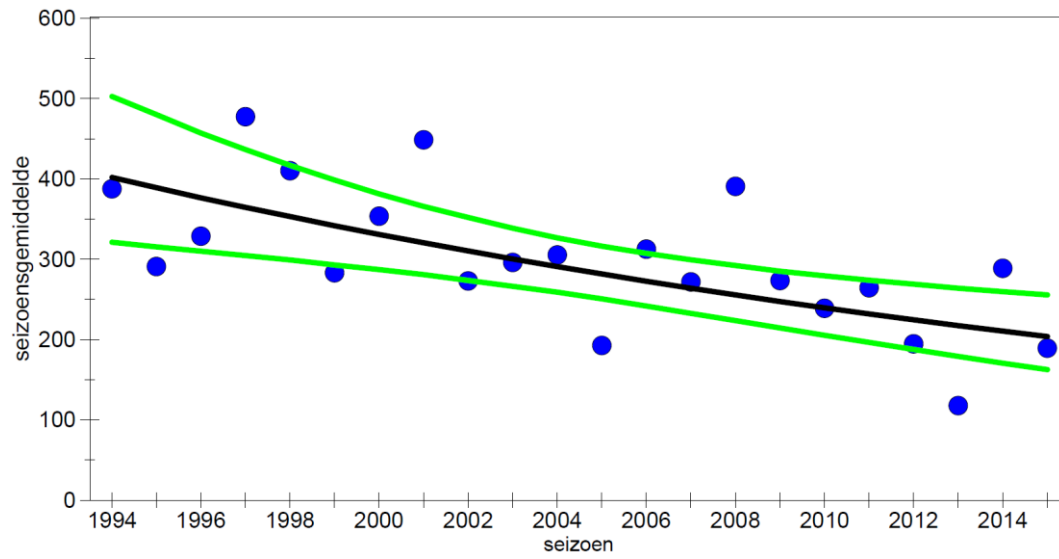


HabitatModel 1.10 14 maart 2017, 20:14 File: Monitoring\_NHW\_longPlots\_ProxyPlots\_Pinkegat\_Zoutkamperlaag\_ProxyPlots.eps, page 7



HabitatModel 1.10 14 maart 2017, 20:14 File: Monitoring\_NHW\_longPlots\_ProxyPlots\_Pinkegat\_Zoutkamperlaag\_ProxyPlots.eps, page 8

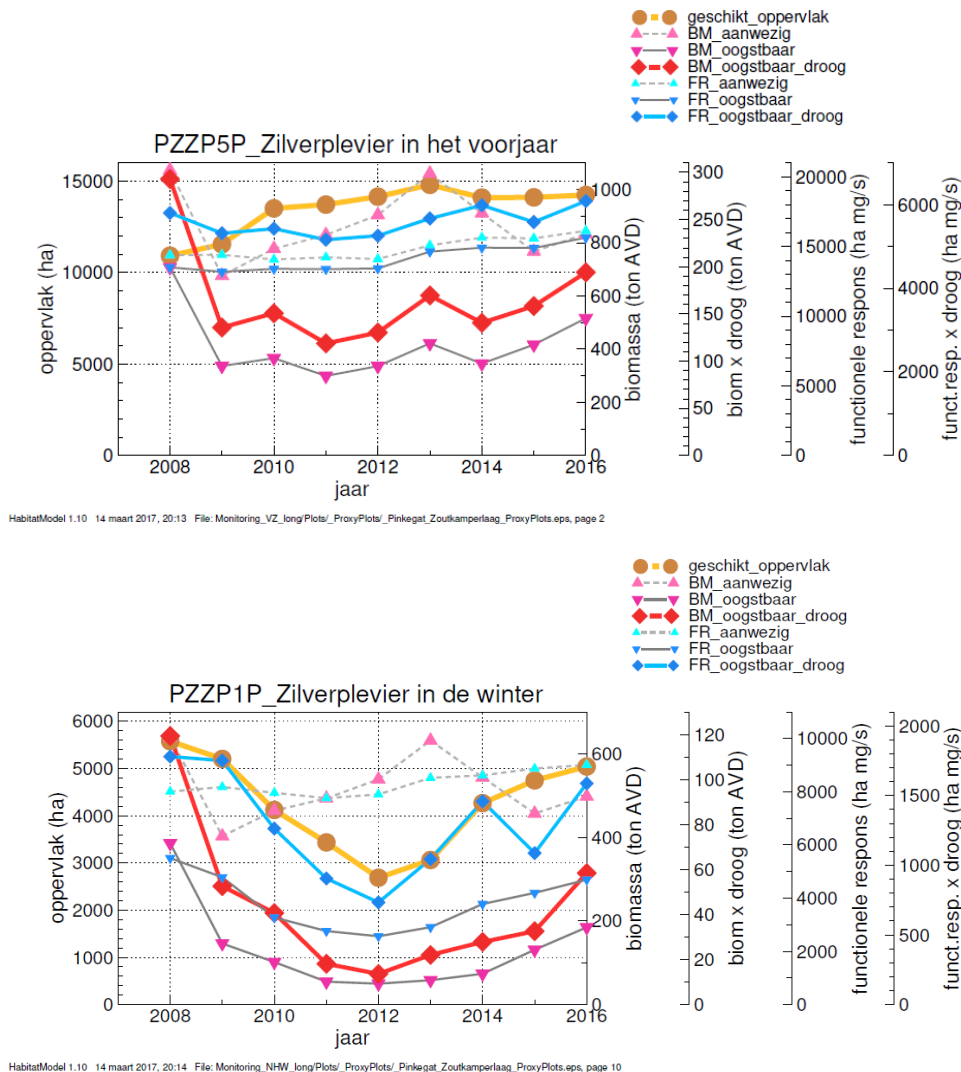
Figuur 9-12. Verloop van de proxy plots voor de Kluut over de jaren 2008 t/m 2016 voor Pinkegat en Zoutkamperlaag op basis van de lange prooijlijst voor de nazomer (boven) en het najaar (onder). De proxy geschikt oppervlak moet op de linker Y-as oppervlak (ha) afgelezen worden; de proxies BM\_aanwezig en BM\_oogstbaar op de rechter Y-as biomassa (ton AVD); de proxy BM\_oogstbaar\_droog op de rechter Y-as biom x droog (ton AVD); de proxy FR\_aanwezig en FR\_oogstbaar op de rechter Y-as functionele respons (ha mg/s); de proxy FR\_oogstbaar\_droog op de rechter Y-as funct.resp x droog (ha mg/s).



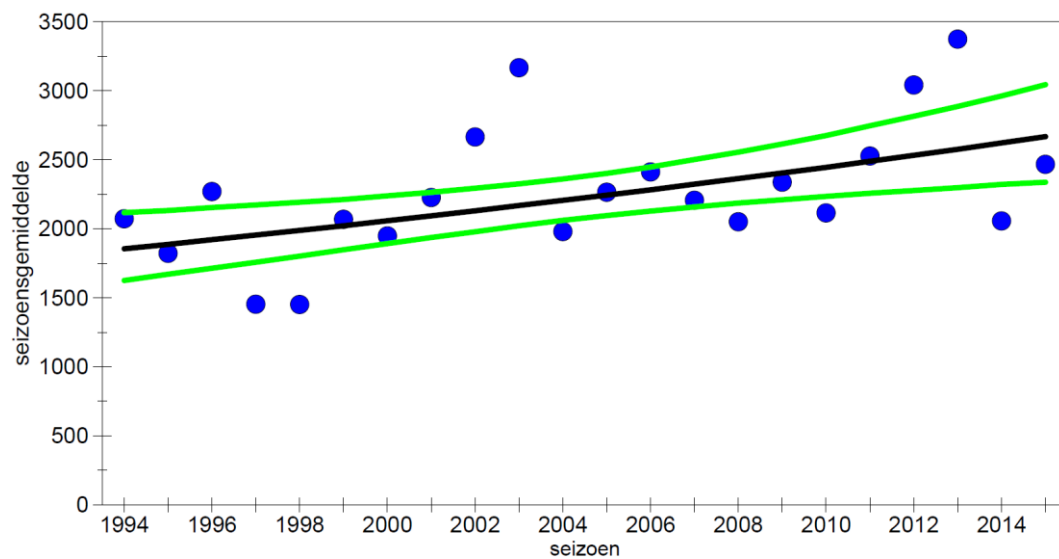
*Figuur 9-13. Aantalsverloop (seizoensgemiddelde) van de Kluut in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag. Het seizoen 2015 loopt van juli 2015 t/m juni 2016.*

## 9.2.5 Zilverplevier

Er is veel variatie in het verloop van de verschillende proxy plots voor de Zilverplevier in vooral het voorjaar, maar ook in het najaar: een afname en daarna een toename, een geleidelijke toename of zelfs een toename en daarna een afname (Figuur 9-15). In de meeste gevallen komt dit niet overeen met de toenemende trend in de aantallen in Pinkegat en Zoutkamerplaag (Figuur 9-15). 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).



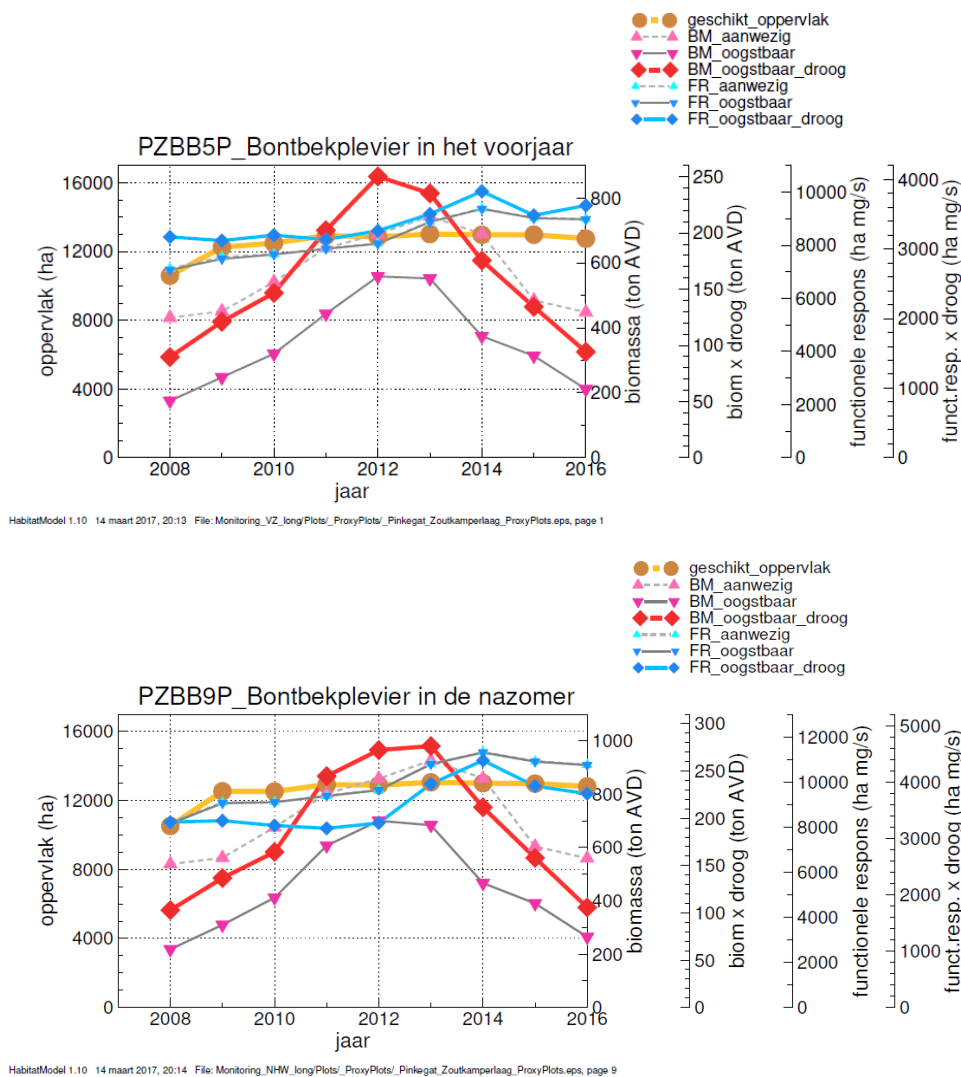
Figuur 9-14. Verloop van de proxy plots voor de Zilverplevier over de jaren 2008 t/m 2016 voor Pinkegat en Zoutkamerplaag op basis van de lange prooijst voor het voorjaar (boven) en de winter (onder). De proxy geschikt oppervlak moet op de linker Y-as oppervlak (ha) afgelezen worden; de proxies BM\_aanwezig en BM\_oogstbaar op de rechter Y-as biomassa (ton AVD); de proxy BM\_oogstbaar\_droog op de rechter Y-as biom x droog (ton AVD); de proxy FR\_aanwezig en FR\_oogstbaar op de rechter Y-as functionele respons (ha mg/s); de proxy FR\_oogstbaar\_droog op de rechter Y-as funct.resp x droog (ha mg/s).



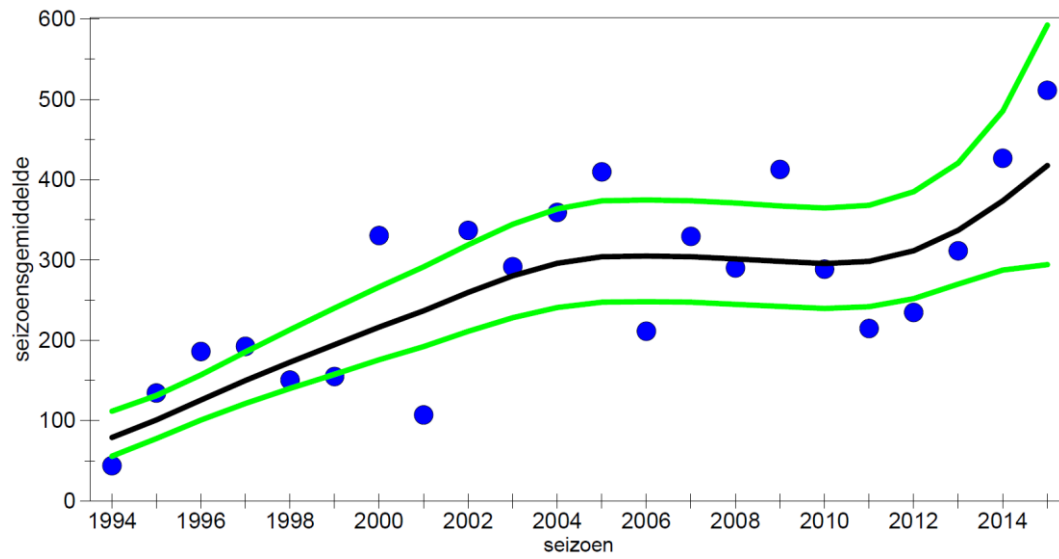
*Figuur 9-15. Aantalsverloop (seizoensgemiddelde) van de Zilverplevier in de kobergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag. Het seizoen 2015 loopt van juli 2015 t/m juni 2016.*

## 9.2.6 Bontbekplevier

Bij de Bontbekplevier is er een opvallende tweedeling in proxies voor draagkracht. Zowel in het voorjaar als in de nazomer vertonen de biomassa proxies een toename tot 2012/2013 en daarna een afname, terwijl de proxies gebaseerd op de functionele respons en de oppervlakte proxy langzaam maar zeker toenemen over de hele periode (Figuur 9-16). Zo'n toename is ook zichtbaar in het aantalsverloop voor Pinkegat en Zoutkamperlaag (Figuur 9-17). 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).



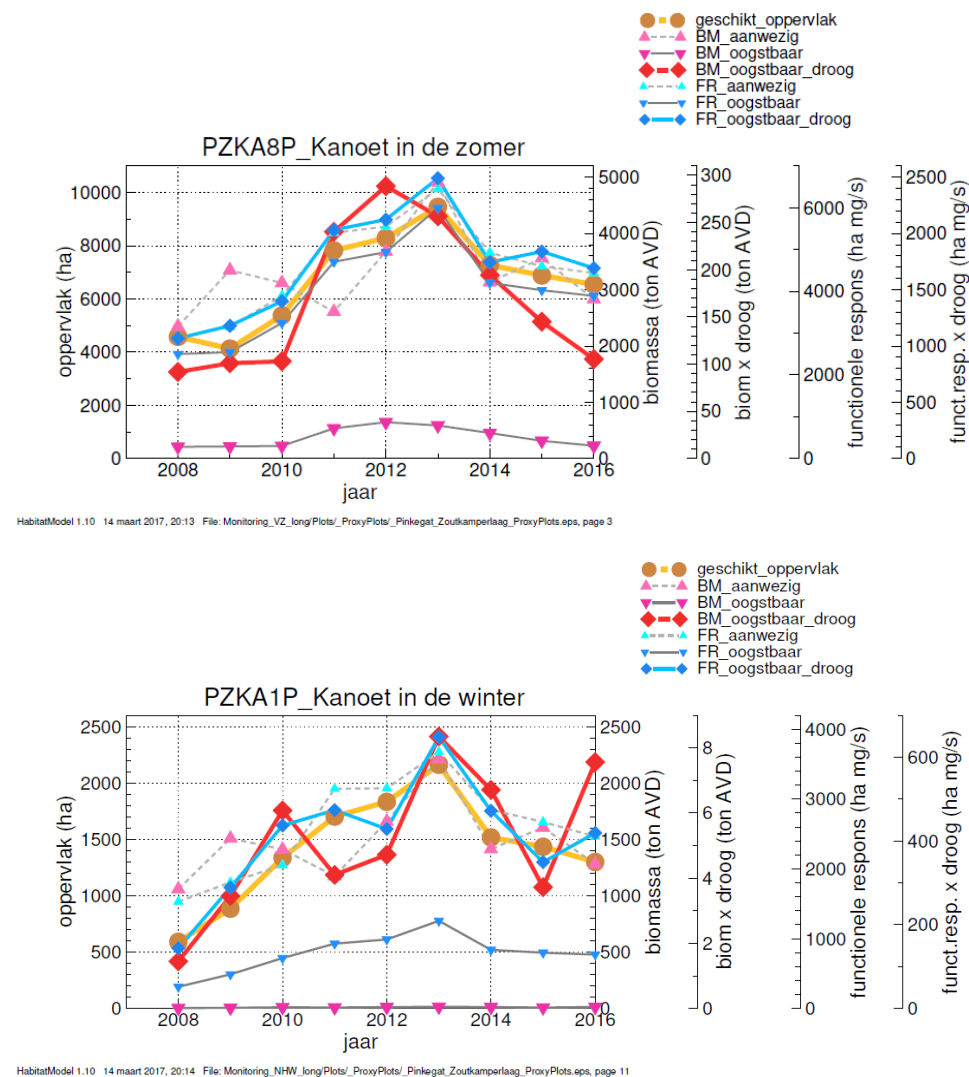
Figuur 9-16. Verloop van de proxy plots voor de Bontbekplevier over de jaren 2008 t/m 2016 voor Pinkegat en Zoutkamperlaag op basis van de lange prooijijst voor het voorjaar (boven) en de nazomer (onder). De proxy geschikt oppervlakt moet op de linker Y-as oppervlakt (ha) afgelezen worden; de proxies BM\_aanwezig en BM\_oogstbaar op de rechter Y-as biomassa (ton AVD); de proxy BM\_oogstbaar\_droog op de rechter Y-as biom x droog (ton AVD); de proxy FR\_aanwezig en FR\_oogstbaar op de rechter Y-as functionele respons (ha mg/s); de proxy FR\_oogstbaar\_droog op de rechter Y-as funct.resp x droog (ha mg/s).



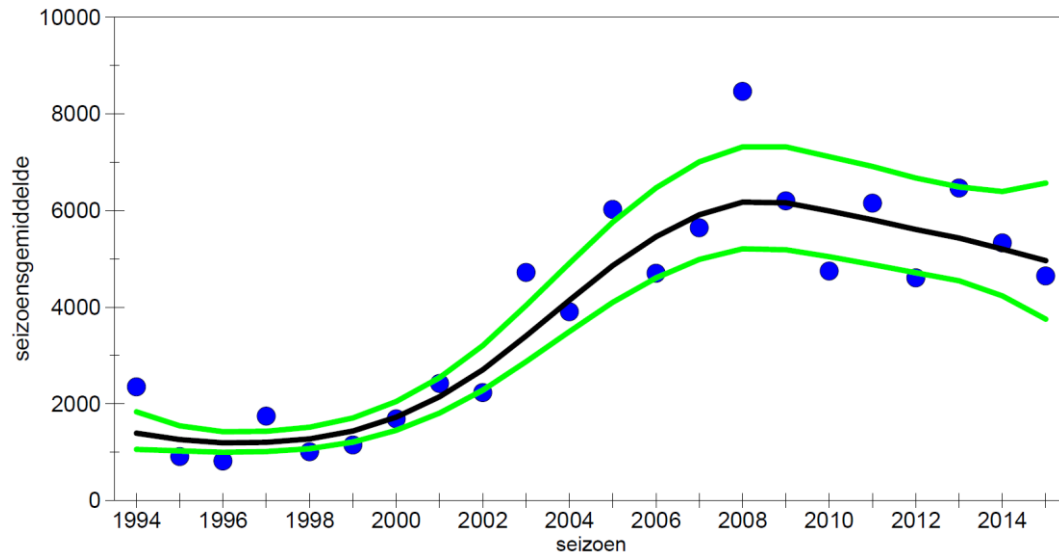
*Figuur 9-17. Aantalsverloop (seizoensgemiddelde) van de Bontbekplevier in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag. Het seizoen 2015 loopt van juli 2015 t/m juni 2016.*

## 9.2.7 Kanoet

De zomer proxy plots voor de Kanoet zijn opvallend gelijkvormig: een sterke toename tot 2012/2013 en daarna een afname. Dit is in mindere mate ook het geval voor de winter proxy plots (Figuur 9-18). In de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag nemen de aantallen Kanoeten toe tot 2008, maar daarna is sprake van een afname (Figuur 9-19). 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). 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).



Figuur 9-18. Verloop van de proxy plots voor de Kanoet over de jaren 2008 t/m 2016 voor Pinkegat en Zoutkamperlaag op basis van de lange prooijlijst voor de zomer (boven) en de winter (onder). De proxy geschikt oppervlak moet op de linker Y-as oppervlak (ha) afgelezen worden; de proxies BM\_aanwezig en BM\_oogstbaar op de rechter Y-as biomassa (ton AVD); de proxy BM\_oogstbaar\_droog op de rechter Y-as biom x droog (ton AVD); de proxy FR\_aanwezig en FR\_oogstbaar op de rechter Y-as functionele respons (ha mg/s); de proxy FR\_oogstbaar\_droog op de rechter Y-as funct.resp x droog (ha mg/s).

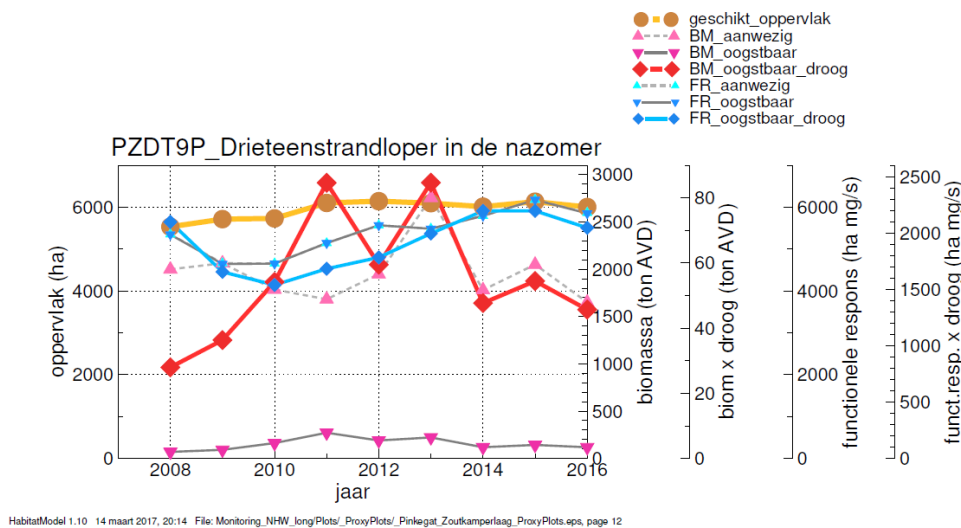
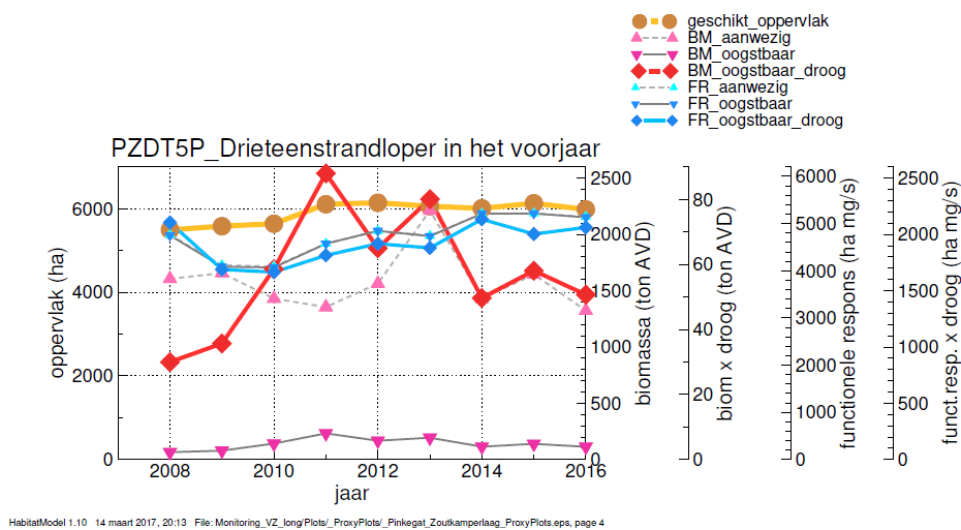


*Figuur 9-19. Aantalsverloop (seizoensgemiddelde) van de Kanoet in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag. Het seizoen 2015 loopt van juli 2015 t/m juni 2016.*

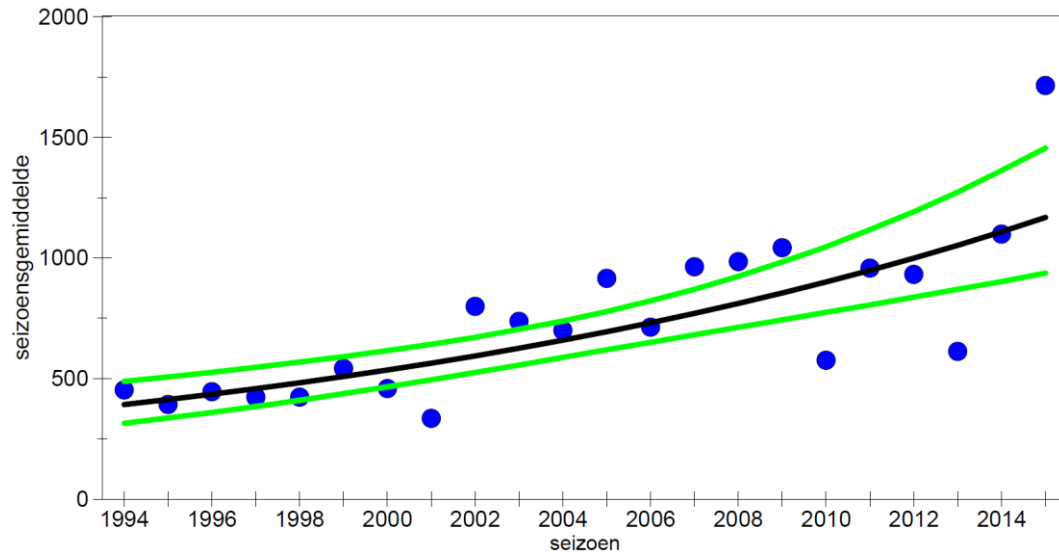


### 9.2.8 Drieteenstrandloper

Voor de Drieteenstrandloper is er weinig verschil tussen het verloop van de proxy plots als voorjaar en zomer worden vergeleken, maar binnen een kritieke periode zijn er wel opmerkelijke verschillen (Figuur 9-20). De op de functionele respons gebaseerde proxies dalen eerst en stijgen dan, terwijl de op biomassa gebaseerde proxies eerst stijgen en dan dalen en veel sterker fluctueren. De oppervlakte proxy is heel erg stabiel na een lichte stijging aan het begin. Geen van deze patronen komt overeen met het aantalsverloop (Figuur 9-21). Vanaf 1994 is er sprake van een duidelijke toename. Vanaf 2008 is er meer variatie, maar nog steeds een toename. 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).



Figuur 9-20. Verloop van de proxy plots voor de Drieteenstrandloper over de jaren 2008 t/m 2016 voor Pinkegat en Zoutkamperlaag op basis van de lange prooijlijst voor het voorjaar (boven) en de nazomer (onder). De proxy geschikt oppervlak moet op de linker Y-as oppervlak (ha) afgelezen worden; de proxies BM\_aanwezig en BM\_oogstbaar op de rechter Y-as biomassa (ton AVD); de proxy BM\_oogstbaar\_droog op de rechter Y-as biom x droog (ton AVD); de proxy FR\_aanwezig en FR\_oogstbaar op de rechter Y-as functionele respons (ha mg/s); de proxy FR\_oogstbaar\_droog op de rechter Y-as funct.resp x droog (ha mg/s).



*Figuur 9-21. Aantalsverloop (seizoensgemiddelde) van de Drieteenstrandloper in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag. Het seizoen 2015 loopt van juli 2015 t/m juni 2016.*

### 9.2.9 Bonte Strandloper

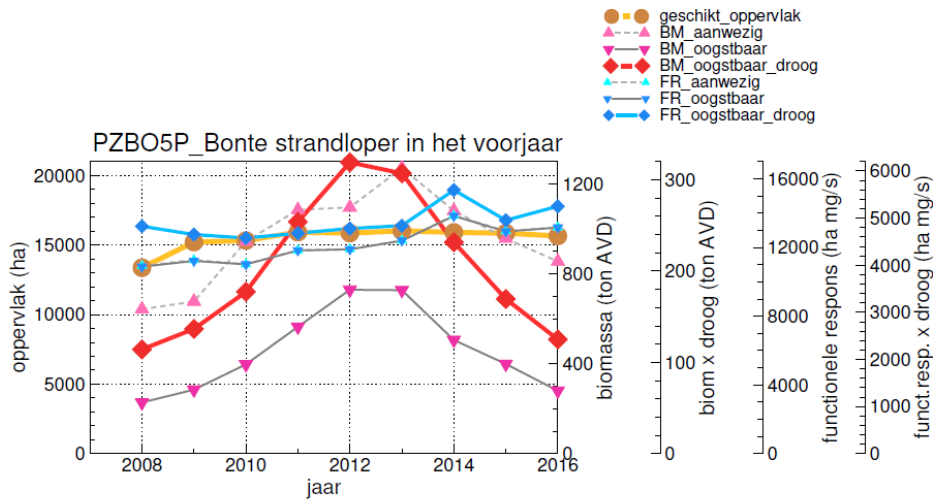
Voor de Bonte Strandloper is er weinig verschil tussen de voorjaar en nazomer proxies, maar binnen elk seizoen is er een duidelijk verschil tussen de proxies gebaseerd op biomassa en proxies gebaseerd op de functionele respons (Figuur 9-22). De biomassa proxies nemen sterk toe tot 2012/2013 en daarna sterk af. De op de functionele respons gebaseerde proxies en ook de oppervlakte proxy zijn heel erg stabiel, al lijkt er wel sprake van een lichte toename.

De onderliggende diëten zijn ook erg verschillend. In de oogstbare biomassa domineren het Wadslakje en de Wapenworm, terwijl in de proxies gebaseerd op de functionele respons naast de Wapenworm vooral de Zandzager en de Zeeduizendpoot een hoofdrol spelen, terwijl het Wadslakje ontbreekt (Figuur 9-23).

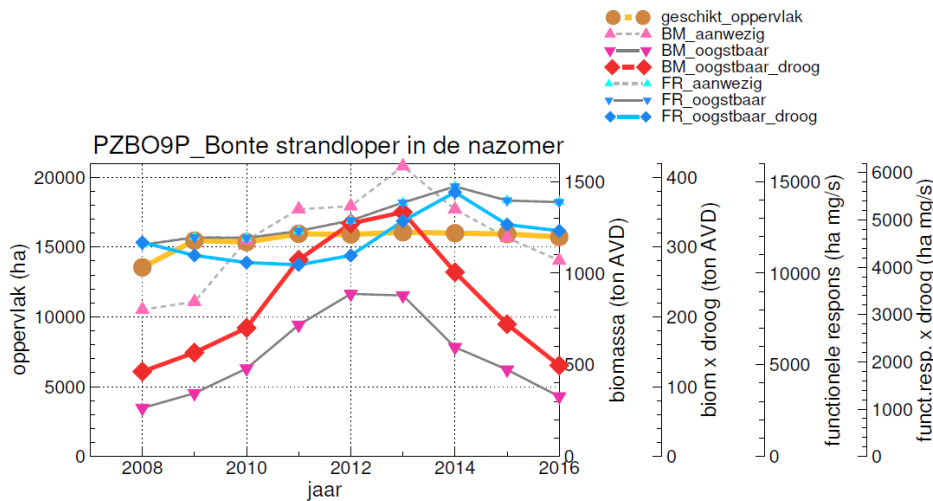
Volgens de voorlopige validatie benadert de proxy gebaseerd op de functionele respons (FROogstDroog) berekend over mei het beste de draagkracht. Deze proxy laat een lichte toename zien over de onderzoeksperiode. Het onderliggende voedsellandschap verschilt maar weinig tussen 2010 en 2013 (Figuur 9-24).

Niet alleen de proxy neemt toe, maar in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag is ook sprake van een toename in aantallen, al is deze toename vooral zichtbaar vanaf 1994 en minder duidelijk vanaf 2008 (Figuur 9-25). Dit aantalsverloop komt overeen met dat voor de Nederlandse Waddenzee als geheel (Van der Jeugd *et al.* 2014), maar in de Duitse en Deense Waddenzee nemen de aantallen al jaren af (Blew *et al.* 2016). 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).

De bovenstaande (incomplete) gegevens leveren vooralsnog geen aanwijzingen dat bodemdaling door gaswinning een negatief effect heeft op de aantallen Bonte Strandlopers die gebruik maken van de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag.

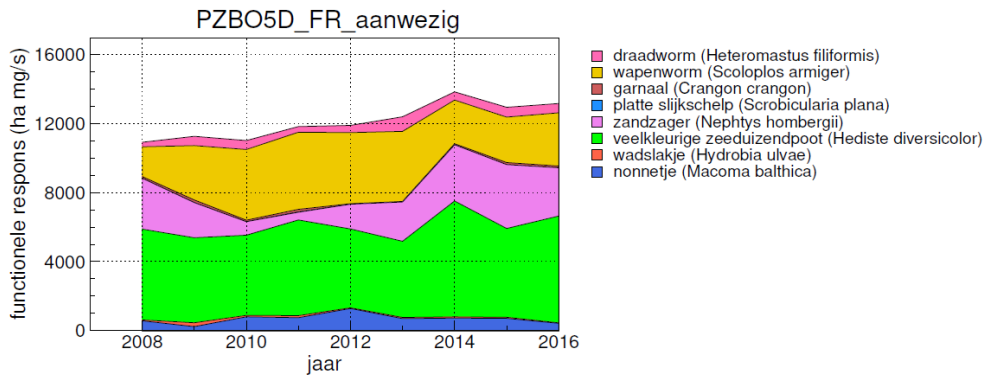
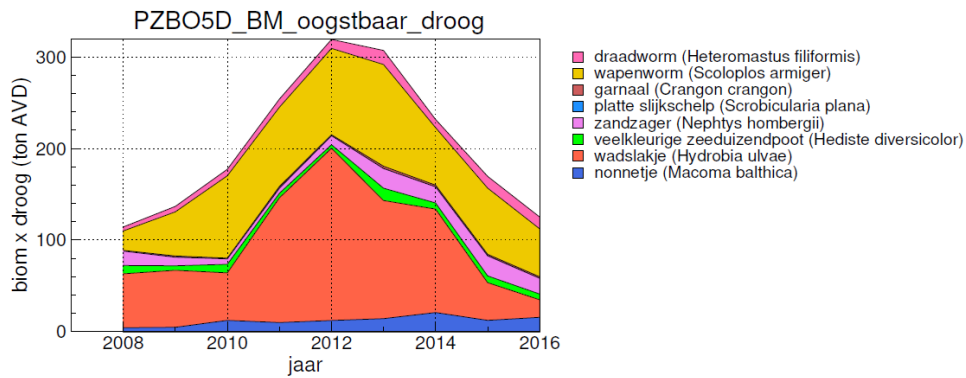
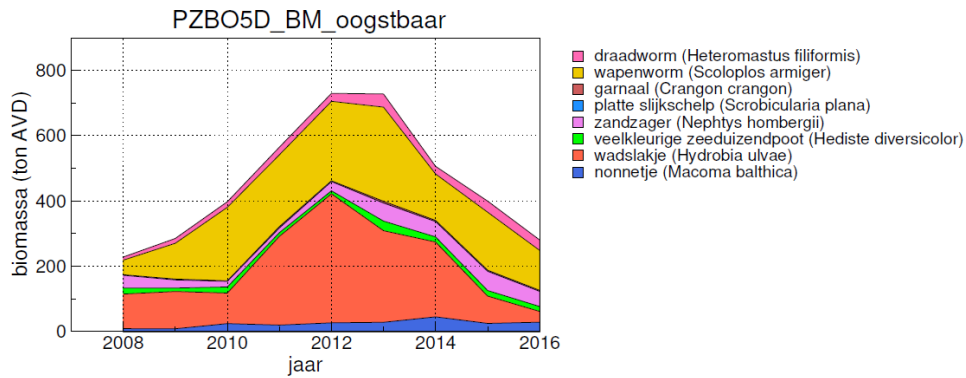
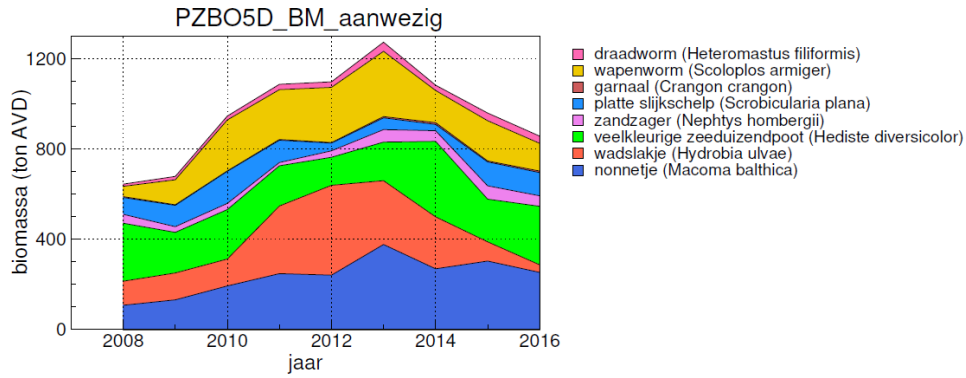


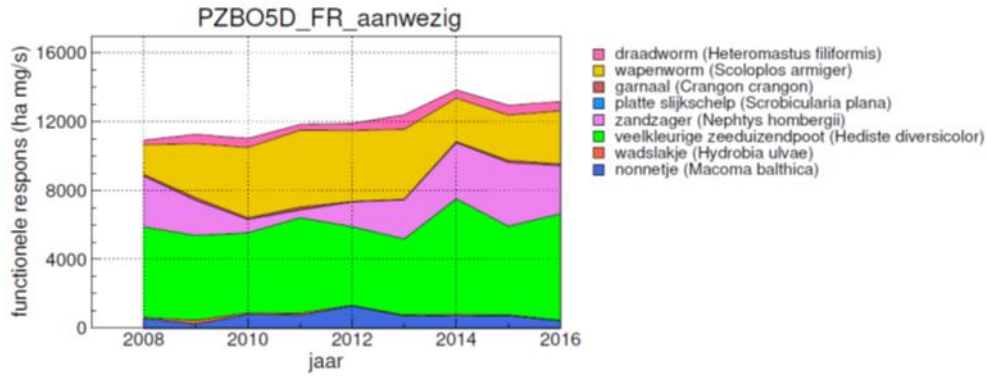
HabitatModel 1.10 14 maart 2017, 20:13 File: Monitoring\_VZ\_long/Plots/\_ProxyPlots/\_Pinkegat\_Zoutkamperlaag\_ProxyPlots.eps, page 5



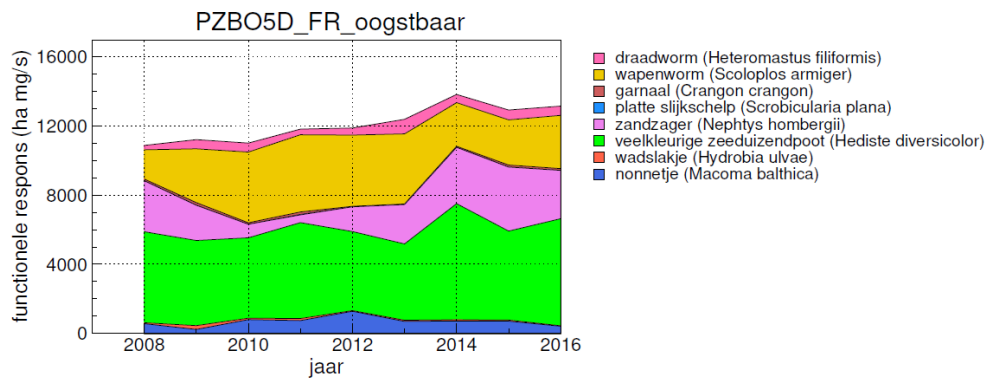
HabitatModel 1.10 14 maart 2017, 20:14 File: Monitoring\_NHW\_long/Plots/\_ProxyPlots/\_Pinkegat\_Zoutkamperlaag\_ProxyPlots.eps, page 13

Figuur 9-22. Verloop van de proxy plots voor de Bonte Strandloper over de jaren 2008 t/m 2016 voor Pinkegat en Zoutkamperlaag op basis van de lange prooijlijst voor het voorjaar (boven) en de nazomer (onder). De proxy geschikt oppervlak moet op de linker Y-as oppervlak (ha) afgelezen worden; de proxies BM\_aanwezig en BM\_oogstbaar op de rechter Y-as biomassa (ton AVD); de proxy BM\_oogstbaar\_droog op de rechter Y-as biom x droog (ton AVD); de proxy FR\_aanwezig en FR\_oogstbaar op de rechter Y-as functionele respons (ha mg/s); de proxy FR\_oogstbaar\_droog op de rechter Y-as funct.resp x droog (ha mg/s).

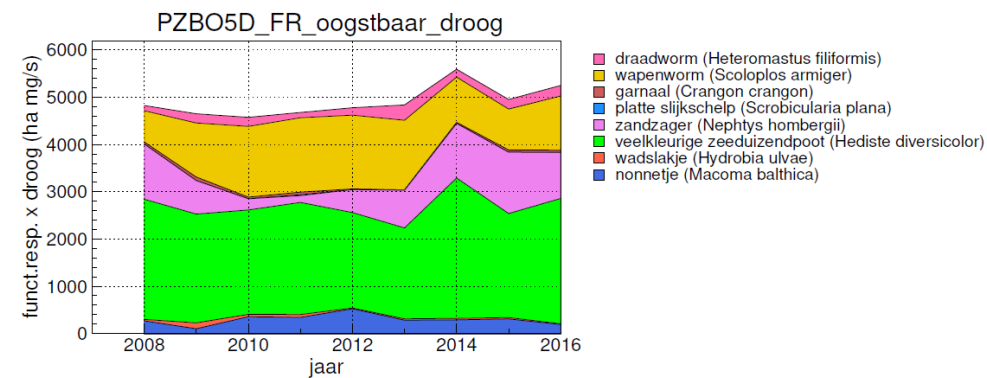




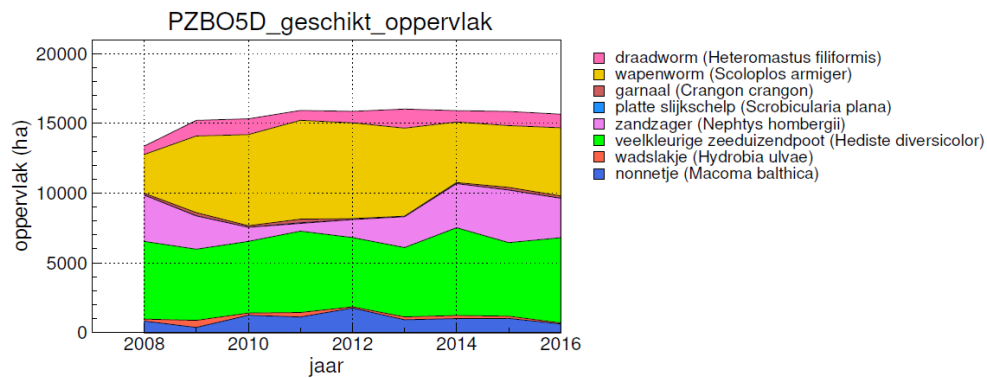
HabitatModel 1.10 14 maart 2017, 20:13 File: Monitoring\_VZ\_long/Plots/Bontje/Voorjaar/PZBO5D\_FR\_aanwezig.eps, page 1



HabitatModel 1.10 14 maart 2017, 20:13 File: Monitoring\_VZ\_long/Plots/Bontje/Voorjaar/PZBO5D\_FR\_oogstbaar.eps, page 1

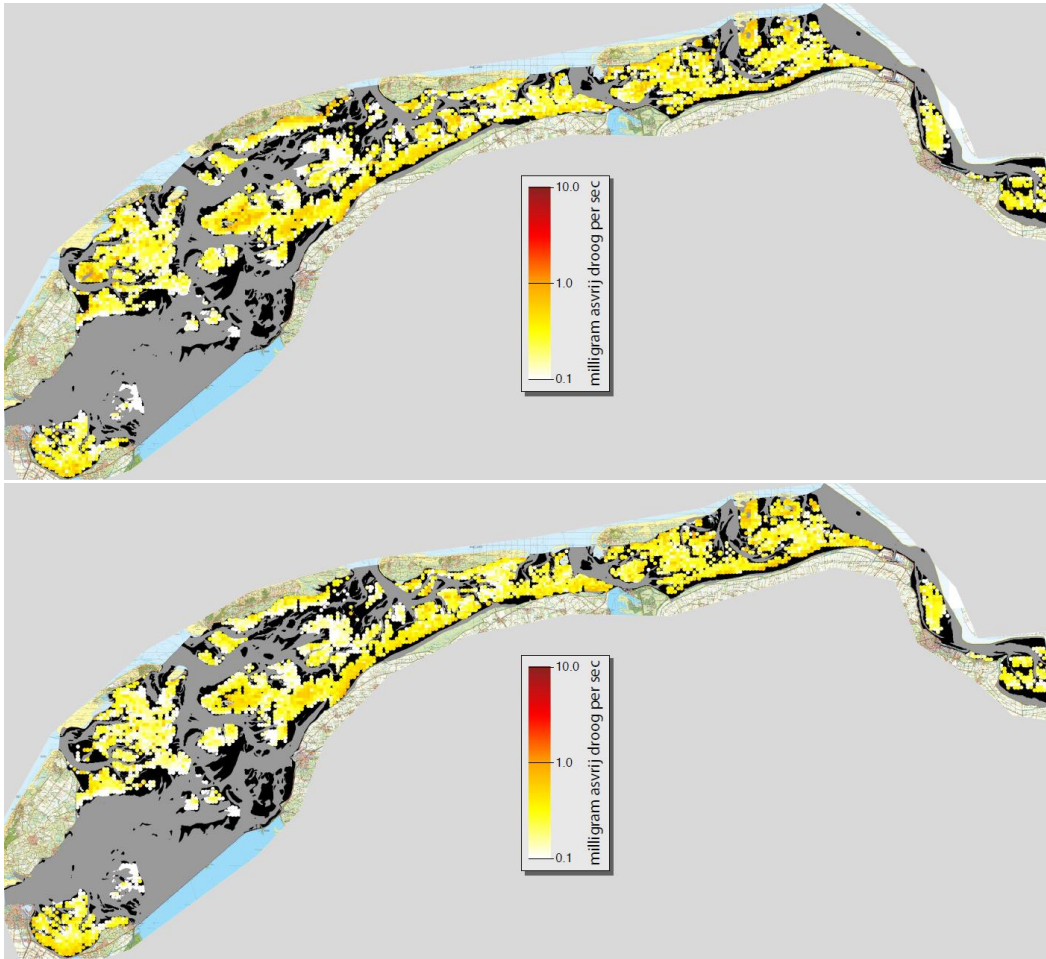


HabitatModel 1.10 14 maart 2017, 20:13 File: Monitoring\_VZ\_long/Plots/Bontje/Voorjaar/PZBO5D\_FR\_oogstbaar\_droog.eps, page 1

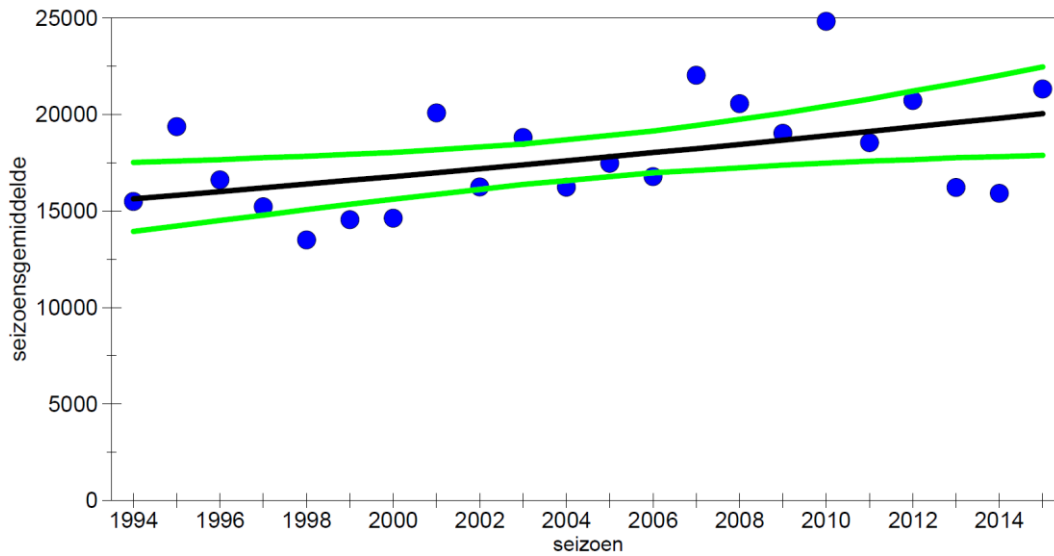


HabitatModel 1.10 14 maart 2017, 20:13 File: Monitoring\_VZ\_long/Plots/Bontje/Voorjaar/PZBO5D\_geschildt\_oppervlak.eps, page 1

Figuur 9-23. Het onderliggende dieet voor de verschillende proxies voor draagkracht voor de Bonte Strandloper in het voorjaar. Van boven naar beneden: (a) aanwezige biomassa, (b) oogstbare biomassa, (c) oogstbare biomassa gecorrigeerd voor droogligtijd, (d) functionele respons aanwezig, (e) functionele respons oogstbaar, (f) functionele respons oogstbaar gecorrigeerd voor droogligtijd, (g) geschikt oppervlak.



Figuur 9-24. Voedsellandschap voor de proxy FRoogstDroog voor de Bonte Strandloper in mei voor 2010 (boven) en 2013 (onder).



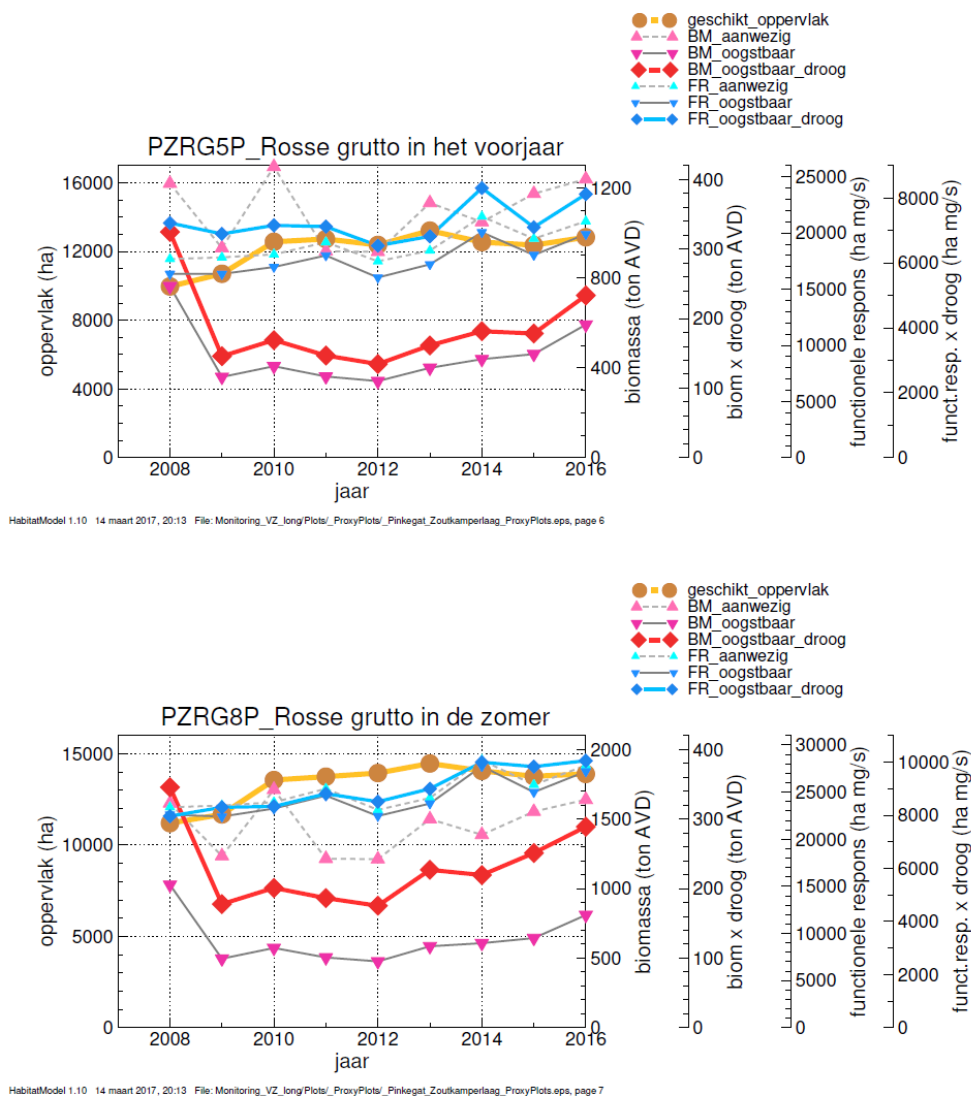
Figuur 9-25. Aantalsverloop (seizoensgemiddelde) van de Bonte Strandloper in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag. Het seizoen 2015 loopt van juli 2015 t/m juni 2016.



### 9.2.10 Rosse Grutto

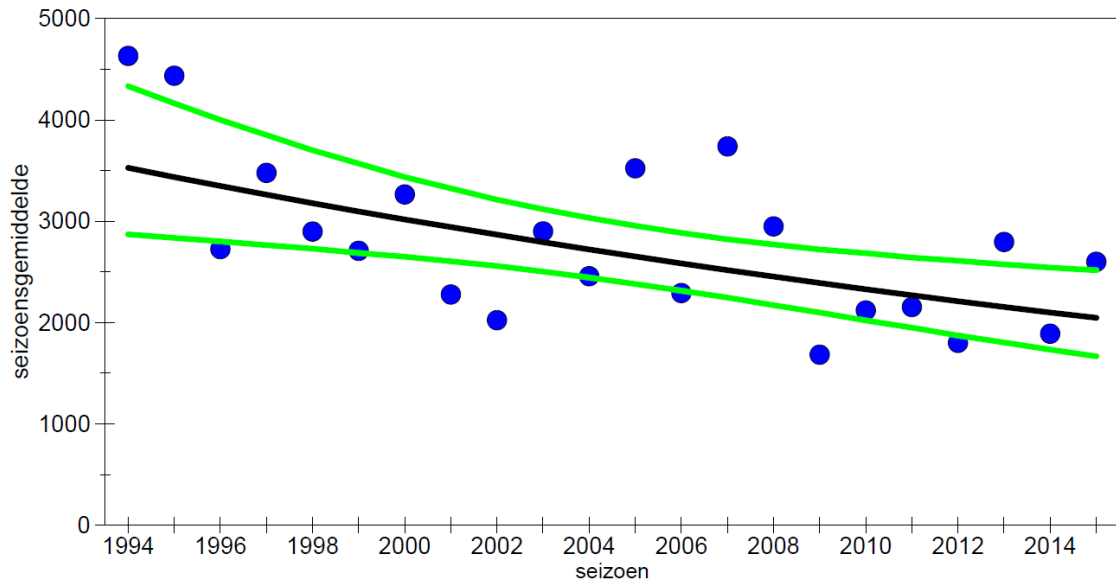
Voor de Rosse Grutto is het beeld van de proxies voor het voorjaar weinig verschillend van het beeld voor de zomer (Figuur 9-26). De meeste proxies laten ook een geleidelijke toename zien over de hele periode. Alleen de biomassa proxies gedragen zich anders met een opvallend hoge beginwaarde in 2008 en daarna een afname.

De aantallen in het bodemdalingsgebied Pinkegat/Zoutkamperlaag laten daarentegen een duidelijke afname zien vanaf 1994. Na 2008 is er misschien sprake van een toename. In de Nederlandse Waddenzee als geheel nemen de aantallen toe, maar in de Duitse en Deense Waddenzee nemen de aantallen 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).



Figuur 9-26. Verloop van de proxy plots voor de Rosse Grutto over de jaren 2008 t/m 2016 voor Pinkegat en Zoutkamperlaag op basis van de lange prooijlijst voor het voorjaar (boven) en de zomer (onder). De proxy geschikt oppervlak moet op de linker Y-as oppervlak (ha) afgelezen worden; de proxies BM\_aanwezig en BM\_oogstbaar op de rechter Y-as biomassa (ton AVD); de proxy BM\_oogstbaar\_droog op de rechter Y-as biom x droog (ton AVD); de proxy FR\_aanwezig en FR\_oogstbaar op de rechter Y-as functionele respons (ha mg/s); de proxy FR\_oogstbaar\_droog op de rechter Y-as funct.resp x droog (ha mg/s).





*Figuur 9-27. Aantalsverloop (seizoensgemiddelde) van de Rosse Grutto in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag. Het seizoen 2015 loopt van juli 2015 t/m juni 2016.*

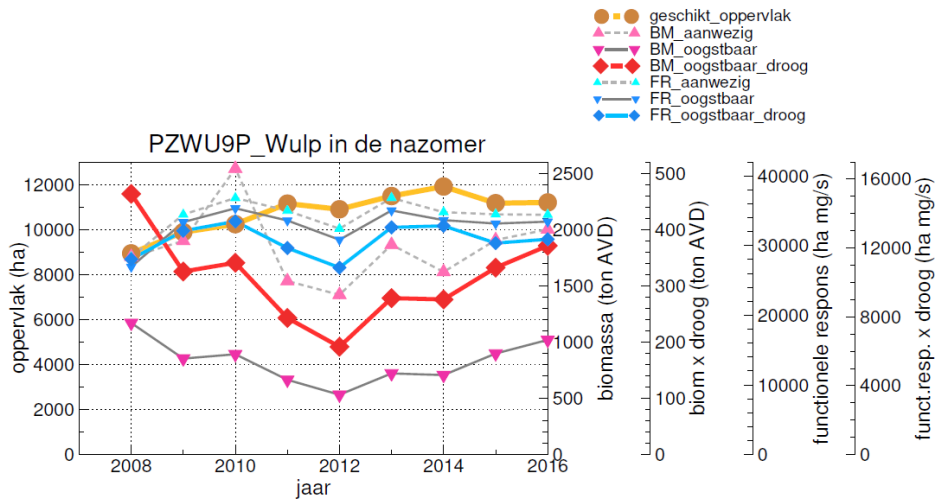
### 9.2.11 Wulp

Bij de Wulp zijn er opvallende verschillen tussen de verschillende proxies binnen een seizoen, maar ook tussen seizoenen (Figuur 9-28). Wanneer we de onderliggende diëten bestuderen, dan valt op dat de aanwezige biomassa wordt gedomineerd door Strandgaper, Zeeduizendpoot, Wadpier, Platte Slijkschelp, Nonnetje en Schelpkokerworm (Figuur 9-29). Bij de overige proxies valt op dat de betekenis van Wadpier laag is, terwijl Nonnetjes juist extra belangrijk zijn. In de biomassa proxies is ook de Schelpkokerworm belangrijk in sommige jaren, terwijl dit in de functionele proxies en in de oppervlakte proxy niet het geval is.

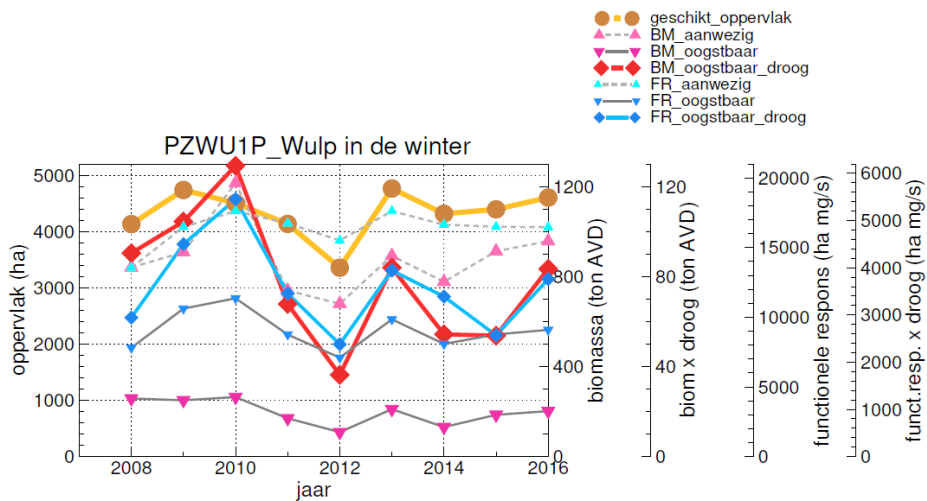
In de validatie berekening kwam de oogstbare biomassa in september als beste proxy naar voren. Echter, we hechten weinig waarde aan dit resultaat omdat het hoge aandeel Nonnetjes in het berekende dieet in deze en andere proxies vrijwel zeker een artefact is van het gebruik van de lange prooilijst voor de berekening. Braakballen van Wulpen bestaan vaak grotendeels uit schelpfragmenten van Nonnetjes. Echter, die Nonnetjes zijn niet levend gegeten, maar meestal als losse kleppen (Ens & Zwarts 1980) met als doel de spijsvertering te bevorderen (Gionfriddo & Best 1996). Van de Platte Slijkschelp worden alleen de siphonen gegeten en niet de schelp zelf (Ens *et al.* 1990). Ook het aandeel van die prooi wordt daarom waarschijnlijk overschat in de proxy berekeningen.

Het voedsellandschap voor de proxy oogstbare biomassa vertoont opvallende verschillen tussen het goede jaar 2008 en het slechte jaar 2012 (Figuur 9-30). Echter, zoals gezegd hechten we vooralsnog weinig waarde aan deze resultaten.

In de kombergingen van Pinkegat/Zoutkamperlaag nemen de aantallen Wulpen al jaren af, maar de afname lijkt iets te versnellen in recente jaren (Figuur 9-31). In de internationale Waddenzee lijken de aantallen stabiel, maar er zijn opvallende verschillen tussen landen (Blew *et al.* 2016). De aantallen die in Europa overwinteren lijken toe te nemen, maar er zijn ook aanwijzingen voor een afname van de broedpopulatie (van Roomen *et al.* 2015).

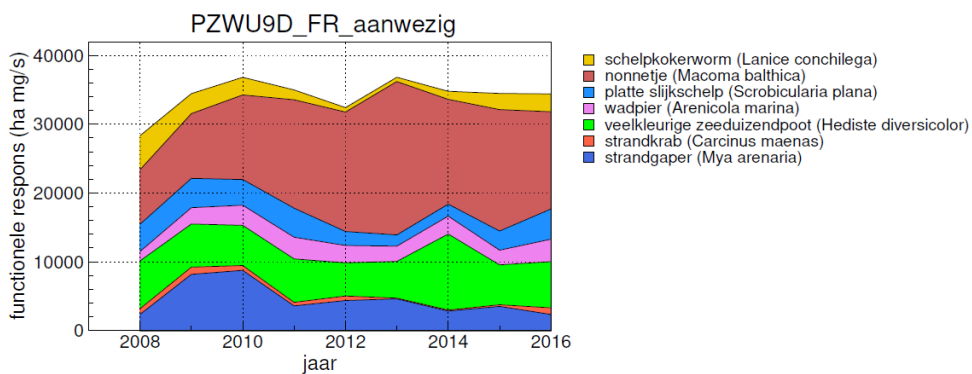
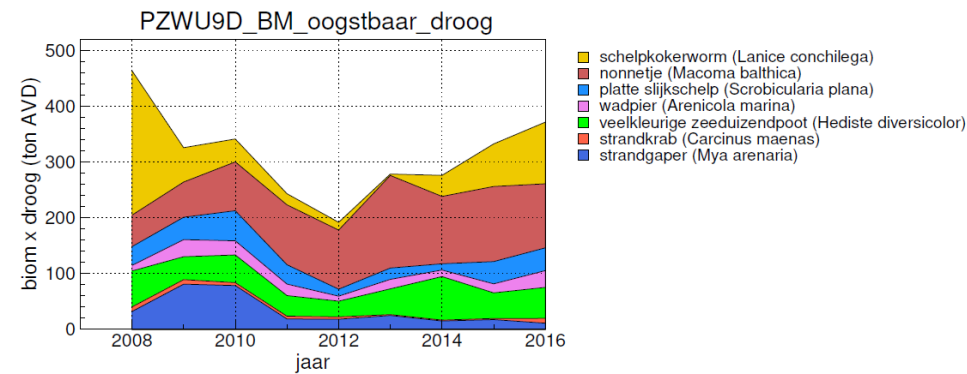
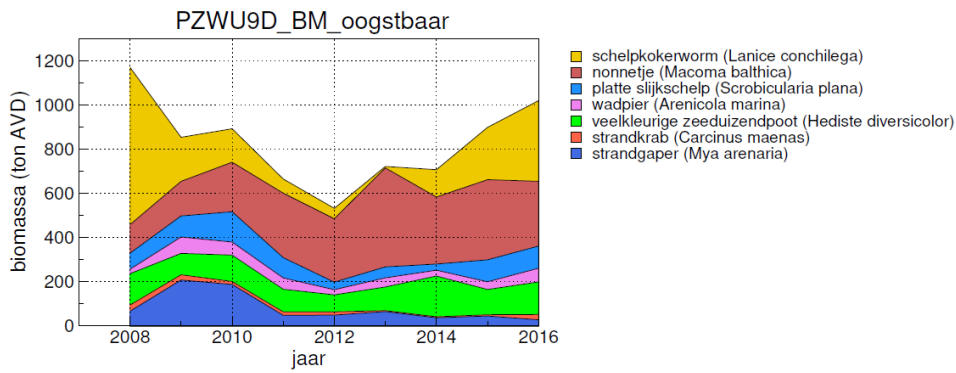
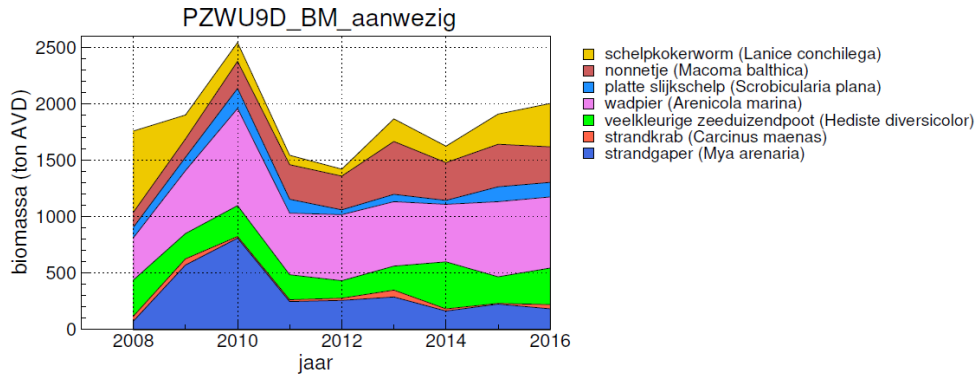


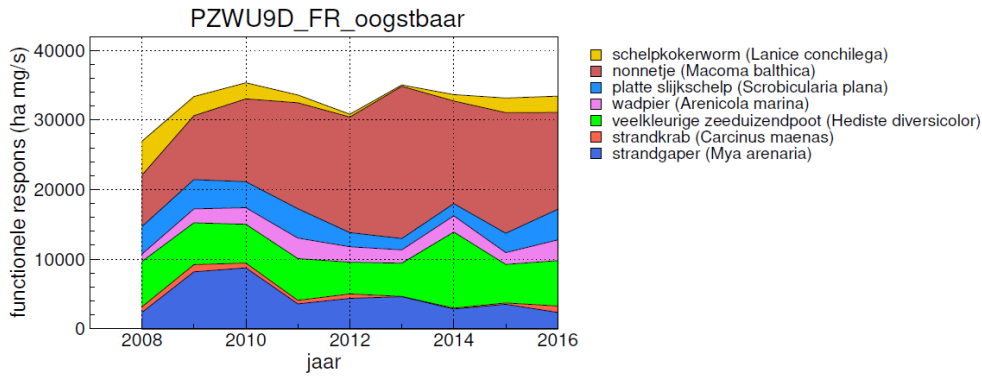
HabitatModel 1.10 14 maart 2017, 20:14 File: Monitoring\_NHW\_longPlots\_ProxyPlots\_Pinkegat\_Zoutkamperlaag\_ProxyPlots.eps, page 15



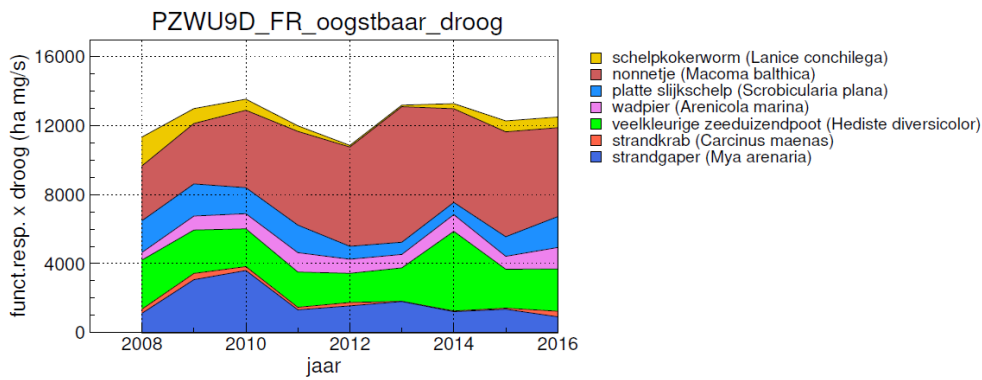
HabitatModel 1.10 14 maart 2017, 20:14 File: Monitoring\_NHW\_longPlots\_ProxyPlots\_Pinkegat\_Zoutkamperlaag\_ProxyPlots.eps, page 14

Figuur 9-28. Verloop van de proxy plots voor de Wulp over de jaren 2008 t/m 2016 voor Pinkegat en Zoutkamperlaag op basis van de lange prooijlijst voor nazomer (boven) en de winter (onder). De proxy geschikt oppervlak moet op de linker Y-as oppervlak (ha) afgelezen worden; de proxies BM\_aanwezig en BM\_oogstbaar op de rechter Y-as biomassa (ton AVD); de proxy BM\_oogstbaar droog op de rechter Y-as biom x droog (ton AVD); de proxy FR\_aanwezig en FR\_oogstbaar op de rechter Y-as functionele respons (ha mg/s); de proxy FR\_oogstbaar\_droog op de rechter Y-as funct.resp x droog (ha mg/s).

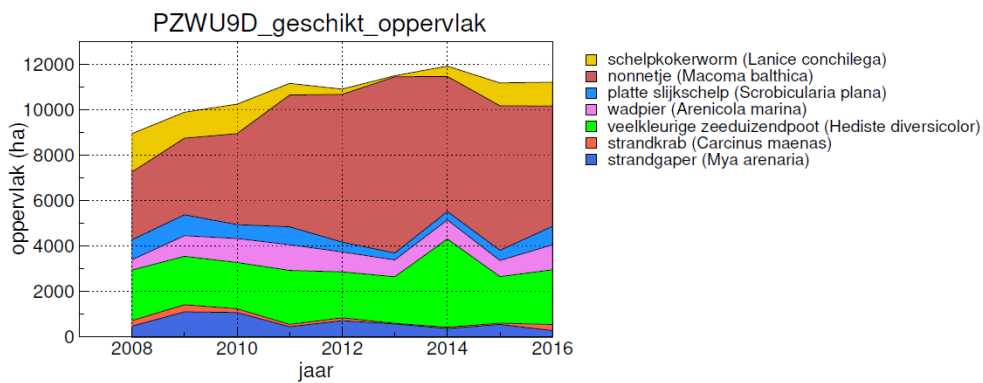




HabitatModel 1.10 14 maart 2017, 20:14 File: Monitoring\_NHW\_longPlots/WulpNazomer/PZWU9D\_FR\_oogstbaar.eps, page 1

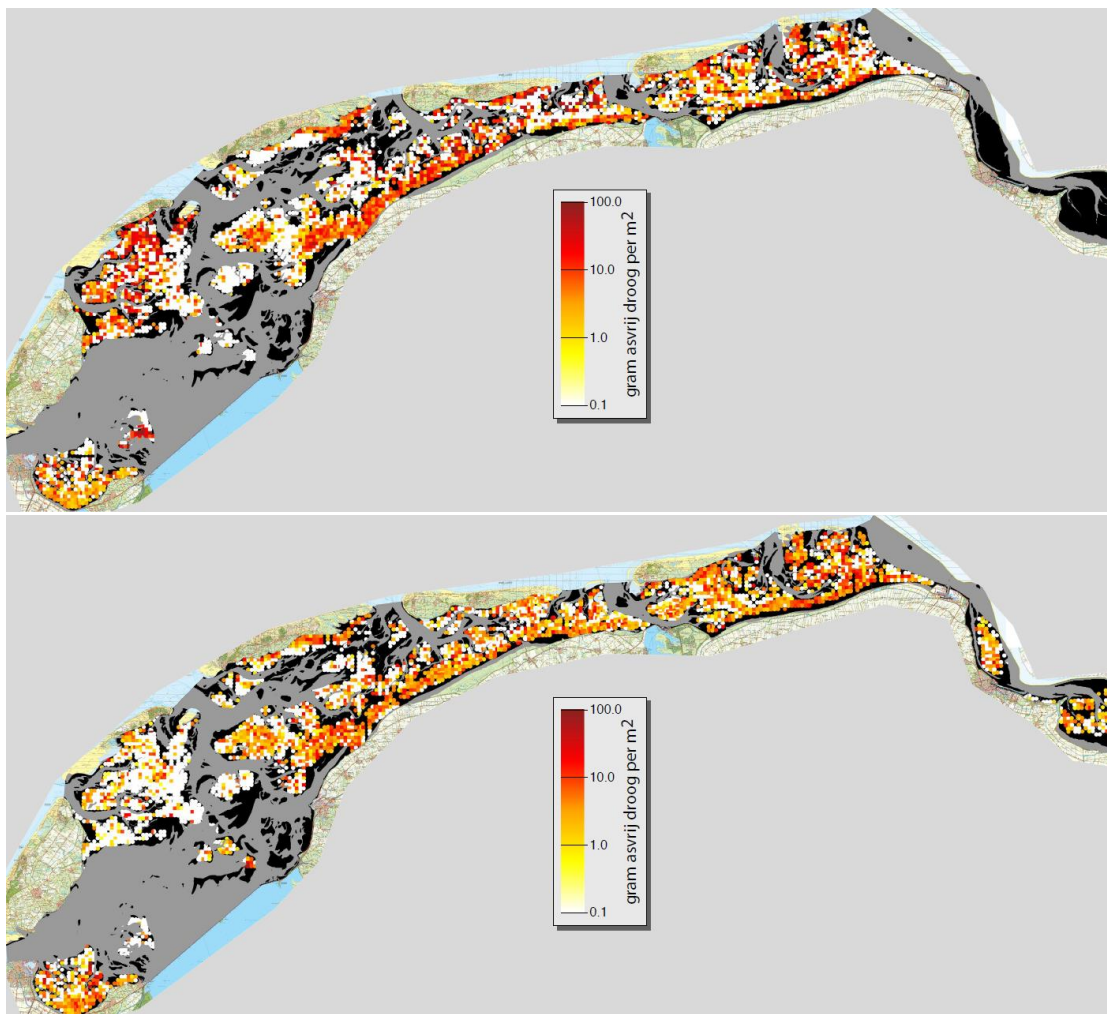


HabitatModel 1.10 14 maart 2017, 20:14 File: Monitoring\_NHW\_longPlots/WulpNazomer/PZWU9D\_FR\_oogstbaar\_droog.eps, page 1

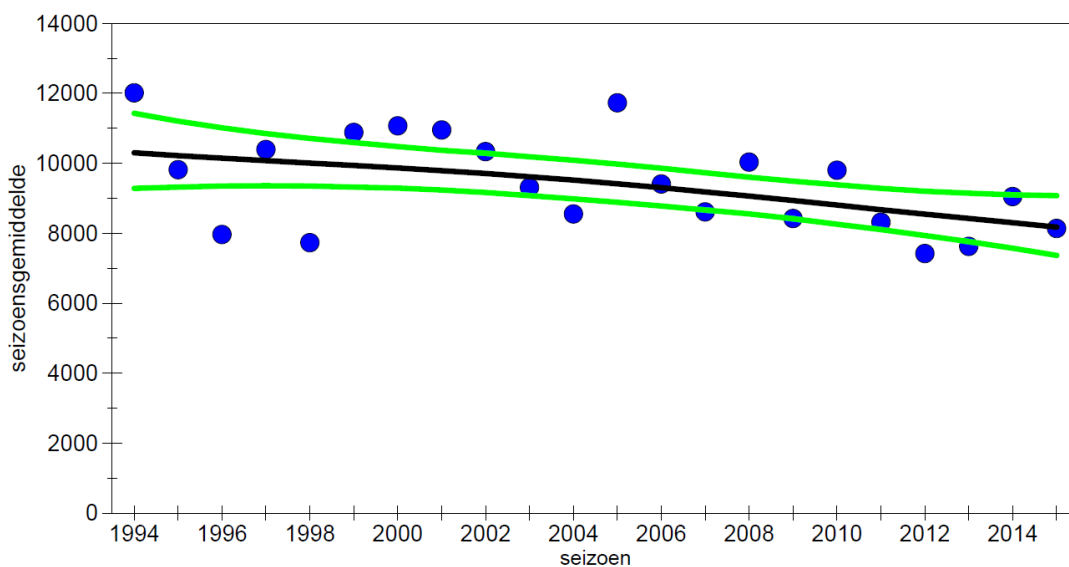


HabitatModel 1.10 14 maart 2017, 20:14 File: Monitoring\_NHW\_longPlots/WulpNazomer/PZWU9D\_geschiedt\_oppevlak.eps, page 1

Figuur 9-29. Het onderliggende dieet voor de verschillende proxies voor draagkracht voor de Wulp in het najaar. Van boven naar beneden: (a) aanwezige biomassa, (b) oogstbare biomassa, (c) oogstbare biomassa gecorrigeerd voor drooglijgtijd, (d) functionele respons aanwezig, (e) functionele respons oogstbaar, (f) functionele respons oogstbaar gecorrigeerd voor drooglijgtijd, (g) geschikt oppervlak.



Figuur 9-30. Het voedsellandschap voor de proxy oogstbare biomassa voor de Wulp in september voor 2008 (boven) en 2012 (onder).

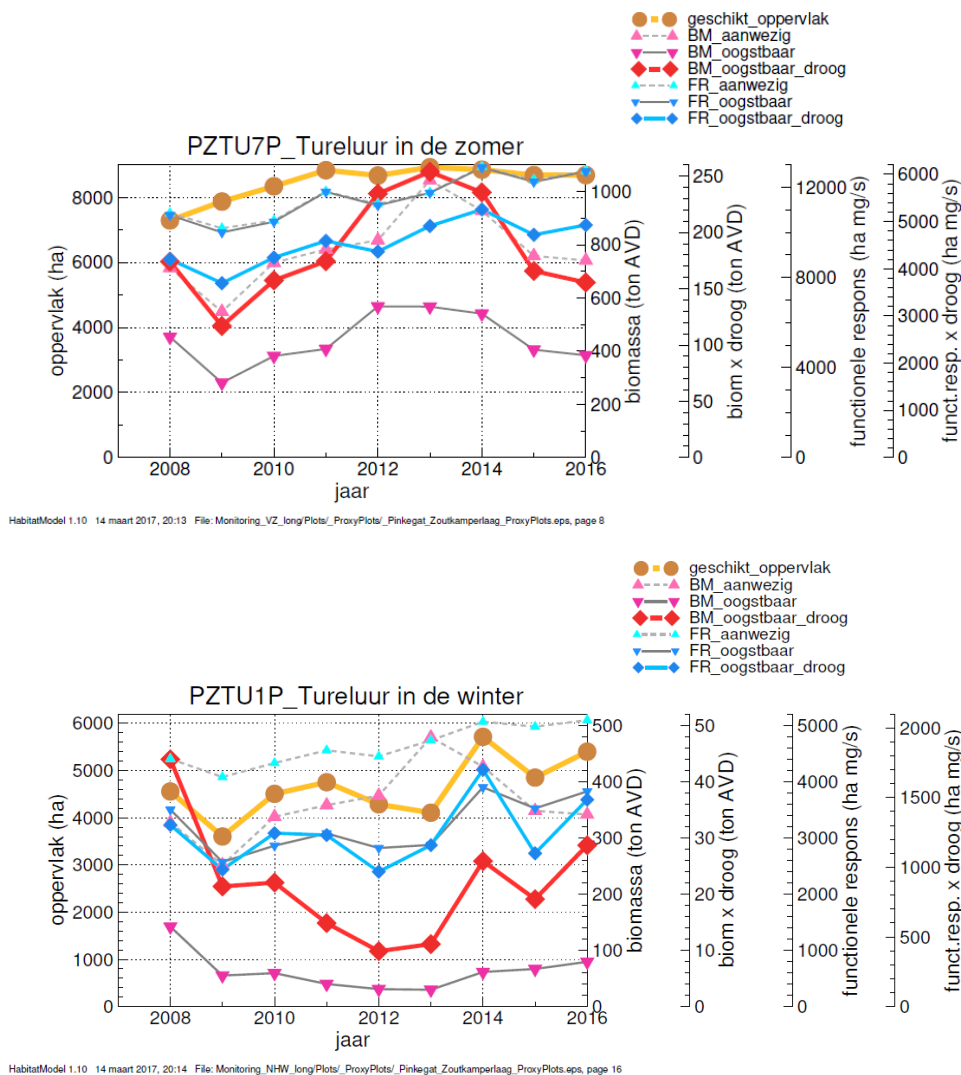


Figuur 9-31. Aantalsverloop (seizoensgemiddelde) van de Wulp in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag. Het seizoen 2015 loopt van juli 2015 t/m juni 2016.

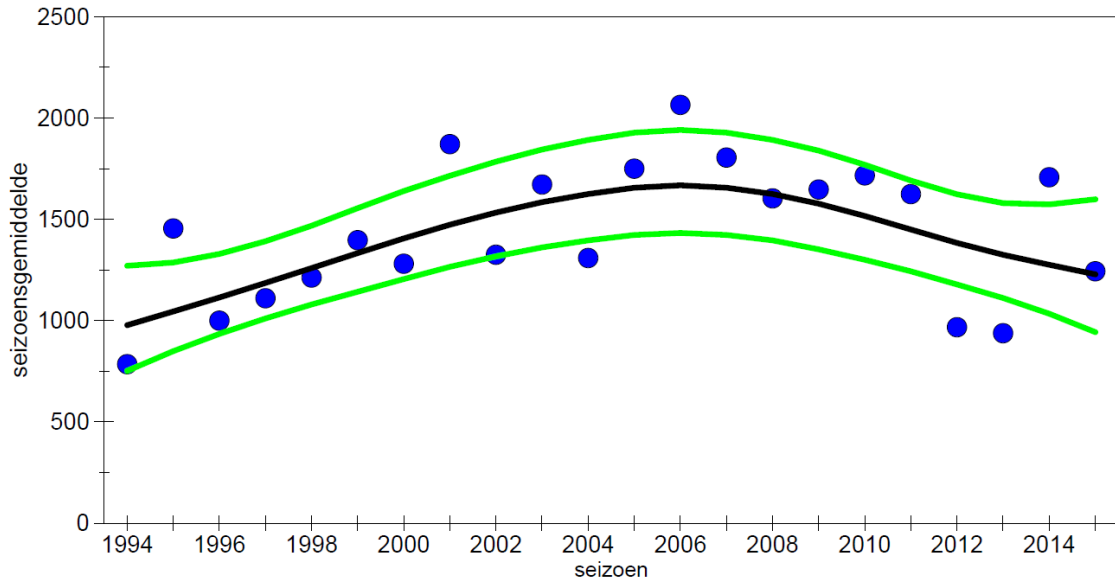
### 9.2.12 Tureluur

Bij de Tureluur zijn er opvallende verschillen tussen de verschillende proxy plots en helemaal als we zomer en winter vergelijken (Figuur 9-32). De oogstbare biomassa proxies bereiken halverwege de onderzoeksperiode een piek in de zomer, maar juist een dal in de winter.

In de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag nemen de aantallen toe in de periode 1994-2006 en daarna af (Figuur 9-33). Dit beeld strookt niet met de trend in de Nederlandse Waddenzee vanaf 1987, die positief is, en 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).



Figuur 9-32. Verloop van de proxy plots voor de Tureluur over de jaren 2008 t/m 2016 voor Pinkegat en Zoutkamperlaag op basis van de lange prooijlijst voor de zomer (boven) en de winter (onder). De proxy geschikt oppervlak moet op de linker Y-as oppervlak (ha) afgelezen worden; de proxies BM\_aanwezig en BM\_oogstbaar op de rechter Y-as biomassa (ton AVD); de proxy BM\_oogstbaar\_droog op de rechter Y-as biom x droog (ton AVD); de proxy FR\_aanwezig en FR\_oogstbaar op de rechter Y-as functionele respons (ha mg/s); de proxy FR\_oogstbaar\_droog op de rechter Y-as funct.resp x droog (ha mg/s).



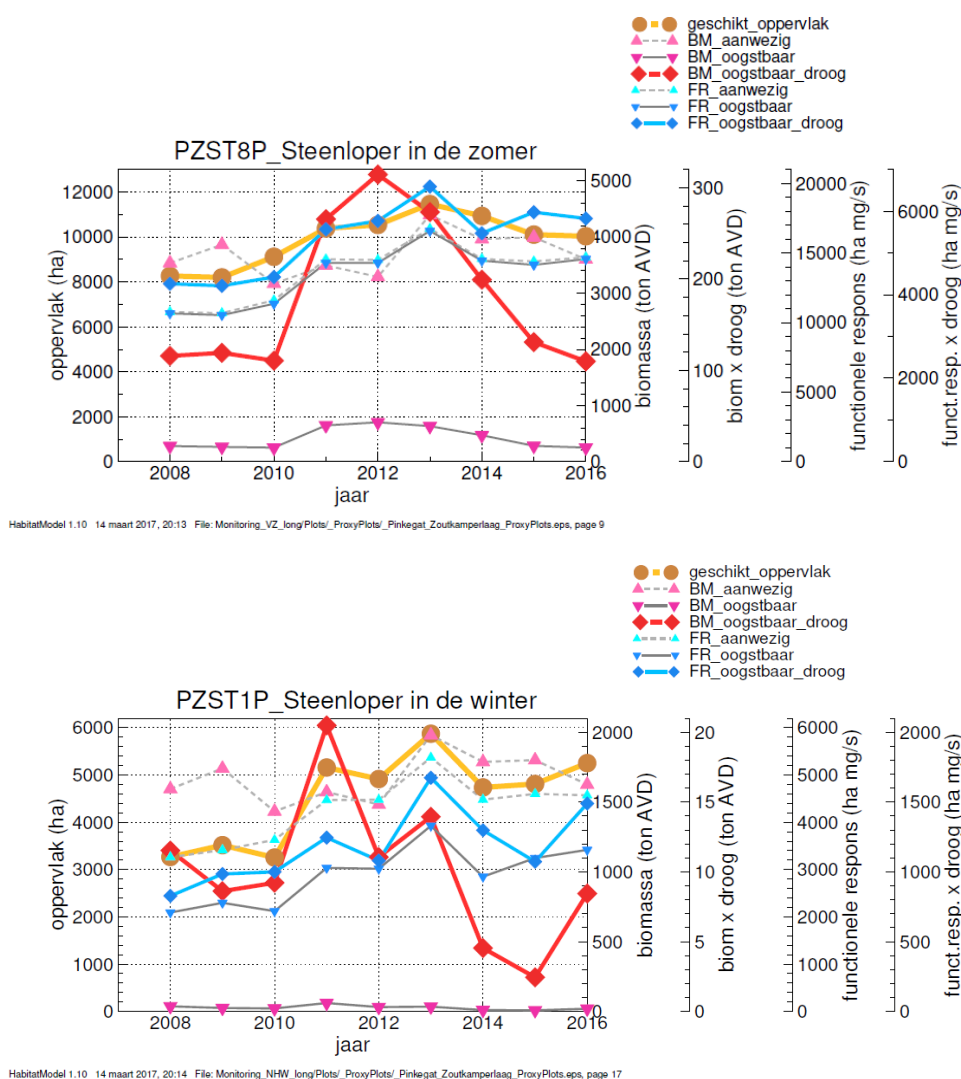
*Figuur 9-33. Aantalsverloop (seizoensgemiddelde) van de Tureluur in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag. Het seizoen 2015 loopt van juli 2015 t/m juni 2016.*



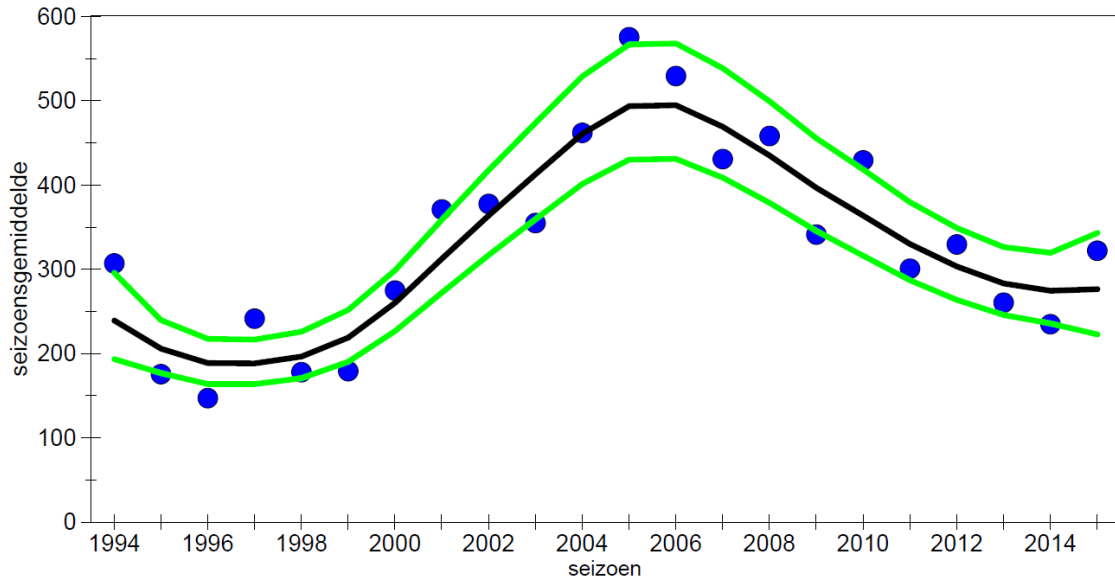
### 9.2.13 Steenloper

Bij de Steenloper vertonen de verschillende proxies voor draagkracht nogal wat variatie, zowel binnen een seizoen als tussen seizoenen (Figuur 9-34). Sommige proxies variëren zelfs meer dan een factor zes, zoals de oogstbare biomassa gecorrigeerd voor droogte in de winter.

De aantallen Steenlopers in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag nemen toe tussen 1997 en 2005 en daarna weer af (Figuur 9-35). Deze trend is vergelijkbaar met de trend in de Nederlandse Waddenzee en de internationale Waddenzee (Blew *et al.* 2016).



Figuur 9-34. Verloop van de proxy plots voor de Steenloper over de jaren 2008 t/m 2016 voor Pinkegat en Zoutkamperlaag op basis van de lange prooijlijst voor de zomer (boven) en de winter (onder). De proxy geschikt oppervlak moet op de linker Y-as oppervlak (ha) afgelezen worden; de proxies BM\_aanwezig en BM\_oogstbaar op de rechter Y-as biomassa (ton AVD); de proxy BM\_oogstbaar\_droog op de rechter Y-as biom x droog (ton AVD); de proxy FR\_aanwezig en FR\_oogstbaar op de rechter Y-as functionele respons (ha mg/s); de proxy FR\_oogstbaar\_droog op de rechter Y-as funct.resp x droog (ha mg/s).



*Figuur 9-35. Aantalsverloop (seizoensgemiddelde) van de Steenloper in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag. Het seizoen 2015 loopt van juli 2015 t/m juni 2016.*

## 10 DISCUSSIE

---

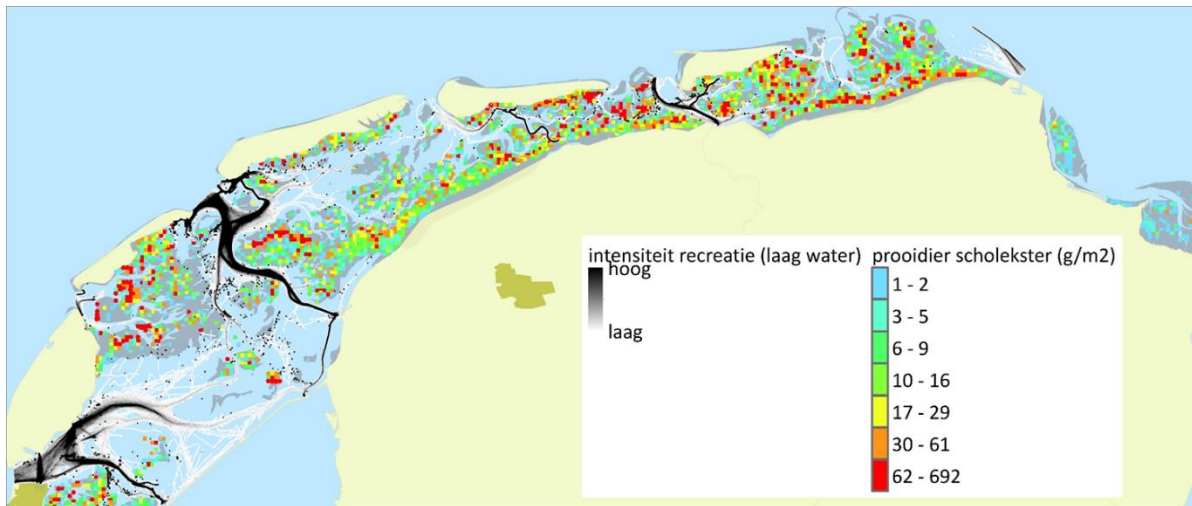
Met de werkzaamheden en metingen in het monitoringjaar 2016 is een belangrijke stap gezet op weg naar een verdedigbare signaleringsmonitoring van eventuele negatieve effecten van bodemdaling door gaswinning op de vogels in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag buiten het broedseizoen. Dit alles natuurlijk binnen de randvoorwaarden van de huidige monitoring inspanning. Met onbeperkte financiële middelen 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 vast te leggen.

Nadere beschouwing van de 38 soorten niet-broedvogels 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. Er is ook een beslisschema opgesteld onder welke omstandigheden wat betreft de ontwikkeling van proxies voor draagkracht en vogelaantallen toepassen van “Hand aan de kraan” in beeld komt.

Er is een begin gemaakt met het valideren van de proxies voor draagkracht, maar hier moet nog veel werk verzet worden. De (incomplete) gegevens leveren voornamelijk geen aanwijzingen dat bodemdaling door gaswinning een negatief effect heeft op de Scholeksters en Bonte Strandlopers die gebruik maken van de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag.

De audit commissie zou graag zien dat in de soortbeschuivingen ook andere factoren die een belangrijke rol spelen bij de aantalsveranderingen worden betrokken. Daarbij wordt gedacht aan strenge winters of andere factoren in de broedgebieden die de populatie negatief beïnvloeden. Voor de Scholekster is recent een groot onderzoeksproject gestart dat beoogt het relatieve belang en cumulatieve effect te bepalen van de menselijke invloeden op de populatie van deze soort. Het project het CHIRP (afkorting van *Cumulative Human Impact on biRd Populations*) richt zich op processen in zowel zomer als winter, zie [www.chirpscholekster.nl](http://www.chirpscholekster.nl). Eerder werden Rosse Grutto, Drieteenstrandloper en Kanoet al zeer intensief onderzocht in het kader van het project metawad [www.metawad.nl](http://www.metawad.nl) (ook Lepelaar en Rotgans zijn in dat project onderzocht, maar voor deze soorten is een effect van bodemdaling minder waarschijnlijk). Voor soorten zonder dergelijk intensief onderzoek zullen beschouwingen over de oorzaken van aantalsveranderingen uitermate speculatief blijven. In eerder onderzoek naar de oorzaken van opvallende verschillen in aantaltrends binnen de internationale Waddenzee bij een en dezelfde soort (Rosse Grutto's nemen sterk toe in Nederland, zijn stabiel in Nedersaksen en nemen sterk af in Sleeswijk-Holstein) werden maar liefst 20 verschillende hypothesen opgeworpen, die konden worden ondergebracht bij 5 hoofdcategorieën: klimaatverandering, (de)eutrofiering, directe menselijke invloeden (zoals schelpdiervisserij), veranderingen in de samenstelling van het ecosysteem (zoals een toename van exoten) en populatieprocessen buiten de Waddenzee (Ens *et al.* 2009a). Goede gegevens over de verklarende variabelen om deze hypothesen te toetsen zijn in de meeste gevallen niet beschikbaar op het juiste schaalniveau, niet toegankelijk, of ontbreken.

In het kader van het monitoringplan voor de vaarrecreatie (van der Tuuk *et al.* 2015) vormt de vaarrecreatie een uitzondering. De monitoring is in 2016 van start gegaan en dit maakt het mogelijk om het verstoringslandschap te koppelen aan het voedsellandschap (Figuur 10-1). We kunnen dus in de validatie berekeningen de (niet)beschikbaarheid van foerageergebied als gevolg van vaarrecreatie (met name door boten die droogvallen) meewegen.



*Figuur 10-1. Het voedsellandschap van de Scholekster (oogstbare biomassa) en de intensiteit van vaarrecreatie op basis van gegevens over boten uitgerust met AIS (Automatic Identification System). Bron: presentatie Erik Meijles in het kader van het monitoringplan voor de vaarrecreatie in de Waddenzee (van der Tuuk et al. 2015)*

## 11 AANBEVELINGEN

---

Er zijn nog twee technische verbeteringen van het model mogelijk:

- Verbeteren correctiefactoren voor de abiotische componenten van het wadvogelhabitat. Op basis van *expert judgement* zijn nu gebieden als geschikt of ongeschikt aangemerkt. Het verdient aanbeveling dit te baseren op objectieve gegevens over sedimenttypes waarop de verschillende soorten wel of niet foerageren, als ook op gerichte veldwaarnemingen in de betreffende gebieden.
- Voor een soort als de Steenloper vormen de mosselbanken een habitat waarbinnen onder schelpen en zeesla e.d. naar allerlei prooien gezocht wordt. Gegevens daarover zijn in deze versie van het habitat model nog niet ingebouwd.

Veruit de belangrijkste stap die nu gemaakt moet worden is om in het komende onderzoek voor de verschillende wadvogelsoorten de proxy te selecteren die het beste correleert met de draagkracht. Dit kan op verschillende manieren:

- Vergelijken van de gemiddelde verdeling van de vogels over de Waddenzee op basis van hoogwatertellingen met de verdeling die wordt voorspeld op basis van de proxies. In het kader van deze rapportage zijn al de nodige voorbereidende werkzaamheden uitgevoerd. Er moet een goede statistische methodiek worden ontwikkeld om te corrigeren voor de verschillen in grootte van de laagwaterfoerageergebieden.
- Vergelijken van de trend in vogelaantallen in het studiegebied op basis van hoogwatertellingen met de trend in draagkracht proxy. Ondertussen beginnen zich al aardige tijdreeksen te ontwikkelen.
- 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 van de validatie op basis van de hoogwatertellingen.
- Vergelijken van het waargenomen dieet met het voorspelde dieet.
- Vergelijken van draagkrachtvoorspellingen met het draagkrachtmodel WEBTICS met variatie in ruimte of tijd van de verschillende proxies.

## 12 APPENDICES

### 12.1 APPENDIX A: AMPLITUDEKAART?

InterTides bevat een methode om te corrigeren voor lokale verschillen in de amplitude van het getij. Inplaats van waterstanden  $W_i$  gemeten bij de getijdestations worden gereduceerde waterstanden  $r_i$  gebruikt die gedefinieerd zijn als

$$r_i = (W_i - z_i) / A_i,$$

waarin  $z_i$  het gemiddeld zeeniveau en  $A_i$  de amplitude van het getijde op de plaats van getijdestation  $i$ . Het resultaat van de interpolatie is een gereduceerde waterstand  $r_p$  op punt  $p$  die terug getransformeerd wordt naar een echte waterstand door middel van de het gemiddeld zeeniveau  $z_p$  en de amplitude  $A_p$  op punt  $p$ .

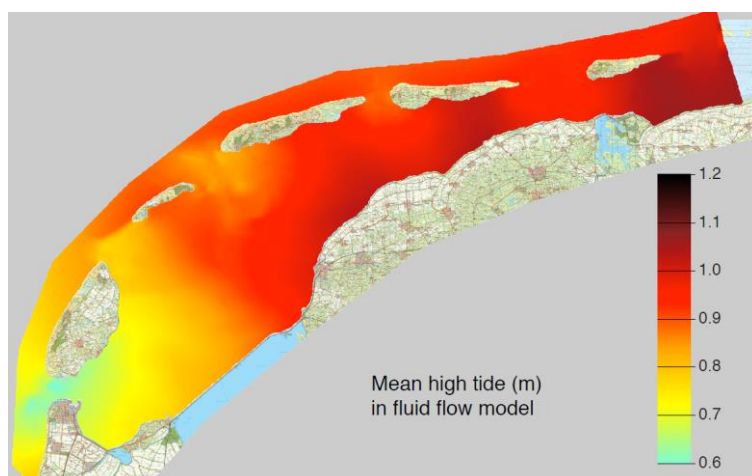
$$W_p = z_p + A_p \times r_p.$$

Om deze correctie te kunnen uitvoeren zijn dus kaarten nodig van het gemiddeld zeeniveau en de amplitude van het getij. De amplitudekaart kan een relatieve maat zijn voor de getijslag, omdat alleen de verhoudingen tussen de amplitudes op verschillende plaatsen van invloed zijn op het resultaat.

#### 12.1.1 Gesimuleerd Getij

Het getij in en rond de Waddenzee is voor de periode 2009-2011 gesimuleerd door (Nauw *et al.* 2017). De simulatieresultaten zijn beschikbaar gesteld in de vorm van een harmonische analyse voor elk van de 201584 beschouwde punten. Het getij op elk van die punten is gereconstrueerd uit de 140 opgegeven componenten en het opgegeven gemiddeld zeeniveau. Vervolgens zijn de hoog- en laagwaterstanden bepaald, zijn daarvan gemiddelden berekend, en zijn tenslotte kaarten gemaakt van de resultaten.

Figuur 12-1 is een kaart van de gemiddelde hoogwaterstand. Zoals bekend neemt de hoogwaterstand toe van west naar oost, maar er zijn ook lokale verschillen zoals bij het wantij van Ameland. Dat zijn het type verschillen dat relevant is voor de correctie van geïnterpoleerde waterstanden.

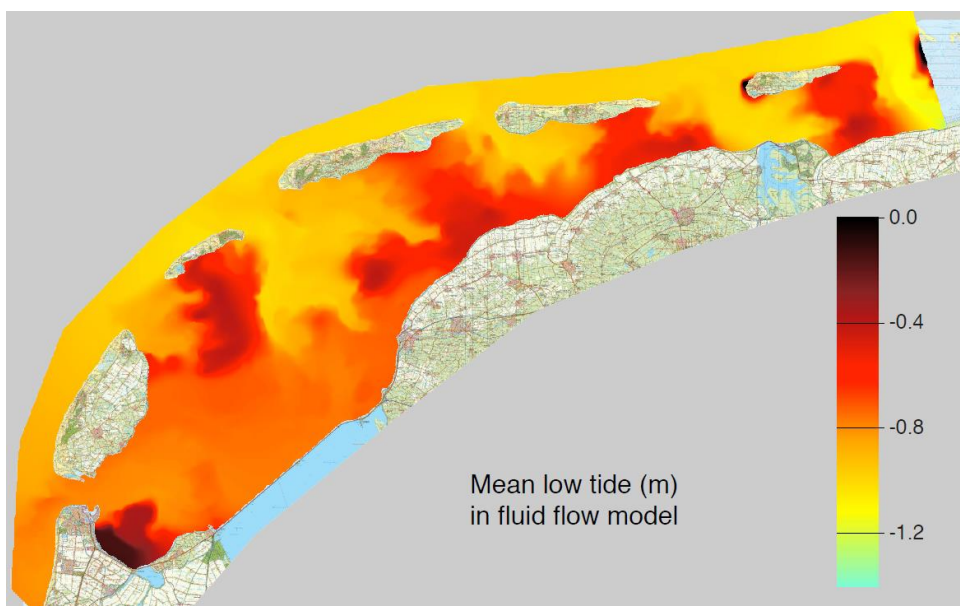


Figuur 12-1. Kaart van de gemiddelde hoogwaterstand voor 2009–2011 berekend op basis van simulaties door (Nauw *et al.* 2017).

In Figuur 12-2 staat de kaart van de gemiddelde laagwaterstand. Deze kaart laat een veel grilliger patroon zien dan die voor de hoogwaterstand. Dat is niet onlogisch gezien de grotere rol die de droogvallende platen spelen bij lage waterstanden.

Enkele observaties:

- Langs de kust is er een algehele verlaging van de laagwaterstand van west naar oost. Dat zit ook in de gemeten waterstanden en is dus correct.
- Op de wantijen achter Vlieland, Terschelling, Ameland en Schiermonnikoog ligt de gemiddeld gesimuleerde laagwaterstand rond de 0.6 m onder NAP.
- De getijdestations van Rijkswaterstaat liggen geen van alle op een plek waar deze hoge laagwaterstanden direct geverifieerd kunnen worden.



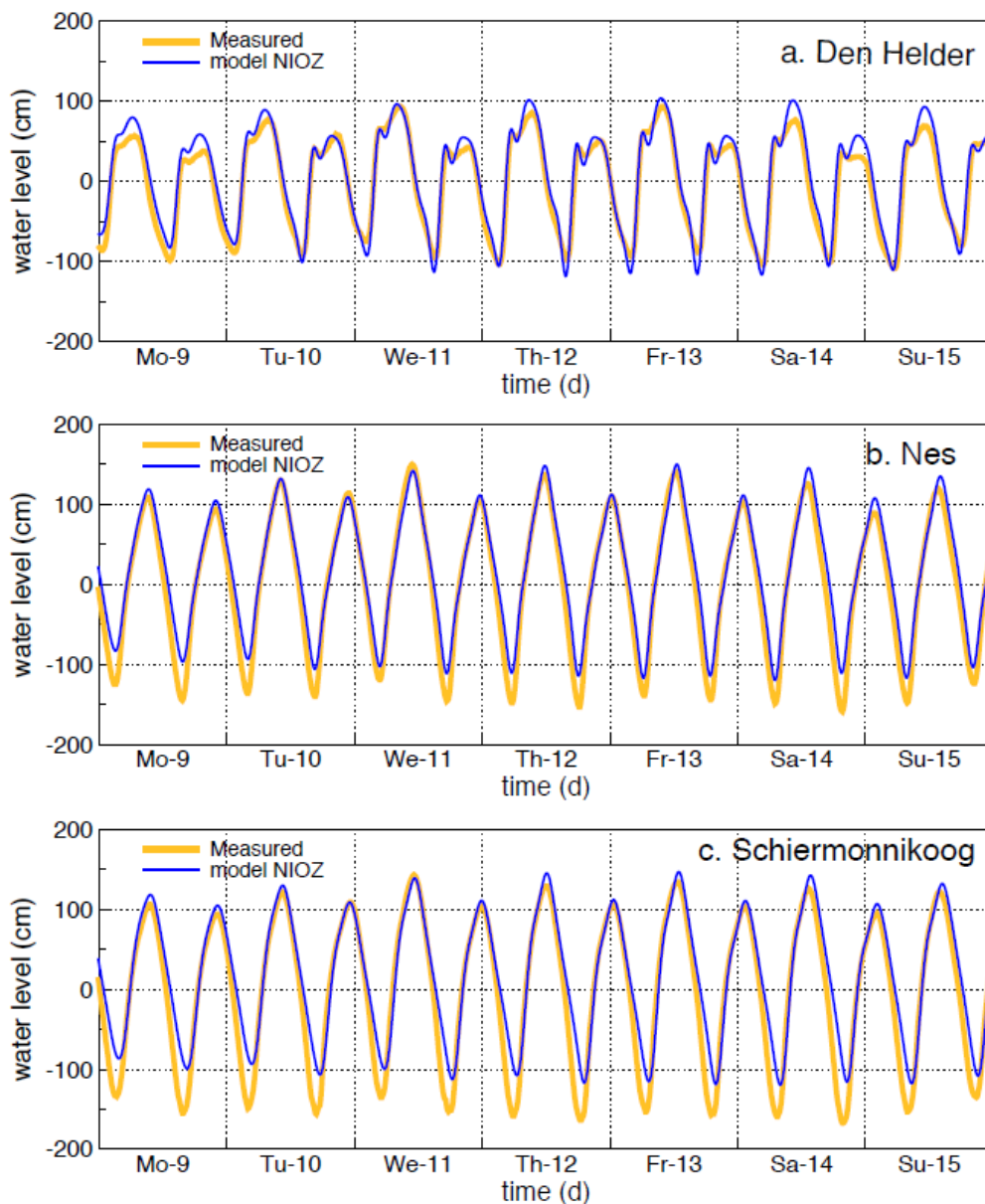
Figuur 12-2. Kaart van de gemiddelde laagwaterstand voor 2009–2011 berekend op basis van simulaties door (Nauw et al. 2017).

Een gemiddelde laagwaterstand van 0.6 meter onder NAP lijkt echter erg hoog. Er zijn daarom enkele grafieken gemaakt waarin het berekende getij vergeleken wordt met gemeten waterstanden. Er is daarvoor een week uitgekozen (week 32 in 2010) waarvoor het astronomisch getij en het gemeten getij dicht bij elkaar liggen, dus klaarblijkelijk zonder grote wind- of luchtdrukeffecten. Figuur 6.3 laat de getijcurves zien voor de stations Den Helder, Nes en Schiermonnikoog.

In Figuur 12-3a voor Den Helder zijn de verschillen tussen de berekende en de gemeten curve klein. In Figuur 12-3b voor Nes en Figuur 12-3c voor Schiermonnikoog valt een systematisch verschil op tussen de berekende en gemeten laagwaterstand. De berekende hoogwaterstanden zijn wel in overeenstemming met de gemeten waarden.

Voor Nes en Schiermonnikoog zijn de gesimuleerde laagwaterstanden te hoog. Bekijken we de posities van die stations op de kaart in Figuur 12-2 dan blijkt dat ze beide nog in "het gele gebied" liggen met een gemiddeld laagwater van rond 1m onder NAP. Op het wantij van Ameland loopt de laagwaterstand op tot ongeveer 0.6m en de vraag is nu of dat realistisch is. Om dat na te gaan is gebruik gemaakt van metingen bij de veerhaven van Holwerd uit de jaren negentig.

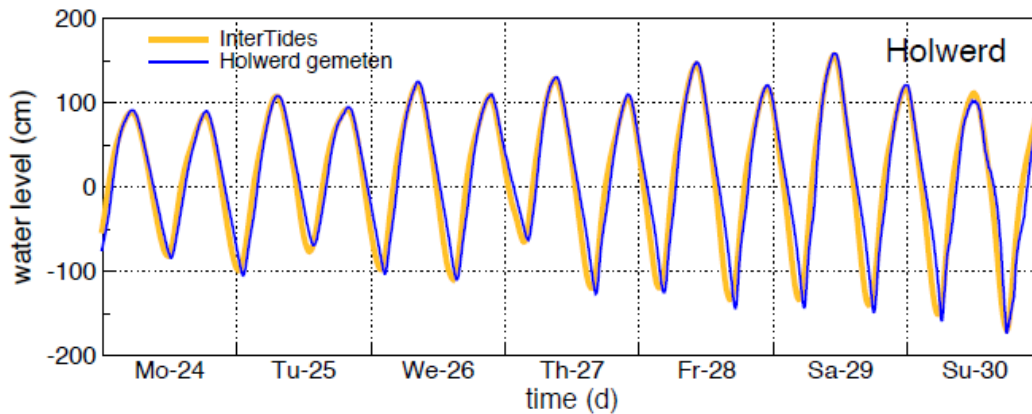




Figuur 12-3. Getijcurves voor week 32 van 2010 (9 t/m 15 augustus). De gemeten waarden zijn die van Rijkswaterstaat. De waarden voor "model NIOZ" zijn berekend met de resultaten van een hydrodynamisch model (Nauw et al. 2017).

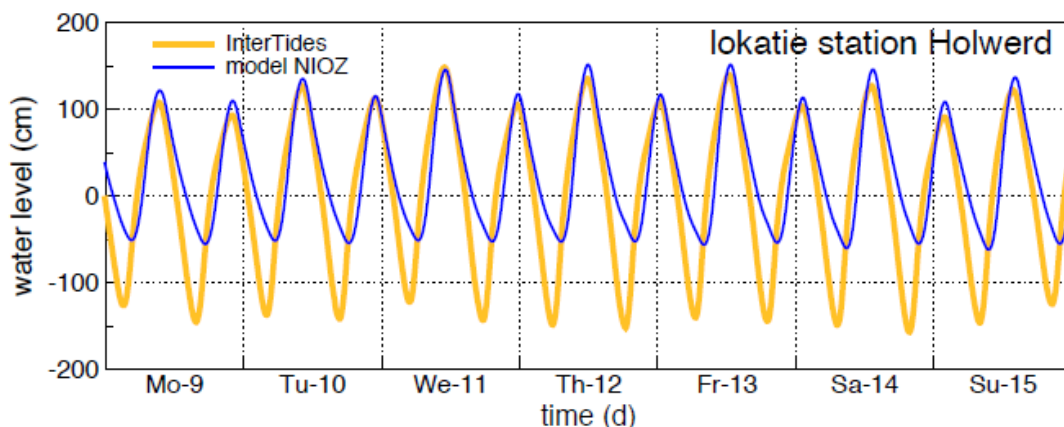
Het probleem daarbij is natuurlijk dat we voor die periode geen gesimuleerde waterstanden beschikbaar zijn. In Figuur 12-4 is daarom eerst een vergelijking gemaakt tussen waterstanden gemeten bij Holwerd en waterstanden geïnterpoleerd met InterTides voor een week met weinig wind in augustus 1992. De twee getijcurves zijn goed met elkaar in overeenstemming. De gemeten laagwaterstanden zijn wel iets lager dan de geïnterpoleerde waarden. InterTides lijkt dus een redelijke benadering van metingen bij Holwerd op te leveren.





Figuur 12-4. Gemeten waterstanden bij Holwerd voor 24 t/m 30 augustus 1992 en interpolatie met InterTides (tussen Lauwersoog, Nes en Harlingen).

Tenslotte is voor de locatie Holwerd dus een vergelijking gemaakt tussen InterTides en de modelsimulatie, weer voor week 32 van 2010. Het resultaat is te zien in Figuur 12-5. Er blijkt een duidelijk verschil in laagwaterstand dat lijkt op de verschillen in Figuur 12-3 voor Nes en Schiermonnikoog, maar veel groter. De vorm van de gesimuleerde (blauwe) curve suggereert dat het water langzaam van het wantij afstroomt. De gesimuleerde waterstand bij Holwerd daalt dan langzaam totdat de nieuwe vloed binnenkomt.



Figuur 12-5. Gesimuleerde waterstanden bij Holwerd voor 9 t/m 15 augustus 2010 en interpolatie met InterTides (tussen Lauwersoog, Nes en Harlingen).

### 12.1.2 De amplitudekaart

Figuur 12-7s de amplitudekaart berekend als het verschil tussen gemiddeld hoogwater en gemiddeld laagwater.

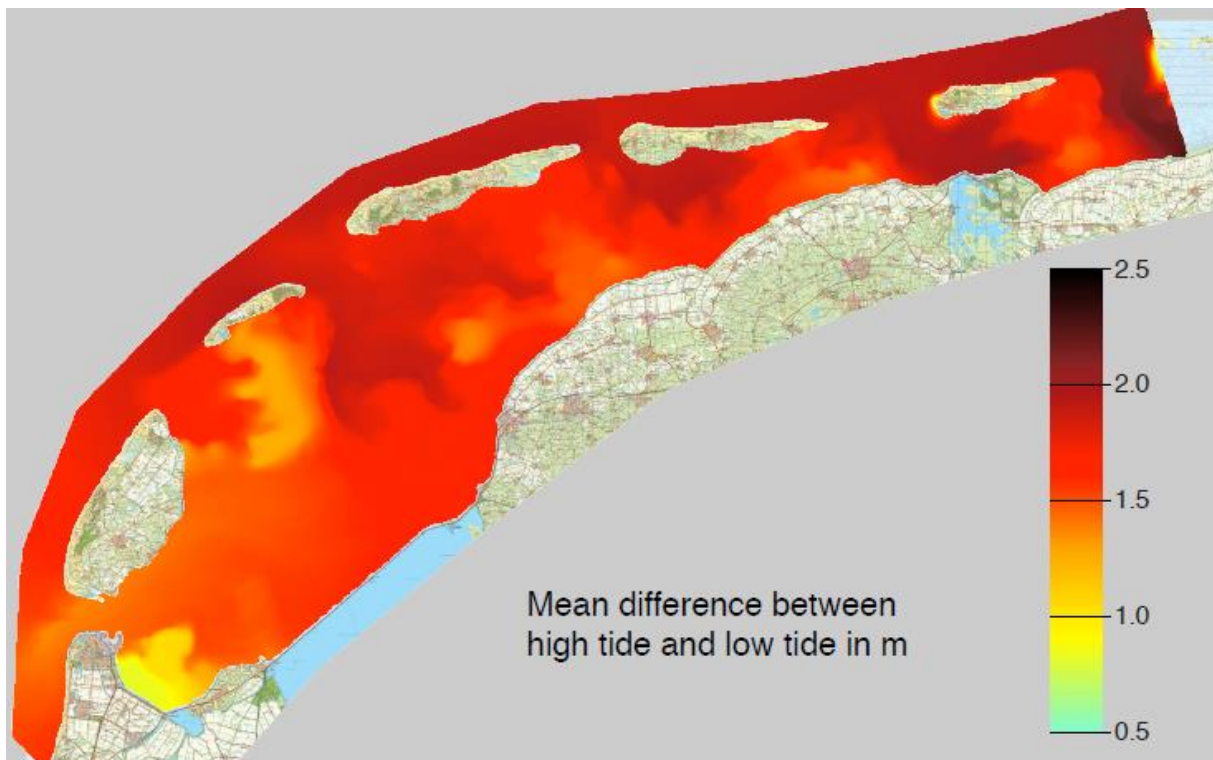
### 12.1.3 Conclusie

De hoge gesimuleerde laagwaterstanden op bijvoorbeeld het wantij van Ameland kunnen niet worden geverifieerd door directe vergelijking met gemeten waarden, omdat er op dergelijke plekken geen meetstations zijn.

In de jaren negentig is echter gedurende een aantal jaren de waterstand bij de veerhaven van Holwerd gemeten. Deze waterstanden zijn goed in overeenstemming met InterTides waterstanden gevonden door interpolatie tussen Lauwersoog, Nes en Harlingen. De hoge gesimuleerde

laagwaterstanden voor 2010 zijn in strijd met resultaten van InterTides en ook in strijd met de laagwaterstanden zoals die zijn waargenomen in de jaren negentig.

De berekende amplitudekaart is om die redenen niet in gebruik genomen. De kaart is met name bedoeld om de waterstanden te corrigeren bij wantijen en zeegaten, waar systematische verschillen met de getijdestations kunnen worden verwacht. De kaart faalt echter bij de wantijen en gebruik als correctiemiddel zal dan geen verbetering opleveren.



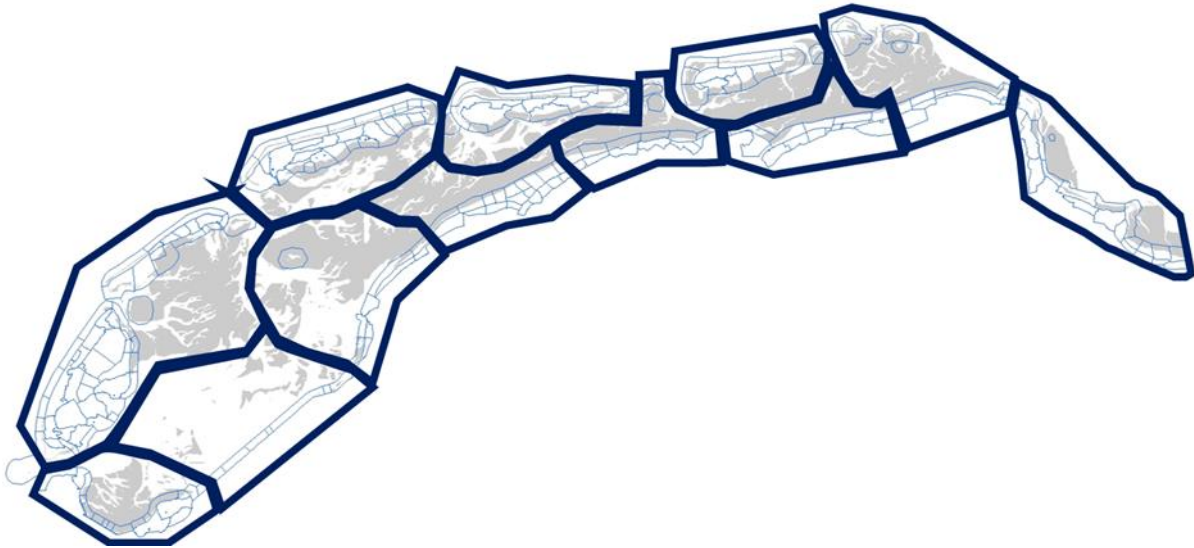
*Figuur 12-6. Amplitude kaart berekend als het verschil tussen gemiddeld hoogwater (Figuur 12-1) en gemiddeld laagwater (Figuur 12-2).*

## 12.2 APPENDIX B: GEBRUIKTE PARAMETERS INGRAAFDIEPTE

Kokke  Caeredul										
Grootte	ZomK	ZomTheta	ZomFopp	wink	winTheta	winFopp	!	ZomerMBD	winterMBD	MBD=MeanBuryingDepth(mm)
0.0	3.70	0.58	0.00	29.00	0.18	0.00	!	2.15	5.09	
3.0	3.70	0.58	0.00	29.00	0.18	0.00	!	2.15	5.09	
8.0	3.81	1.51	0.00	11.00	0.61	0.00	!	5.74	6.74	
13.0	3.92	2.38	0.00	4.00	2.10	0.00	!	9.33	8.38	
18.0	4.03	3.20	0.00	3.00	3.34	0.00	!	12.92	10.03	
23.0	4.15	3.98	0.00	2.50	4.67	0.00	!	16.51	11.67	
28.0	4.26	4.72	0.00	2.23	5.98	0.00	!	20.10	13.32	
33.0	4.37	5.42	0.00	1.86	8.05	0.00	!	23.69	14.97	
50.0	4.37	5.42	0.00	1.86	8.05	0.00	!	23.69	14.97	
Nonnetje		Macobalt								
Grootte	ZomK	ZomTheta	ZomFopp	wink	winTheta	winFopp	!	ZomerMBD	winterMBD	MBD=MeanBuryingDepth(mm)
0.0	29.00	0.17	0.00	8.44	2.61	0.00	!	5.00		
1.0	29.00	0.17	0.00	8.44	2.61	0.00	!	5.00		
3.0	3.55	2.96	0.00	8.44	2.61	0.00	!	10.50		
5.0	3.25	4.15	0.00	8.44	2.61	0.00	!	13.50	22	
7.0	2.95	5.27	0.00	8.17	3.80	0.00	!	15.55	31.00	
9.0	2.65	6.36	0.00	7.89	4.94	0.00	!	16.85	39.00	
11.0	2.35	7.73	0.00	7.62	5.91	0.00	!	18.15	45.00	
13.0	2.07	9.38	0.00	7.34	6.47	0.00	!	19.45	47.50	
15.0	1.86	11.14	0.00	7.07	6.93	0.00	!	20.75	49.00	
17.0	1.70	12.99	0.00	6.79	7.21	0.00	!	22.05	49.00	
19.0	1.56	14.94	0.00	6.52	7.52	0.00	!	23.35	49.00	
21.0	1.45	16.99	0.00	6.24	7.21	0.00	!	24.65	45.00	
50.0	1.45	16.99	0.00	6.24	7.21	0.00	!	24.65	45.00	
slijkgaper		Scrobplan								
Grootte	ZomK	ZomTheta	ZomFopp	wink	winTheta	winFopp	!	ZomerMBD	winterMBD	MBD=MeanBuryingDepth(mm)
0.0	143.55	0.17	0.00	3.48	9.20	0.00	!		32.00	
13.0	143.55	0.17	0.00	3.48	9.20	0.00	!		32.00	
18.0	143.55	0.17	0.00	6.87	6.70	0.00	!	25.00	46.00	
23.0	63.66	0.63	0.00	10.50	6.29	0.00	!	40.00	66.00	
28.0	2.75	18.55	0.00	12.00	7.92	0.00	!	51.00	95.00	
33.0	4.50	13.11	0.00	11.50	10.09	0.00	!	59.00	116.00	
38.0	8.00	7.88	0.00	10.88	11.03	0.00	!	63.00	120.00	
43.0	14.00	4.71	0.00	10.87	11.04	0.00	!	66.00	120.00	
80.0	14.00	4.71	0.00	10.87	11.04	0.00	!	66.00	120.00	
strandgaper		Mya aren								
Grootte	ZomK	ZomTheta	ZomFopp	wink	winTheta	winFopp	!	ZomerMBD	winterMBD	MBD=MeanBuryingDepth(mm)
0.0	28.00	0.18	0.00	29.15	0.17	0.00	!	5.00	5.00	
3.0	28.00	0.18	0.00	29.15	0.17	0.00	!	5.00	5.00	
8.0	1.50	6.67	0.00	9.61	1.04	0.00	!	10.00	10.00	
13.0	2.00	10.00	0.00	4.09	4.90	0.00	!	20.00	20.00	
18.0	3.00	10.00	0.00	5.50	5.82	0.00	!	30.00	32.00	
23.0	4.19	10.27	0.00	7.14	6.31	0.00	!	43.00	45.00	
28.0	6.49	9.25	0.00	8.36	7.77	0.00	!	60.00	65.00	
33.0	9.00	8.78	0.00	10.00	8.60	0.00	!	79.00	86.00	
38.0	12.00	8.17	0.00	13.29	8.05	0.00	!	98.00	107.00	
43.0	16.00	7.31	0.00	17.00	7.59	0.00	!	117.00	129.00	
48.0	20.00	6.80	0.00	21.00	7.14	0.00	!	136.00	150.00	
55.0	25.00	6.24	0.00	27.00	6.30	0.00	!	156.00	170.00	
65.0	32.00	5.47	0.00	40.00	4.78	0.00	!	175.00	191.00	
100.0	32.00	5.47	0.00	40.00	4.78	0.00	!	175.00	191.00	

## 12.3 APPENDIX C: RELATIE HOOGWATERVLUCHTPLAATSEN EN LAAGWATERFOERAGEERGEBIEDEN

Op 15 december 2015 is een eerste versie van een kaart onder experts gecirculeerd waarop de relatie tussen hoogwatertelgebieden en laagwaterfoerageergebieden is vastgelegd (Figuur 12-7).



Figuur 12-7. Kaart van de relatie tussen HVP's en laagwaterfoerageergebieden in de Nederlandse Waddenzee. Versie 1 gecirculeerd op 15 dec 2015.

Hieronder het commentaar dat werd ontvangen

### 12.3.1 Commentaar op kaart 1

#### 12.3.1.1 Johan Krol

Misschien dat de contour om Ameland aan de ZW-kant iets te ruim is omdat er dan vogels van Terschelling meegenomen worden.

#### 12.3.1.2 Marc van Roomen

Griend is voor meer soorten gekoppeld met Richel dan met NW Friesland verwacht ik (Kanoet, Rosse Grutto, Drieteen, bontje) (Richel en Griend samen nemen? En los van Friese kust)

Ik kan me nauwelijks voorstellen dat de combi Friese kust oost – Engelsmanplaat als generalisatie klopt (voor de meeste vogelsoorten/aantallen) al is het dan wel voor Wulp beschreven.

Denk dat je ook tussen Groningen oost en de Rottums een grens kan trekken.

Ik zie de vogels van de losse stukjes aan de afsluitdijk daar niet naartoe trekken, links bij Wieringen en rechts bij NW Friesland verwacht ik eerder.

Voor elke generalisatie zijn er verder natuurlijk uitzonderingen.

Ik zou ook nog wel een gedetailleerdere indeling willen zien (die niet bij voorbaat uitsluit dat je laagwater gebieden ook aan kombergingen kan koppelen, omdat andere interessante parameters juist weer per komberging worden geaggregeerd). Ik weet en snap dat die laagwatergebieden dwars over de wantijen in eerste instantie niet erg logisch zijn om aan de een of andere komberging te koppelen maar wat gaat er echt fout? Dat zou ik met onderzoek naar de gedetailleerdere koppeling tussen HW en LW gebieden wel uitgezocht willen zien.

### 12.3.1.3 Meinte Engelmoer

Samenvoegen Texel en Vlieland lijkt verstandig.

Worden Richel en Griend niet door dezelfde populaties bevolkt? Er vindt altijd veel uitwisseling plaats, toch?

Ik betwijfel of een aparte Afsluitdijk polygoon zin heeft. De westelijke droogvallende platen kunnen prima bij het Balgzand en de oostelijke bij de Harlinger kust.

Alle WG2700-telgebieden zouden wat mij betreft met Griend kunnen worden samengevoegd. Tenslotte zitten de kanoeten van Griend tot bij Zwarte Haan.

De WG2600-telgebieden vormen ook een eenheid met het wad er voor.

Samenvoegen van de WG2500-telgebieden met Engelsmanplaat is ook wat mij betreft juist. De logische oostgrens zou wat mij betreft op de haven van Lauwersoog moeten komen te liggen.

En is de uitwisseling tussen Simonszand en Schier wel zo groot, dat ze in dezelfde polygoon komen te zitten? Of is er meer overlap met Rottum? Ik heb eigenlijk geen idee waar de overtuigende populaties van Simonszand vooral zitten te foerageren.

### 12.3.1.4 Bernard Spaans

Ik vrees dat het op veel locaties toch wel wat gecompliceerder ligt dan je in eerste instantie denkt.

Ik denk dat je gebieden voor een soort als de Scholekster in grote lijnen wel bruikbaar zijn maar dat deze soort eerder uitzondering dan regel is.

Ik heb ik m'n veld-actieve leven de sterke indruk gekregen dat voor veel wadvogels het overtijen in begroeide, wat onoverzichtelijke gebieden (kwelders bijvoorbeeld) minder aantrekkelijk is geworden en dat kale zandplaten (zoals De Hors, De Vliehors, Richel, Blauwe Balgje, Engelsmanplaat en Simonszand) populairder is geworden. Ik denk dat de terugkeer van de Slechtvalk daarbij een belangrijke rol speelt. Die valken kunnen ze niet vermijden (want ze zijn daar waar de vogels zijn) maar dan kun je het best zorgen dat je ze goed kunt zien aankomen dus bijvoorbeeld op een kale zandplaat.

Een paar illustraties:

Zo komen er bij opkomend water zeer veel wadvogels bij elkaar rond Griend (die tot aan de friese kust fourageren) maar zodra de vogels door het opkomende water te dicht tegen Griend aangedrukt worden vertrekt vrijwel alles (behalve de schollies) naar de Richel! Het gaat hier o.a om kanoeten, bontjes, drietenen, rosse grutto's zilverplevieren en wulpen. Dit gebeurt elk hoogwater; alleen als door omstandigheden het HW laag uitvalt blijven er veel steltlopers rond Griend overtijen.

Ik heb vele malen grote groepen kanoeten met opkomend water langs Texel richting N zien vliegen (mijn interpretatie: van fourageergebied Balgzand naar HVP op de Hengst/Vliehors) Veel op het Balgzand fouragerende steltlopers overtijen tegenwoordig op de Hors en/of de Razende Bol.

Ik ben meerdere keren in mei een paar dagen op Rottumerplaat geweest en daar overtijden opvallend weinig steltlopers, die gaan allemaal naar het Simonszand en/of de oostpunt van Schier. Ik had de indruk dat dat te maken had met het frequent jagende broedpaar van de Slechtvalk op Plaat.

Ik heb meerdere keren nadat ik gedurende het winterhalfjaar een weekje op Griend gekleurde Rosse Grutto's had afgelezen, 1 of 2 van de afgelezen individuen in de daaropvolgende week op het wad ten zuiden van de Schorren en ter hoogte van de Bol op Texel waargenomen. Dit laat zien hoe groot het door hen gebruikte gebied is (kan zijn).



Kortom, de zeegaten lijken (met hun kale zandplaten) eerder vaak het centrum van het foerageergebied van veel wadvogels dan de grens ervan.

Hoe je, zonder uitgebreid onderzoek, je kaartje kunt verbeteren, lijkt me erg lastig maar je zou kunnen uitgaan van de huidige grootste wadvogel-hoogwater-concentraties en deze als het middelpunt van het foerageergebied nemen.

#### **12.3.1.5 Kees Rappoldt**

Hierbij wat ik weet van de situatie op West-Ameland. Het is denk ik een goed voorbeeld van het soort van zaken waar Bernard op duidt.

De kwelder ten zuiden van Hollum is wat aan de kleine kant voor alle steltlopers. Vooral bij hogere vloed vliegt daarom een behoorlijk deel van de vogels naar de Blauwe Balg. Wellicht mede omdat ze dan, zoals Bernard suggereert niet worde gedwongen om in de vegetatie te zitten. Wij zijn daarom enige jaren geleden begonnen met het tellen van de hoogwatertrek van Ameland naar de Blauwe Balg en wij administreren het resultaat als een apart telgebied "BB" voor de "Amelandse" wadvogels. Het betrof enkele jaren geleden vooral Scholeksters en Bontjes, maar tegenwoordig doen de meeste soorten daaraan mee. Het is er dus allemaal niet eenvoudiger op geworden. Omdat wij onze hoogwatertellingen primair doen om het aantal wadvogels dat onder Ameland foerageert te meten houden we e.e.a. bij zodat onze aantallen vergelijkbaar blijven met die van vroeger.

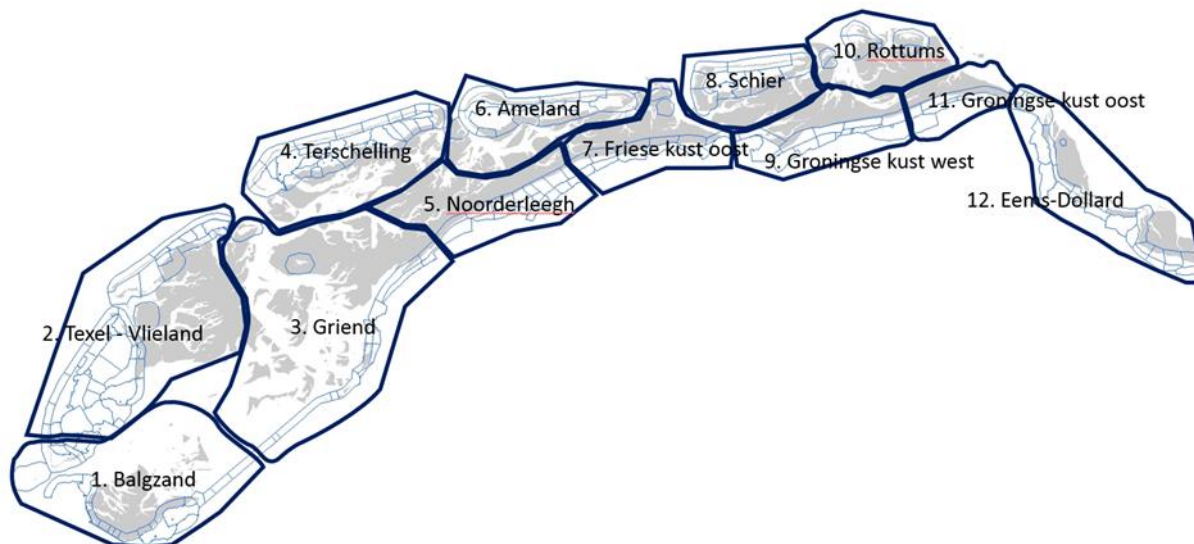
Het is al vaker gezegd, maar wat wij aan het Sovon doorgeven is helaas iets anders, omdat het Sovon wil weten wat er tijdens hoogwater op de hoogwatervluchtplaatsen zit. Wat er op de Blauwe Balg zit tijdens hoogwater wordt apart doorgegeven door Jan de Jong die dat vanaf de Krukel telt. En wij trekken dus van onze aantallen voor West-Ameland de Blauwe-Balg hoogwatertrek af, zodat geen dubbeltelling van de vogels op de Blauwe Balg ontstaat. Dat heeft tot gevolg dat Sovon aantallen voor West-Ameland een onjuist beeld zullen gaan opleveren van het aantal wadvogels dat onder Ameland foerageert. Maar zolang de Sovon administratie niet is ingericht op dit soort zaken lijkt het me heel moeilijk om dat allemaal beter te doen. In de toekomst kan het wellicht een keer worden rechtgezet allemaal. Maar het gaat hier niet om verwaarloosbare fouten: soms geven wij 0 Scholeksters door aan het Sovon omdat alle 10000 vogels zijn doorgevlogen naar de Blauwe Balg.

Overigens zal ook de verspreiding tijdens hoogwater, zoals die dus door het Sovon wel wordt gemeten, enigszins biased zijn, omdat de tellingen noodgedwongen altijd overdag en rond springtij plaatsvinden. De Amelandse vogels overtijden immers meestal gewoon op Ameland, maar juist met verhoogde waterstanden overdag (tijdens de tellingen dus) gaan er veel naar de Blauwe Balg.

Voor wat betreft de Sovon gegevens en de grens tussen Ameland en Terschelling is er dus niet echt een oplossing op dit moment. Of je telt de Blauwe Balg bij Ameland, maar dan tel je ook "Teschellinger" vogels mee bij Ameland. Of je telt de Blauwe Balg bij Terschelling en dan zijn de Amelander aantallen te laag. Of de fouten die uiteindelijk gemaakt worden ten gevolge van dit soort problemen een vergelijking met het habitatmodel in de weg staan vraag ik me overigens af. Ik denk dat wij ons moeten concentreren op belangrijke verschillen tussen kust en eilanden, en tussen oost en west. Ik denk niet dat de gemaakte fouten zo'n vergelijking dan in de weg staan, zolang we de verschillende gebieden groot genoeg nemen. We zouden er bijvoorbeeld voor kunnen kiezen om Ameland en Terschelling samen te nemen, als het midden van de rij eilanden, maar dat kan ook achteraf.

#### **12.3.2 Commentaar op kaart 2**

Op basis van het commentaar is een aangepast voorstel gedaan (Figuur 12-8). Dit is wederom gecirculeerd onder experts. Van Arjen Dijkstra werd uitgebreid commentaar ontvangen.



Figuur 12-8. Kaart van de relatie tussen HVP's en laagwaterfoerageergebieden in de Nederlandse Waddenzee. Versie 2 van 14 januari 2016.

### 12.3.3 Reactie Arjen Dijkstra

Ik vind het erg lastig om hier een reactie op te geven. Allereerst hebben wij nooit specifiek hier tijd in gestoken. We doen wel laagwatertellingen en hoogwatertellingen en dan vallen zaken wel op, maar dit is nooit gedocumenteerd. Daarnaast zien we vaak grote verschillen in aantallen vogels en soorten bij diverse verschillende tijen. Volgens mij komt dit voor een groot deel door de ligging van bepaalde hogere delen van platen, maar ook door de aanwezigheid van mosselbanken welke vaak ook verhogingen ten opzichte van het gebied zijn. Vaak zien wij bijvoorbeeld Scholeksters van hvp's komen en bij afgaand tij op een mosselbank gaan zitten. Bij het zakkende water gaan deze van de mosselbanken en foerageren in de directe omgeving daarvan. Bij opkomend water gaan ze nog even op de bank zitten en wanneer deze onder water verdwijnt trekken ze richting hvp. Dit zien we ook bij hoge zandruggen, tussen rustplekken lijken het. Naast de factor voedselaanbod is dit een vrij belangrijke factor. Van hoog naar laag en weer terug foerageren, met het tij mee dus, verlengd de foerageertijd en wellicht is dit even belangrijk dan hoge dichtheden voedsel?? Verder denk ik dat Wanneer je het echt goed in kaart wilt brengen de gebieden in de directe omgeving van vasteland hvp's wel vrij duidelijk lijken. De eilanden en de daartussen liggende zandplaten is al iets moeilijker. maar het deel zandplaten halverwege de vaste wal en eilanden is echt schemerig, deze lijken met een bepaalde inspanning wel in kaart te brengen, al zal je het nooit geheel dekkend krijgen vanwege dynamiek, voedselaanbod e.d.

#### 12.3.3.1 Schiermonnikoog

Ik denk dat de oost en zuid lijn vrij goed zijn, al kan er bij bepaalde tijen een verschuiving zijn. Op het brakzand ligt een verhoging (SE van meetpaal) welke momenteel op 75 centimeter boven NAP ligt. Bij deze verhoging blijven bij tijen tot 90 cm veel vogels "hangen". Wulp maar ook bergeenden blijven zitten, bij tijen lager dan 75cm blijven ook scholekster zitten. Dit deel heeft een functie als "tussen hvp" voor het gehele gebied tussen Schiermonnikoog en de vaste wal. Omdat deze verhoging steeds hoger wordt schat ik in dat het gebruik van de eiland of vaste wal hvp verschuift. De lijn zuid van schier vind ik dan ook lastig inschatten, een soort tussencirkel erbinnen, zo zie ik het bij lagere tijen. Scholekster en wulp welke rond het rode hoofd foerageren gaan volgens mij voor een groot deel richting de Engelsmanplaat (deels rif van schier), voor deze soorten lijkt de lijn over de Zoutkamperlaag dus niet goed te liggen. Ook deze trekrichting heeft volgens mij te maken met de hoogte van het Rode hoofd (70CM boven NAP)

### *12.3.3.2 Engelsmanplaat/Rif*

Er is behoorlijk uitwisseling tussen de westzijde van Schiermonnikoog, Roode hoofd en de Engelsmanplaat. Ook tussen het Holwerderbalg gebied en Engelsmanplaat is uitwisseling. Het Bultje fungeert hier als tussenliggende hoogte tot 70+ als hvp voor m.n. wulp. Tot waterstanden van 1 meter boven NAP is de Engelsmanplaat de belangrijke hvp, daarboven verschuiven de vogels naar het rif. Het gebied waarbinnen de Engelsmanplaat ligt lijkt mij te groot aan de westzijde. Dieren die in de westelijke punt zitten hebben meer een uitwisseling met Ameland en Holwerder oost kwelder.

### *12.3.3.3 Ameland*

De zuidwestpunt van het gebied waarbinnen Ameland ligt is volgens mij veel te groot. Ik zou de lijn over het dantziggat, en vandaar naar de westzijde van de Blauwe balg verschuiven, al is dit ook weer soort afhankelijk. Vogels van de Piet scheve plaat en de Hoge wier hebben een vrij duidelijke uitwisseling met de vaste wal kwelder.

Voor soorten als bontje, kanoet e.d. kan de blauwe balg op bepaalde momenten een vrij belangrijke functie hebben (juli/augustus erg hoge aantallen kanoet) bij diverse tellingen zagen we soortgelijke hoeveelheden later terug zuid van het oosterom. Maar de Blauwe balg heeft voor Scholekster, wulp, rosse grutto ook weer een functie voor vogels welke van vrijheidsplaat/hessing komen. Met name wanneer er verstoring langs de feugelpolle optreed zien we wulp en Rosse grutto maar ook scholekster vanaf die kant richting blauwe balg gaan. De blauwe balg heeft voor mijn gevoel met name bij hoge tijden een belangrijker functie voor bonte strandloper (novembertellingen zijn hoog) terwijl de plaat dan nauwelijks boven water staat, op die momenten is er uitwisseling met zowel Ameland als Terschelling. De tussen lijn van de gebieden waarbinnen Ameland en Terschelling liggen zijn wat mij betreft dan ook vrij vaag, al weet ik wel dat de Blauwe balg voor een deel in juli en augustus tijdelijk een vrij grote functie heeft voor het zuidwestelijke gelegen gebied tussen de BB en het Abt.

### *12.3.3.4 Terschelling*

De oostzijde van het gebied waar Terschelling binnen ligt, Noord van het Oosterom heeft een duidelijke uitwisseling met Terschelling (boschplaat, koffieboonplaat). Ten zuiden van het Oosterom verschilt dat per seizoen, maar ik zou de lijn iets zuidelijker neerleggen (halverwege abt/oosterom). Reden hiervoor is volgens mij dat het een soort van kommetje betreft welke erg lang onder water blijft. Ten noorden van het abt zit een iets hoger deel. De lijn die nu de scheiding tussen Ameland en Terschelling aangeeft is ook een hoge rug, dit zijn de "buitenranden" van deze kom. Naar deze hogere delen foerageren de vogels toe, wat volgens mij dan ook de keuze tot hvp beïnvloed.

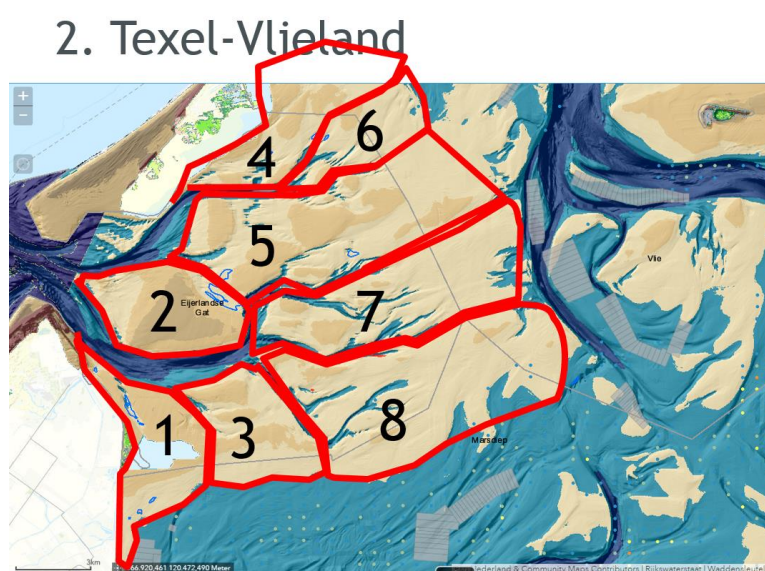
### *12.3.3.5 Fryslan buitendijks: (gebied waar ik een minder beeld bij heb overigens)*

Voor mij is de scheidingslijn bij de Zwarte haan niet een heel erg harde lijn omdat de Westhoek ook vrij veel vogels trekt. De lijn bij Holwerd geldt hetzelfde voor. Hier zien we veel scholekster vanaf de Holwerderwestpolder via een mosselbank noord van de pier naar het oostelijke deel schuiven, terwijl de tureluur deels via de oostpolder naar de plaat noordwest van de pier schuiven.



## 12.4 APPENDIX D: BENUTTING WADPLATEN

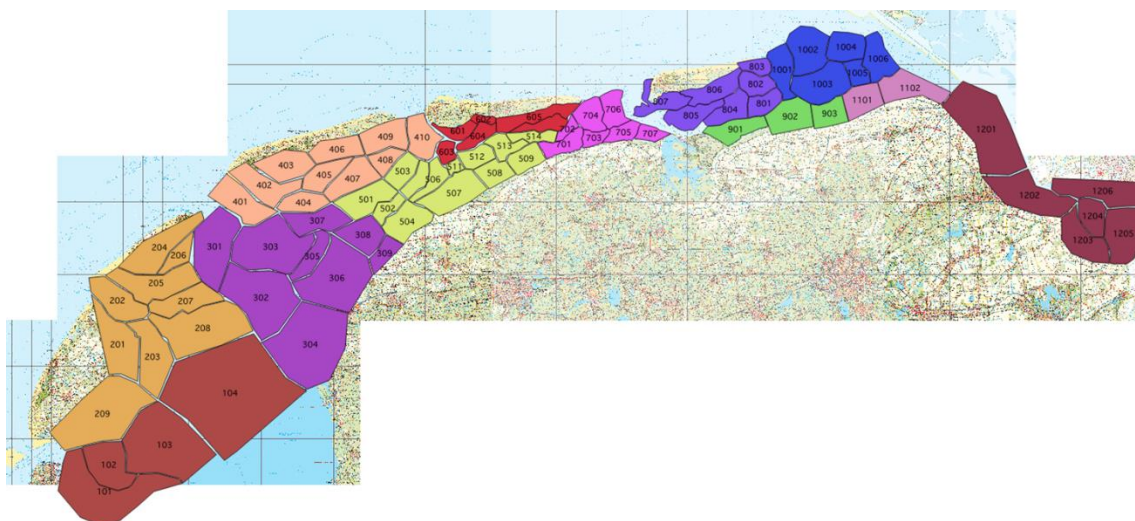
Op 16 januari 2017 is in Leeuwarden een bijeenkomst met experts georganiseerd om van de wadplaten in de Waddenzee vast te stellen welke wadplaten door welke wadvogels worden benut op basis van vantevoren onderscheiden wadplaten (Figuur 12-9). Ter plekke zijn nog grenzen aangepast. Onder de aanwezige experts: Eelke Sybren Dijkstra, Niels Ultzen, Kees Rappoldt, Marcel Kersten en Klaas Kreuijjer.



Figuur 12-9. Kaart van het wad onder Texel en Vlieland, de onderscheiden wadplaten en de bijbehorende nummering. Zo heeft wadplaat 6 uiteindelijk het nummer 206 gekregen.

Het resultaat van de besprekingen is vervolgens onder een groot aantal experts in de Waddenzee gecirculeerd. Dit resultaat bestond uit een kaart (Figuur 12-10) en voor de verschillende soorten wadvogels een score over het voorkomen:

- ++ soort maakt zeker gebruik van dit wadgebied
- + soort maakt waarschijnlijk gebruik van dit wadgebied
- ? onzeker of de soort gebruik maakt van dit wadgebied
- soort maakt waarschijnlijk geen gebruik van dit wadgebied
- soort maakt zeker geen gebruik van dit wadgebied



Figuur 12-10. Kaart met onderscheiden wadplaten en hun nummering zoals gecirculeerd onder experts om naar hun oordeel te vragen over de benutting van de wadplaten door de verschillende wadvogelsoorten.

Hierop werden van Marinus Brijker de volgende waardevolle aanvullingen ontvangen over de Groninger kust West (Tabel 12-1), Oost (Tabel 12-2) en Eems (Tabel 12-3). Daarnaast de algemene opmerking: “ik mis de haven van Lauwersoog in het geheel. In de winter zitten daar permanent heel veel Steenlopers”.

Tabel 12-1. Inschatting van de benutting van de wadplaten langs de Groninger kust West door Marinus Brijker.

Wadplaten	901	902	903
Bergeend	++	++	++
Pijlstaart	++	++	++
Kluut	++	+	+
Bontbek	++	++	++
3-teen	–	–	–
Bontje	++	++	++
Tjuk	++	++	++
Steenloper	++	–	–
Opmerkingen	Kluut: nov-dec zijn aantallen van 200-1000 vaste prik Bontje: onregelmatig, aantallen kunnen hoog oplopen Steenloper: vooral langs Lauwersmeerdijk en in het westelijk deel van de westpolderkwelder	Kluut: kleine aantallen Bontje: als bij 901	Kluut: aantal kan oplopen tot 300 in nov-dec. Foerageergebied kan ook liggen in groningen kust oost 1 (1101), hvp bij havenmond noordpolderzijl  Bontje: als bij 901

Tabel 12-2. Inschatting van de benutting van de wadplaten langs de Groninger kust Oost door Marinus Brijker.

Wadplaten	1101	1102
Bergeend	++	++

Pijlstaart	++	+
Kluut	++	+
Bontbek	+	++
3-teen	-	-
Bontje	++	++
Tjuk	++	++
Steenloper	-	++
Opmerkingen 1102 kent alleen droogvallend wad in het uiterste westen en in de rommelhoek Eemshaven. M.n. daar hvp		Kluut: variabele aantallen in de rommelhoek Bontbek: grootste aantallen aan de Gr. Kust worden geteld in de rommelhoek

Tabel 12-3. Inschatting van de benutting van de wadplaten langs de Groninger kust Eems door Marinus Brijker.

Wadgebieden	1201
Bergeend	++
Pijlstaart	?
Kluut	++
Bontbek	++
3-teen	-
Bontje	-
Tjuk	+
Steenloper	++
Opmerkingen	Bontje: lage aantallen bij HW-tellingen maar het is me niet duidelijk of de overtijende beesten van de rommelhoek foerageren ten westen of ten oosten van de Eemshaven Bontbek: er broeden enkele paren in het havengebied Delfzijl – Peter de Boer weet daar meer van Tjuk: er zitten er zelden heel veel maar altijd wel enkele 10-tallen

## 13 LITERATUUR

---

- 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. Commissie voor de milieueffectrapportage, 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. 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. 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. Commissie voor de milieueffectrapportage, Utrecht.
- 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. Common Wadden Sea Secretariat, Joint Monitoring Group of Migratory Birds in the Wadden Sea, Wilhelmshaven, Germany.
- 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.
- COULTHARD M.E. & HAMILTON D.J. 2011. Effects of *Ilyanassa obsoleta* (Say) on the abundance and vertical distribution of *Corophium volutator* (Pallas) on mudflats of the upper Bay of Fundy. *Journal of experimental marine biology and ecology* 397: 161-172.
- DE GOEIJ P., LUTTIKHUIZEN P.C., VAN DER MEER J. & PIERSMA T. 2001. Facilitation on an intertidal mudflat: the effect of siphon nipping by flatfish on burying depth of the bivalve *Macoma balthica*. *Oecologia* 126: 500-506.
- 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* DOI: 10.1111/oik.04139:
- DUIJNS S., VAN DIJK J.G.B., SPAANS B., JUKEMA J., DE BOER W.F. & PIERSMA T. 2009. Foraging site selection of two subspecies of Bar-tailed Godwit *Limosa lapponica*: time minimizers accept greater predation danger than energy minimizers. *Ardea* 97: 51-59.
- 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.
- DUIJNS S., VAN GILS J.A., SMART J. & PIERSMA T. 2015. Phenotype-limited distributions: short-billed birds move away during times that prey bury deeply. *Royal Society open science* 2: 150073-

- ELIAS E. & WANG Z.B. 2013. Abiotische gegevens voor monitoring effect bodemdaling. Rapport. Deltares, Delft.
- ENS B.J. 2006. The conflict between shellfisheries and migratory waterbirds in the Dutch Wadden Sea. In: G.C. Boere, C.A. Galbraith & D.A. Stroud (red), Waterbirds around the world, p. 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. SOVON Vogelonderzoek Nederland, 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. Common Wadden Sea Secretariat, Trilateral Monitoring and Assessment Group, Joint Monitoring Group of Migratory Birds in the Wadden Sea, Wilhelmshaven, Germany.
- ENS B.J., BOM R.A., DOKTER A.M., OOSTERBEEK K., DE JONG J. & BOUTEN W. 2014. Nieuwe ontdekkingen en mogelijkheden in het onderzoek aan Scholeksters dankzij het UvA Bird Tracking Systeem. Limosa 87: 117-128.
- 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. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- ENS B.J., ESSELINK P. & ZWARTS L. 1990. Kleptoparasitism as a problem of prey choice: a study of mudflat-feeding Curlews, *Numenius arquata*. Animal Behaviour 39: 219-230.
- ENS B.J. & KATS R.K.H. 2004. Evaluatie van voedselreservering Eideereenden in de Waddenzee - rapportage in het kader van EVA II deelproject B2. Alterra rapport 931. Alterra, Wageningen.
- 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. Sovon Vogelonderzoek Nederland, 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. Sovon Vogelonderzoek Nederland, 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. SOVON Vogelonderzoek Nederland, 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. SOVON Vogelonderzoek Nederland/EcoCurves, Beek-Ubbergen/Haren.

- 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.
- ESSELINK P. & ZWARTS L. 1989. Seasonal trend in burrow depth and tidal variation in feeding activity of *Nereis diversicolor*. *Marine Ecology Progress Series* 56: 243-254.
- GIONFRIDDO J.P. & BEST L.B. 1996. Grit-use patterns in North American birds: the influence of diet, body size, and gender. *Wilson Bulletin* 108: 685-696.
- GOSS-CUSTARD J.D., WEST A.D., CALDOW R.W.G., DURELL S.E.A.L.V.D., MCGRORTY S. & URFI J. 1996. An Empirical optimality model to predict the intake rates of Oystercatchers *Haematopus ostralegus* feeding on Mussels *Mytilus edulis*. *Ardea* 84A: 199-214.
- 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.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. 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.L.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.
- 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, p. 67-92. NAM, Assen.
- HIDDINK J.G. 2003. Modelling the adaptive value of intertidal migration and nursery use in the bivalve *Macoma balthica*. *Marine Ecology Progress Series* 252: 173-185.
- KAMPICHLER C., SIERDSEMA H., ROODBERGEN M. & ENS B.J. 2013. Ruimtelijke analyses van dichtheden en trends van binnendijks broedende Scholeksters. Sovon-rapport 2013-08. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- KERSTEN M. & RAPPOLDT C. 2011. Wadvogels op Oost-Ameland, Veranderingen sinds 1972 en vergelijking met referentiegebieden. EcoCurves rapport 14. EcoCurves, Haren.
- 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, p. 93-124. NAM, Assen.
- KUYKEN E., SLUITERS H., ZWARTS L., DE VRIES G., MOOSER R., TJALLINGII S., WINTERWERP F. & DRENTHE E. 1965. Schierboek 2. Rapport NJN-VWG.
- 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. Alterra, 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. Alterra, Wageningen.
- MELTOFTE H., BLEW J., FRIKKE J., ROSNER H.U. & SMIT C.J. 1994. Numbers and distribution of waterbirds in the Wadden Sea; Results and evaluation of 36 simultaneous counts in the Dutch-German-Danish Wadden Sea 1980-1991. IWRB Publication 34; Wader Study Group Bulletin 74, Special Issue. CWSS, IWRB, Wader Study Group, Denmark.
- NAM 2014a. Gaswinning Moddergat, Lauwersoog, Vierhuizen (MLV); Integrale beoordeling monitoring 2007-2012. Rapport. NAM, 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. NAM, 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* doi.org/10.1016/j.seares.2017.03.015:
- RAPPOLDT C. 2016. Met het Wadvogel Habitat Model van datafiles naar proxies. Technische documentatie en beknopte weergave van resultaten. versie 1.1, voorjaar 2016. EcoCurves rapport 23. EcoCurves, Haren.
- RAPPOLDT C. & ENS B.J. 2007. Scholeksters en de verruiming van de Westerschelde; Modelberekeningen voor de periode 1992-2015 aan het effect van de voorgenomen verruiming van de vaargeul op het aantal scholeksters. EcoCurves rapport 5/SOVON-onderzoeksrapport 2007/03. EcoCurves, Haren.
- 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. EcoCurves / Sovon Vogelonderzoek Nederland, 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. Alterra, Wageningen.

- RAPPOLDT C., ROOSENSCHOON O.R. & VAN KRAALINGEN D.W.G. 2014. Intertides: maps of the intertidal by interpolation of tidal gauge data. EcoCurves Rapport 19. EcoCurves BV, Haren.
- SIMMONS K.E.L., BROOKS D.J., COLLAR N., DUNN E., GILLMOR R., HOLLON P.A.D., HUDSON R., NICHOLSON E.M., OGILVIE M.A., OLNEY P.J.S., ROSELAAR C.S., VOOUS K.H., WALLACE D.I.M., WATTEL J. & WILSON M.G. 1983. Handbook of the birds of Europe, the Middle East and North Africa. The Birds of the Western Palearctic. Volume III Waders to Gulls. Oxford.
- VAN DE KAM J., ENS B.J., PIERSMA T. & ZWARTS L. 1999. Ecologische atlas van de Nederlandse wadvogels. 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 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 DEN HOUT P.J. & PIERSMA T. 2013. Laagwatersverspreiding van steltlopers in de Waddenzee. Limosa 86: 25-30.
- 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. Vogeltrekstation / Sovon Vogelonderzoek Nederland, Wageningen / Nijmegen.
- VAN DER TUUK B., BRUINZEEL L., MEIJLES E., SIJTSMA F. & VROOM M. 2015. Monitoring vaarrecreatie Waddenzee. Rapport. Vandertuuk Revisited, Leeuwarden.
- VAN GILS J. & PIERSMA T. 1999. Day- and night- time movements of radiomarked Red Knots staging in the westernh Wadden Sea in July-August 1995. Wader Study Group Bulletin 89: 36-44.
- VAN GILS J.A., DEKINGA A., SPAANS B., VAHL W.K. & PIERSMA T. 2005. Digestive bottleneck affects foraging decisions in red knots *Calidris canutus*. II. Patch choice and length of working day. Journal of Animal Ecology 74: 120-130.
- 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. Rapport. Programme Rich Wadden Sea / Sovon / Wetlands International / BirdLife International / Common Wadden Sea Secretariat,
- VIAIN A., CORRE F., DELAPORTE P., JOYEUX E. & BOCHER P. 2011. Numbers, diet and feeding methods of Common Shelduck *Tadorna tadorna* wintering in the estuarine bays of Aiguillon and Marennes-Oléron, western France. Wildfowl 61: 121-141.
- ZWARTS L., BLOMERT A.-M. & WANINK J.H. 1992. Annual and seasonal variation in the food supply harvestable by knot *Calidris canutus* staging in the Wadden Sea in late summer. Marine Ecology Progress Series 83: 129-139.



- ZWARTS L., ENS B.J., GOSS-CUSTARD J.D., HULSCHER J.B. & DURELL S.E.A.L.V.D. 1996a. Causes of variation in prey profitability and its consequences for the intake rate of the Oystercatcher *Haematopus ostralegus*. *Ardea* 84A: 229-268.
- ZWARTS L. & ESSELINK P. 1989. Versatility of male Curlews *Numenius arquata* preying upon *Nereis diversicolor*: deploying contrasting capture modes dependent on prey availability. *Marine Ecology Progress Series* 56: 255-269.
- ZWARTS L. & WANINK J. 1989. Siphon size and burying depth in deposit- and suspension-feeding benthic bivalves. *Marine Biology* 100: 227-240.
- 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. 1996b. 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.