



Monitoring van het voor
vogels oogstbare **voedsel-**
aanbod in de **kombergingen**
van het **Pinkegat** en
Zoutkamperlaag
rapportage t/m
monitoringjaar 2017

Bruno J. Ens (Ed.),
Jaap van der Meer,
Karin Troost
Erik van Winden,
Hans Schekkerman &
Kees Rappoldt

Sovon-rapport 2018/14



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

rapportage tot en met monitoringjaar 2017

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

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

Karin Troost - Wageningen Marine Research

Erik van Winden - Sovon Vogelonderzoek Nederland

Hans Schekkerman - Sovon Vogelonderzoek Nederland

Kees Rappoldt - EcoCurves



Dit rapport is samengesteld in opdracht van de
Nederlandse Aardolie Maatschappij



NAM Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V.

Colofon

© Sovon Vogelonderzoek Nederland 2018

Dit rapport is samengesteld in opdracht van de Nederlandse Aardolie Maatschappij

Wijze van citeren: Ens B.J., van der Meer J., Troost K., van Winden E., Schekkerman H. & Rappoldt C. 2018. Monitoring van het voor vogels oogstbare voedselaanbod in de kombergingen van het Pinkegat en Zoutkamperlaag - rapportage tot en met monitoringjaar 2017. Sovon-rapport 2018/14. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.

Illustraties omslag: Bruno Ens & Hans Schekkerman

Opmaak: John van Betteray, Sovon

ISSN-nummer: 2212 5027

Sovon Vogelonderzoek Nederland
Toernooiveld 1
6525 ED Nijmegen
e-mail: info@sovon.nl
website: www.sovon.nl

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

1. Inhoud

2. Samenvatting	3
3. Inleiding	5
4. Selectie vogelsoorten	7
5. Beslisschema	9
6. Monitoring data	11
6.1. Onderzoeksgebied	11
6.2. Hoogtekaart	11
6.2.1. Lodingen	11
6.2.2. LiDAR	11
6.3. Waterstanden	12
6.4. SIBES	12
6.5. WOT Litorale Surveys Waddenzee	12
6.6. Vogeltellingen	12
7. Model: van benthos naar proxy	13
8. Resultaten	23
8.1. Bergeend	23
8.2. Pijlstaart	25
8.3. Scholekster	27
8.4. Kluut	30
8.5. Zilverplevier	32
8.6. Bontbekplevier	34
8.7. Kanoet	36
8.8. Drieteenstrandloper	38
8.9. Bonte Strandloper	40
8.10. Rosse Grutto	42
8.11. Wulp	44
9. Discussie en conclusies	51
10. Aanbevelingen	53
11. Appendix	55
12. Literatuur	61

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 drie 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.* 2015, Ens *et al.* 2016, Ens *et al.* 2017a).

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. **BMAA:** de aanwezige biomassa aan prooidieren op basis van dieet.
3. **BMOO:** 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 Zwartz *et al.* (1996).
4. **BMOD:** de beschikbare oogstbare prooibiomassa. Dit is de oogstbare prooibiomassa vermenigvuldigd met de lokale droogvalduur
5. **FRAA:** de opnamesnelheden berekend voor het aanwezige voedsel, gesommeerd over de totale

oppervlakte

6. **FROO:** de berekende opnamesnelheden, gesommeerd over de oppervlaktes waar de kritische opnamesnelheid gehaald wordt, d.w.z. waar het voedsel oogstbaar is
7. **FROD:** de berekende opnamesnelheden, gesommeerd over de oppervlaktes waar de kritische opnamesnelheid gehaald wordt, en vermenigvuldigd met de lokale droogvalduur.

In deze rapportage is veel aandacht besteed aan het valideren van de proxies. Uitgangspunt voor die validatie is de aanname dat de proxy die het sterkst correleert met de gemiddelde verspreiding van een vogelsoort in de Waddenzee (bepaald op basis van hoogwatertellingen) de draagkracht voor die soort het dichtste benadert. Om dit te berekenen zijn de gemiddelde aantallen in 13 deelgebieden gecorreleerd met de oppervlakte geschikt habitat en de kwaliteit van het geschikte habitat. Dit leverde voor drie soort-seizoen combinaties een bruikbaar resultaat: Wulp-nazomer, Scholekster-nazomer en Tureluur-winter.

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 en in de vorige rapportage is uitgelegd waarom voor een selectie van 13 soorten proxies voor draagkracht zijn ontwikkeld (Ens *et al.* 2017a).

Voor elk van deze 13 soorten wordt het aantalsverloop in de kombergingen van Pinkegat/Zoutkamperlaag over de periode 1994/1995 – 2016/2017 gerapporteerd en vergeleken met het aantalsverloop in de rest van de Nederlandse Waddenzee, alsook met het aantalsverloop in de Duitse en Deense Waddenzee. Voor 8 soorten nemen de aantallen toe in Pinkegat-Zoutkamperlaag en voor 5 soorten is de trend negatief. T.o.v. de rest van de Nederlandse Waddenzee zijn de trends in Pinkegat-Zoutkamperlaag iets negatiever (5 trends negatiever, 8 trends gelijk en 1 trend positiever), maar t.o.v.

de Duitse en Deense Waddenzee zijn ze positiever (1 trend negatiever, 7 trends gelijk, 4 trends positiever). De Kluut neemt overal af, maar de afname in Pinkegat-Zoutkamperlaag lijkt sterker dan in de rest van de Nederlandse Waddenzee en de Duitse en Deense Waddenzee.

Voor elk van de 13 soorten wordt voor Pinkegat-Zoutkamperlaag het verloop van de proxies **oppervlakte** (areaal geschikt foerageerhabitat) en **BMOO** (oogstbare biomassa) getoond voor de periode 2008-2017 en met elkaar vergeleken. Voor Wulp-nazomer, Scholekster-nazomer en Tureluur-winter wordt ook de gevalideerde proxy getoond.

Toepassing van het beslisschema op deze resultaten leidt tot de volgende conclusies:

1. Voor 9 soort-seizoen combinaties moet de monitoring nog verder ontwikkeld worden.
2. Voor 13 soort-seizoen combinaties is de conclusie dat er geen aanwijzingen zijn voor een negatief effect van bodemdaling. Hiertoe behoren ook Wulp-

nazomer, Scholekster-nazomer en Tureluur-winter, omdat de gevalideerde proxy in deze gevallen geen negatieve trend laat zien.

3. Voor 4 soort-seizoen combinaties was er sprake van een negatieve trend in de proxies: Kluut-herfst, Kanoet-zomer, Kanoet-winter en Steenloper-zomer. In geen van de gevallen was er sprake van een uniforme dalende trend. In alle gevallen was er steeds eerst sprake van een toename. Of het recente negatieve deel van de trend een relatie heeft met bodemdaling is niet bekend en moet worden onderzocht. Het beslisschema is verder doorlopen onder de aanname dat die relatie er is. Bij Steenloper-zomer komen we dan uit bij geen aanwijzing voor een negatief effect van bodemdaling en bij de andere 3 soort-seizoen combinaties bij wel aanwijzingen voor een negatief effect van bodemdaling. Die conclusies kunnen echter pas getrokken worden na onderzoek naar de relatie tussen de trend in proxy en de bodemdaling.

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 gezegde term ‘draagkracht van het gebied voor een bepaalde hoeveelheid vogels’ toepassing van een draagkrachtmodel, zoals WEBTICS (Rappoldt *et al.* 2004). Op dit moment is WEBTICS alleen gekalibreerd voor de Scholekster (Rappoldt & Ens 2013), maar kalibratie voor Kanoet en Wulp lijkt mogelijk (Ens *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.* 2015) 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 foeragegedrag 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 (Auditcommissie 2017) op basis van de rapportage t/m het monitoringjaar 2016

(Ens et al. 2017a):

De Auditcommissie dringt er op aan dat in de rapportages over het monitoringsjaar 2017 dit schema wel wordt gebruikt en dat de bevindingen terugkomen in de samenvatting en integrale beoordeling door NAM. De Auditcommissie heeft daarbij nog enkele verbetervoorstellen:

- *de in 2016 uitgevoerde gevoeligheidsanalyse komt niet terug in het SOVON-rapport. Van diverse soorten werd toen vastgesteld dat alleen zeer grote veranderingen zichtbaar zouden zijn. De Auditcommissie adviseert dit in het*

beslisschema (of de onderbouwing daarvan) te integreren. Waarschijnlijk vallen hierdoor meer soorten af dan die nu worden gemodelleerd. Geef in dit kader ook aan hoe in het beslismodel omgegaan zal worden met de verschillen tussen de ontwikkelde 'proxies' voor draagkracht, want niet alle 'proxies' laten een vergelijkbaar verloop in de tijd zien

- *voeg een voorstap toe waarbij voor zover mogelijk de aantalsontwikkeling van vogelsoorten in het Pinkegat en de Zoutkamperlaag worden vergeleken met die in de gehele Waddenzee;*

4. Selectie vogelsoorten

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

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

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

- Overwinterende Eidereenden vinden hun voedsel (schelpdieren) vooral in het sublitoraal (Ens & Kats 2004, Cervencl *et al.* 2015) en daar verwachten we geen effect van bodemdaling. Er wordt ook wel op schelpdieren op de wadplaten gefoerageerd, maar dan meestal zwemmend en duikend als die platen onder water staan. Platen die wat

lager liggen zijn dan eerder een voordeel dan een nadeel, maar in alle gevallen gaat het om een klein deel van de populatie dat zo zijn voedsel vindt.

- Lepelaars, Groenpootruiters en Zwarte Ruiters jagen vooral op visjes en garnalen, maar ook wel wormen en krabben, in plasjes en slenkjes, waarbij de Lepelaar natuurlijk wel in dieper water foerageert en grotere prooien zal vangen (Leopold *et al.* 2004). We verwachten dat deze vogels hierdoor minder last hebben van bodemdaling, dan de vogels die afhankelijk zijn van het drooggevalle wad.
- Slechtvalken jagen vooral op middelgrote steltlopers (van den Hout 2009). Als die steltlopers in aantal 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.* 2015, Ens *et al.* 2016). Bij nadere inspectie bleek het niet zinvol om voor de resterende vier soorten (Goudplevier, Grutto, Kievit en Krombekstrandloper) een proxy voor draagkracht te ontwikkelen (Ens *et al.* 2017a).

5. Beslisschema

In haar beoordeling van de voorlaatste 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. In de laatste monitoring rapportage is zo'n beslisschema opgesteld, maar nog niet toegepast. De auditcommissie merkt daarover het volgende op (Auditcommissie 2017):

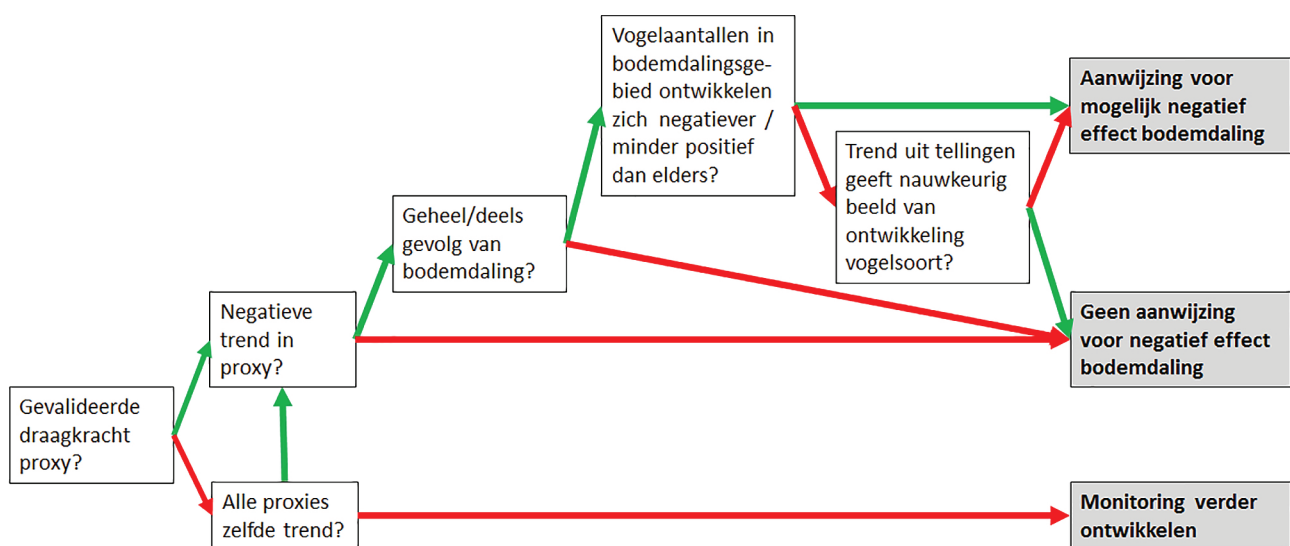
1. Ze dringt er op aan dat dit beslisschema in de rapportages over het monitoringsjaar 2017 wel wordt gebruikt en dat de bevindingen terugkomen in de integrale beoordeling door de NAM.
2. Ze adviseert de eerder uitgevoerde gevoeligheidsanalyse in het beslisschema te integreren en aan te geven hoe in het beslismodel wordt omgegaan met de verschillen tussen de ontwikkelde proxies.
3. Ze adviseert een voorstap toe te voegen waarbij voor zover mogelijk de aantalsontwikkelingen van vogelsoorten in het Pinkegat en de Zoutkamperlaag worden vergeleken met die in de gehele Waddenzee.
4. Naar de mening van de auditcommissie moet in de laatste stap voor Hand aan de Kraan “aantallen vogels” vervangen worden door “draagkracht”.

Voor zover mogelijk is het beslisschema aangepast op basis van dit commentaar (Figuur 5.1). Wij ver-

schillen echter fundamenteel van mening dat in dit schema “aantallen vogels” vervangen zou kunnen worden door “draagkracht”. De berekeningen die wij uitvoeren behelzen geen draagkracht model. Een draagkrachtmodel is gebaseerd op de processen die direct invloed hebben op de ontwikkelingen van de populatie: reproductie, overleving, emigratie en immigratie. In het door TTW gefinancierde project CHIRP (Cumulative Human Impact on biRd Populations) <https://www.chirpscholekster.nl> wordt een dergelijk model ontwikkeld voor de Scholekster populatie in Nederland, maar dit model is pas in 2020 operationeel. Het beoogde model zal een verbetering van het bestaande model WEBTICS (Rappoldt *et al.* 2004) zijn omdat in WEBTICS de veranderingen in draagkracht worden afgeleid uit de relatie tussen aantalsveranderingen van jaar op jaar en variatie in voedselstress tijdens de winter; de aantallen behelzen alleen de overwinterende populatie. In het beoogde CHIRP model zullen de demografische processen expliciet gemodelleerd worden en worden de aantallen in zowel zomer als winter gevolgd.

De gevoeligheidsanalyse is geïntegreerd in het beslisschema middels de vraag of een negatieve trend in de proxy (of proxies) geheel of gedeeltelijk het gevolg is van bodemdaling.

Als het niet lukt om de proxies te valideren, maar de proxies laten wel eenzelfde trend zien, dan kan als-



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.

nog beoordeeld worden of de trend positief dan wel negatief is. Bij een negatieve trend moet dan bepaald worden of dat geheel of gedeeltelijk het gevolg is van bodemdaling. Als dat zo is en als de vogelaantallen zich ook negatiever of minder positief dan elders

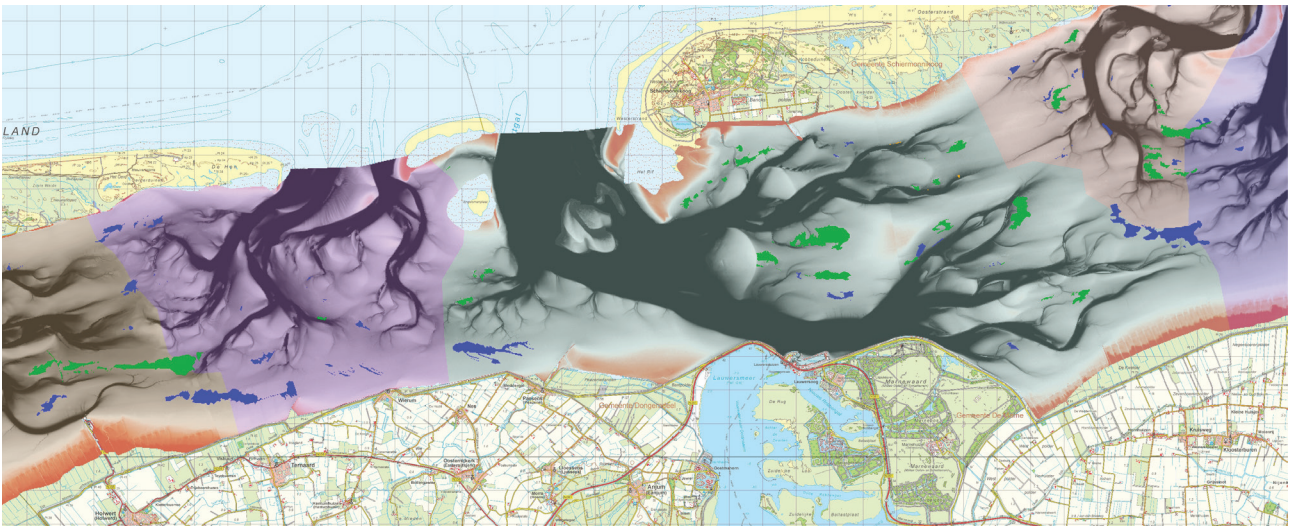
ontwikkelen dan zijn dat duidelijke aanwijzingen voor een negatief effect van bodemdaling. Die vogelaantallen kunnen echter niet de doorslag geven als ze niet erg betrouwbaar zijn.

6. Monitoring data

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

6.1. Onderzoeksgebied

Het onderzoeksgebied betreft de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag. In Figuur 6 1 is de komberging van het Pinkegat aangegeven met een paarse weerschijn en de komberging van de Zoutkamperlaag met een grijze weerschijn.



Figuur 6 1. Ligging van het aan Ameland grenzende onderzoeksgebied Pinkegat (paarse weerschijn) en het aan Schiermonnikoog grenzende onderzoeksgebied Zoutkamperlaag (grijze weerschijn). Ook weergegeven de contouren van de mosselbanken (blauw) en gemengde mossel-oester banken (groen) voor het jaar 2013.

6.2. Hoogtekaart

6.2.1. Lodingen

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

6.2.2. LiDAR

In Tabel 6 1 zijn de beschikbare LiDAR kaarten weergegeven en de periode waarvoor ze gebruikt zijn in de berekeningen van de verschillende proxies. De LiDAR kaart voor het najaar van 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	2011 voorjaar
2012 najaar/winter	2012 najaar
2013 voorjaar	2014 voorjaar
2013 najaar/winter	2013 najaar
2014 voorjaar	2014 voorjaar
2014 najaar/winter	2013 najaar
2015 voorjaar	2016 voorjaar
2015 najaar/winter	2016 najaar
2016 voorjaar	2016 voorjaar
2016 najaar/winter	2016 najaar
2017 voorjaar	2017 voorjaar
2017 najaar/winter	2017 najaar

6.3. Waterstanden

De waterstandsmetingen zijn aangevuld met de metingen over de periode t/m december 2017. De interpolatie van waterstanden tussen stations kan in principe verbeterd worden met behulp van een “amplitudekaart” van het gebied. Dat is een kaart met het verschil tussen gemiddeld hoog- en gemiddeld laagwater of een relatieve maat daarvoor. De interpolatie verloopt dan met relatieve waterstanden, de waterstanden gedeeld door de amplitudes op de meetlocaties. Het resultaat van de interpolatie kan dan weer vermenigvuldigd worden met de amplitude op de plek waarvoor gerekend wordt. Deze procedure is bedoeld om te corrigeren voor eventuele systematische getijverschillen tussen de zeegaten, wantijen en de meetstations die meestal bij de grote geulen liggen. Ten behoeve van het maken van zo'n amplitudekaart zijn gesimuleerde waterstanden beschikbaar gesteld door Janine Nauw van het NIOZ voor meer dan 200.000 punten rondom en in de Waddenzee (Nauw *et al.* 2017). In de vorige rapportage is uitgelegd waarom deze gegevens helaas niet bruikbaar bleken (Ens *et al.* 2017a).

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 2017 worden gebruikt voor Pinkegat/Zoutkamperlaag. De validatieberekeningen voor het hele Waddengebied zijn uitgevoerd voor de jaren 2008 t/m 2013. Recentelijk zijn deze gegevens gebruikt voor een zeer gedetailleerde analyse van de habitateisen van de voldoende algemene bodemdiersoorten (Folmer *et al.* 2017). De meeste bodemdiersoorten van de

Waddenzee blijken in hun voorkomen af te hangen van de omgevingsvariabelen overspoelingsduur, korrelgrootte en zoutgehalte. Voor sommige soorten is ook golfimpact en bodemschuifspanning door stroming van belang. De meeste bodemdiersoorten hebben een relatief brede niche: ze komen voor onder een breed spectrum van fysische condities, en zijn niet bijzonder kieskeurig voor het habitat waarin ze voorkomen. Er zijn geen kritische drempels in de omgeving gevonden waarrond de gemeenschap sprongsgewijs verandert.

6.5. WOT Litorale Surveys Waddenzee

De WOT litorale schelpdiersurveys (bestanden van kokkels en mossels en contouren van mosselbanken, oesterbanken en gemengde banken), die jaarlijks worden uitgevoerd door WMR, waren beschikbaar t/m 2016. Voor de monitoringberekeningen voor Pinkegat-Zoutkamperlaag zijn de gegevens van 2016 ook toegepast op 2017.

Recente rapportages over deze surveys laten een toenemend areaal gemengde banken (Japanse Oesters en Mossels) zien en een enorme broedval van Mossels in 2016, die de winter van 2016/2017 goed heeft overleefd (van den Ende *et al.* 2017). Na de enorme broedval van Kokkels in 2011 heeft geen nieuwe massale broedval plaatsgevonden en het kokkelbestand blijft afnemen (Troost *et al.* 2017).

6.6. Vogeltellingen

Voor de analyse van de vogelaantallen konden de gegevens t/m de winter van 2016/2017 worden gebruikt.

7. Model: van benthos naar proxy

Voor de beschrijving van het model wordt verwezen naar de rapportages over de monitoringjaren 2015, 2016 en 2017 (Ens *et al.* 2015, Ens *et al.* 2016, Ens *et al.* 2017a). Uitvoerige documentatie van technische details is te vinden in EcoCurves Rapport 23 (Rappoldt 2016).

Voor iedere vogelsoort-seizoen combinatie worden de berekeningen apart gedaan. Het seizoen is een kalendermaand m ($m = 1 \dots 12$). Voor ieder vogelsoort zijn twee maanden gekozen in een doortrekperiode of in de winter (bijvoorbeeld Wulp in januari en in september).

Een vogelsoort wordt gekarakteriseerd door een lijst met prooisorten, door een seizoensafhankelijke energiebehoefte, en door rekenregels voor het bepalen van de functionele respons (de voedselopname snelheid).

Voor elk van de jaren y waarvoor benthosgegevens beschikbaar zijn (nu $y = 2008 \dots 2017$) worden berekeningen gedaan voor ieder punt i van het Sibes bemonsteringsgrid in jaar y .

7.1 De minimale opnamesnelheid f_{\min}

De dagelijkse energiebehoefte van de vogels (seizoensafhankelijke modelparameter) en de gemiddelde dagelijkse foerageertijd (een model parameter, huidige waarde 12 uur) bepalen een minimaal noodzakelijke opnamesnelheid f_{\min} in mg s^{-1} (droog¹). Dit minimum speelt een belangrijke rol in de puntberekeningen hieronder.

7.2 Puntberekeningen

7.2.1 De droogvalduur e_i

De droogvalduur e_i van Sibes punt i is de fractie van de tijd dat het punt droog ligt in de maand en het jaar waarvoor gerekend wordt. De droogvalduren worden berekend voor de hoogtekaart van het beschouwde jaar y en met behulp van de door Rijkswaterstaat in jaar y en maand m gemeten waterstanden. Hiervoor worden modules van InterTides (Rappoldt *et al.*, 2014) gebruikt.

¹Het asvrij drooggewicht is bij benadering evenredig met een bepaalde hoeveelheid energie voor de vogels. In die evenredigheid spelen een niet eetbare fractie en de efficiëntie van de vertering een rol. Die factoren zijn gelijk genomen voor alle prooiën.

7.2.2 De voedselopname f_i

Voor iedere vogelsoort is een lijst prooien gedefinieerd en zijn rekenregels opgesteld voor het berekenen van de voedselopname snelheid, de functionele respons in mg s^{-1} .

Het model voor de functionele respons wordt toegepast op de benthosgegevens voor elk punt i waarbij het volgende in acht wordt genomen:

- Alleen benthos soorten in de prooilijst of daarmee equivalente prooien² worden gebruikt.
- Op de dichtheid en het gewicht van de benthos soort wordt een seizoenscorrectie toegepast.
- Als de prooigrootte boven een (vogelsoort specifiek) maximum ligt wordt de prooi genegeerd.
- Voor enkele benthos soorten is een diepteverdeling geparameteriseerd. De snavelengte van de vogelsoort bepaalt dan welke fractie van de prooien vangbaar is. De voor de functionele respons gebruikte prooidichtheid wordt met die fractie vermenigvuldigd.
- Een onderdeel van het model voor de functionele respons is dat een prooi wordt genegeerd als het opeten ervan zoveel tijd zou kosten dat de opnamesnelheid omlaag zou gaan. De profijtelijkheid van de prooi³ ligt dan lager dan de op die plek (met profijtelijker prooien) haalbare opnamesnelheid.

Oogstbare prooien

Prooien zijn oogstbaar voor een vogelsoort als ze voldoen aan een aantal criteria. Deze criteria zijn verwant aan die voor "vangbaar" in de functionele respons berekening maar ze zijn niet helemaal hetzelfde:

- Als een prooi slechts gedeeltelijk vangbaar is (te diep zit voor de beschouwde vogelsoort) wordt ook slechts een gedeelte van de biomassa als oogstbaar gezien, behalve als de prooi mobiel is zoals wadpieren. Mobiele prooien zijn dus op ieder moment slechts gedeeltelijk vangbaar, maar wel geheel oogstbaar.
- De grens voor de profijtelijkheid is de minimale opnamesnelheid f_{\min} . Het kan dus zijn dat een prooi wel oogstbaar is volgens dit criterium, maar niet gegeten wordt omdat er profijtelijker prooien op dezelfde plek aanwezig zijn.
- De criteria betreffende de soortkeuze (prooilijst van de vogelsoort), de seizoenscorrectie op dichtheid en gewicht, en de maximale prooigrootte komen geheel overeen met die in bovenstaande lijst voor de functionele respons.

²Equivalente benthos soorten zijn minder algemene soorten die voor de vogels hoogstwaarschijnlijk equivalent zijn aan een algemenere soort in de prooilijst. Zo worden *Abra alba*, *Abra tenuis*, *Donax vittatus*, *Tellina fabula* en *Tellina tenuis* geacht equivalent te zijn aan het nonnetje *Macoma balthica*.

³De profijtelijkheid heeft dezelfde eenheid als de functionele respons (mgs^{-1}). De profijtelijkheid is echter voor één prooitype de verhouding tussen prooigewicht (of energie inhoud) en "hannes tijd" (handling time), terwijl in de functionele respons ook de zoektijd naar (alle) prooien verwerkt is.

7.2.3 Geschiktheid berekend voor elk gridpunt

Met behulp van de berekende droogvalduur, de benthosgegevens en de daaruit berekende opnamesnelheid wordt de geschiktheid P van elk gridpunt op verschillende manieren gekwantificeerd:

Biomassa aanwezig d_i Het totale drooggewicht van de soorten in de prooilijst in g m^{-2} . De afkorting in de namen van figuren en files is BMAA.

Biomassa oogstbaar d_i^* De biomassa in g m^{-2} van de oogstbare prooien volgens de criteria in [sectie 7.2.2](#) hierboven. De oogstbare biomassa d_i^* op plek i is echter 0 als de functionele respons f_i op die plek kleiner is dan de noodzakelijke opname f_{\min} . De afkorting in de namen van figuren en files is BMOO.

Biomassa oogstbaar $d_i^* \times$ droogvalduur e_i De oogstbare biomassa d_i^* vermenigvuldigd met de droogvalduur e_i . Er is geen apart symbool voor deze grootte, maar in namen van figuren en files is de afkorting BMOD.

Functionele respons aanwezig f_i De opname snelheid in mg s^{-1} (droog) berekend volgens de beschrijving in [sectie 7.2.2](#). De afkorting in de namen van figuren en files is FRAA.

Functionele respons oogstbaar f_i^* Is gelijk aan f_i , maar als f_i onder de minimum waarde f_{\min} ligt wordt f_i^* op nul gezet. Deze minimale waarde wordt bepaald door het dagelijkse energiegebruik en een dagelijkse foerageertijd (zie [sectie 7.1](#)). Er is geen apart symbool voor deze grootte, maar in namen van figuren en files is de afkorting FROO.

Functionele respons oogstbaar $f_i^* \times$ droogvalduur e_i De opname snelheid f_i^* vermenigvuldigd met de droogvalduur e_i . De afkorting in de namen van figuren en files is FROD.

Nu leven wadvogels niet op één vaste plaats maar ze maken op dynamische wijze gebruik van de wadplaten die twee keer per dag onderstromen. Dit dynamische gedrag kan worden gesimuleerd om een (potentiële) dagelijkse opname te berekenen (Webtics referentie), maar dat is niet de bedoeling van dit habitat model.

Er moet dus een manier worden gevonden om de puntberekeningen om te zetten naar de geschiktheid van een deelgebied van de waddenzone. Zo'n deelgebied is tenminste zo groot is dat wadvogels zich daarin verplaatsen tussen hun foerageergebieden en de hoogwater vluchtplaatsen.

7.3 Gebiedsberekeningen

De beschouwde vogelsoorten zijn in heel verschillende aantallen aanwezig en zullen dus ook verschillen in de wijze waarop ze een gebied exploiteren. We proberen daarom voor een deelgebied twee grootte-eenheden te definiëren, de kwaliteit Q en het oppervlak S die passen bij een vogelsoort. De kwaliteit kan een gemiddelde zijn dat over een groot oppervlak gehaald worden, maar ook een opnamesnelheid op de beste plekken.

De onderstaande definities van Q en S zijn een eerste poging en de benadering is pragmatisch. We hebben een aantal verschillende gebiedsproxies gedefinieerd en kijken vervolgens welke het beste werkt door ze voor 13 deelgebieden van de Waddenzone te vergelijken met aantallen vogels.

7.3.1 Toegekende oppervlakken s_i en s_i^*

Aan elk van de Sibes gridpunten wordt een oppervlak s_i toegekend waarvoor het geacht wordt representatief te zijn. Het oppervlak wordt toegekend per kaartpixel (meestal 20×20 m of 100×100 m). De toegekende oppervlakken zijn onafhankelijk van de vogelsoort.

Het toegekend oppervlak bestaat uit het omringende wad en is maximaal 30 ha. In het geval van overlap van de zones rondom twee punten wordt een kaartpixel aan het dichtstbijzijnde gridpunt toegekend op basis van "nearest neighbour". Het toegekend oppervlak wordt gereduceerd als een deel ervan niet uit droogvallend wad bestaat. Droogvallend wad heeft in het jaar y waarvoor gerekend wordt een gemiddelde droogvalduur tussen 1% en 85%. Boven de 85% treedt kweldervorming op.

Een tweede toegekend oppervlak s_i^* is gelijk aan s_i maar wordt op 0.0 gesteld als de opnamesnelheid f_i niet boven het noodzakelijke minimum komt (zie [sectie 7.1](#)). In formule:

$$\begin{cases} s_i^* = s_i, & f_i \geq f_{\min} \\ s_i^* = 0, & f_i < f_{\min} \end{cases} \quad (7.1)$$

7.3.2 Oppervlakte gemiddelden

Voor ieder van de puntwaarden P wordt de gebiedskwaliteit Q_P^s gedefinieerd als een gemiddelde. Het superscript "s" duidt de wijze van middelen aan, het toegekend oppervlak s_i of s_i^* wordt gebruikt als het gewicht toegekend aan de puntwaarde P_i .

Het effectieve oppervlak S_P^s van het gebied wordt eenvoudig gedefinieerd als de som van de aan de punten i toegekende oppervlakken:

$$\begin{cases} S_P^s = \sum s_i, & P = \text{BMAA, FRAA} \\ S_P^s = \sum s_i^*, & P = \text{BMOO, BMOD, FROO, FROD} \end{cases} \quad (7.2)$$

De sommatie loopt hier over de gridpunten i . Dat is in de formules weggelaten. De kwaliteiten Q_P^s volgen dan als de oppervlakte gemiddelden van de puntwaarden P berekend als

$$\begin{cases} Q_{\text{BMAA}}^s = \frac{1}{S_{\text{BMAA}}^s} \sum (s_i \times d_i) \\ Q_{\text{BMOO}}^s = \frac{1}{S_{\text{BMOO}}^s} \sum (s_i^* \times d_i^*) \\ Q_{\text{BMOD}}^s = \frac{1}{S_{\text{BMOD}}^s} \sum (s_i^* \times d_i^* \times e_i) \\ Q_{\text{FRAA}}^s = \frac{1}{S_{\text{FRAA}}^s} \sum (s_i \times f_i) \\ Q_{\text{FROO}}^s = \frac{1}{S_{\text{FROO}}^s} \sum (s_i^* \times f_i^*) \\ Q_{\text{FROD}}^s = \frac{1}{S_{\text{FROD}}^s} \sum (s_i^* \times f_i^* \times e_i). \end{cases} \quad (7.3)$$

Merk op dat S_P^s voor $P = \text{BMOO}, \text{BMOD}, \text{FROO}, \text{FROD}$ gelijk is aan het oppervlak waarvoor de opnamesnelheid boven het minimum f_{\min} ligt. Dit is identiek aan de "oppervlakte proxy" zoals die gebruikt is in [Ens et al. \(2017\)](#). Verder zijn de sommaties in de kwaliteitsmaten van [Vergelijking 7.3](#) gelijk aan de proxies uit [Ens et al. \(2017\)](#). Deze proxies worden hier dus gedeeld door een oppervlak.

De gebiedskwaliteiten Q_{BMAA}^s en Q_{FRAA}^s hebben het nadeel dat ze kleiner worden als er een groot stuk wad zonder voedsel aan het gebied zou worden toegevoegd (het oppervlak wordt groter, de totale hoeveelheid voedsel blijft gelijk). Dat geldt in mindere mate ook voor de overige gemiddelden. Grote oppervlakken waarop de opname snelheid net boven de minimum waarde ligt brengen het gemiddelde omlaag.

Of dat een probleem is of niet hangt af van de vogelsoort, van de wijze waarop de vogels het gebied gebruiken. Een alternatief is het berekenen van voedsel gemiddelden waarin niet het *toegekend oppervlak* s_i als gewichtsfactor wordt gebruikt maar de *hoeveelheid voedsel* $s_i \times d_i$.

7.3.3 Voedsel gemiddelden

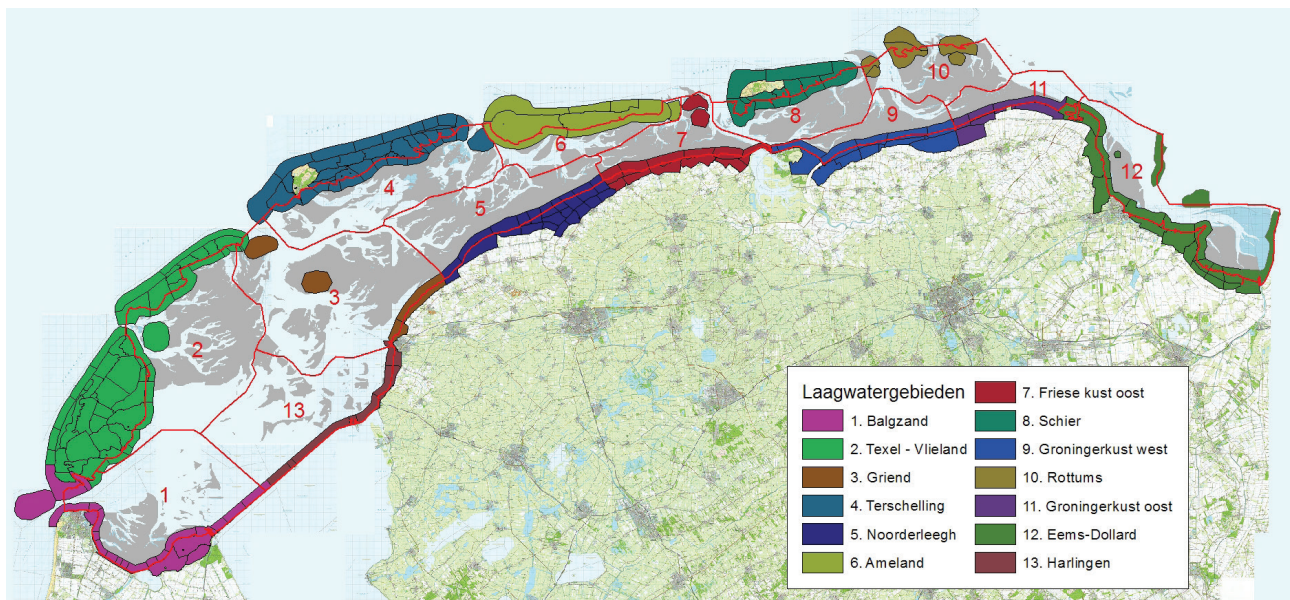
Niet het toegekend oppervlak, maar de hoeveelheid voedsel wordt gebruikt als gewichtsfactor. Het resultaat is de dichtheid of functionele respons die hoort bij de gemiddelde gram voedsel. Deze "voedsel-gemiddelde gebiedskwaliteiten" zijn

$$\left\{ \begin{array}{l} Q_{\text{BMAA}}^f = \frac{\sum w_i d_i}{\sum w_i} \quad \text{met} \quad w_i = s_i \times d_i \\ Q_{\text{BMOO}}^f = \frac{\sum w_i d_i^*}{\sum w_i} \quad \text{met} \quad w_i = s_i^* \times d_i^* \\ Q_{\text{BMOD}}^f = \frac{\sum w_i d_i^*}{\sum w_i} \quad \text{met} \quad w_i = s_i^* \times d_i^* \times e_i \\ Q_{\text{FRAA}}^f = \frac{\sum w_i f_i}{\sum w_i} \quad \text{met} \quad w_i = s_i \times d_i \\ Q_{\text{FROO}}^f = \frac{\sum w_i f_i^*}{\sum w_i} \quad \text{met} \quad w_i = s_i^* \times d_i^* \\ Q_{\text{FROD}}^f = \frac{\sum w_i f_i^*}{\sum w_i} \quad \text{met} \quad w_i = s_i^* \times d_i^* \times e_i \end{array} \right. \quad (7.4)$$

De oppervlakken S_P^f nemen we gelijk aan die voor de oppervlakte gemiddelden⁴. Dus formeel, voor alle keuzes voor P ,

$$S_P^f = S_P^s. \quad (7.5)$$

⁴Andere constructies zijn denkbaar, zoals de verhouding tussen de totale hoeveelheid voedsel en de voedsel-gemiddelde dichtheid. Dat maakt het echter ingewikkelder en we willen eerst bestuderen hoever we hiermee komen.



Figuur 7.1. Hoogwatertelgebieden en de bijbehorende laagwaterfoerageergebieden van de wadvogels die in dit rapport bestudeerd worden. Niet alle wadvogelsoorten gebruiken het volledige laagwatergebied. In de appendix is voor elke soort aangegeven welk deel van het intergetijdegebied als geschikt voedselgebied is aangemerkt in de berekeningen.

7.3.4 Bespreking

De eenheid van de gebiedskwaliteiten Q is die van een voedseldichtheid of een functionele respons (opnamesnelheid). Dat heeft een duidelijker betekenis dan de eenheid van de oppervlakte sommen gebruikt in [Ens et al. \(2017\)](#). Voor een functionele respons proxy bijvoorbeeld was die eenheid $\text{mg s}^{-1} \text{ha}$. Het onderscheid tussen kwaliteit en grootte maakt meer intuïtieve eenheden mogelijk.

Het blijft echter de vraag in hoeverre een simpel gemiddelde van puntwaarden een goede beschrijving kan geven van de geschiktheid van een gebied voor wadvogels. Het gaat immers om een getijdegebied waarvan de vogels op dynamische wijze gebruik maken en niet om individuen met elk een eigen plekje.

7.4 Validatie

7.4.1 Kombergingen en eilanden

Foeragerende wadvogels worden door het opkomende water naar de hogere delen van de wadplaten gedreven. Als het water verder opkomt gaan ze naar hun hoogwatervluchtplaatsen. Veelal zijn dat kwelders of zandplaten zo dicht mogelijk bij de hogere delen van het wad. Dat impliceert dat ook veel wadvogels overtijen in de buurt een wantij. Met afgaand water maken dus grote aantallen vogels gebruik van het droogvallend wad op het wantij en dus van de *twee kombergingen* die door dat wantij worden gescheiden.

Omdat de vogels tijdens hoogwater geteld worden en de grenzen tussen de kombergingen dichtbij grote hoogwatervluchtplaatsen liggen is het moeilijk of onmogelijk om nauwkeurig de aantallen toe te wijzen aan de ene of de andere komberging. Je kunt daar iets voor aannemen om toch uit de hoogwatertellingen een aantal per komberging te schatten, maar voor de validatie van proxies zijn zulke aantallen ongeschikt.

Een koppeling tussen de laagwater foerageergebieden en de getelde aantallen vogels is veel beter te maken als we de gebieden tussen de zeegaten als eenheid gebruiken. De vogels die op een eiland overtijen verspreiden zich over het wad onder het eiland.

We hebben natuurlijk ook te maken met de vogels die op het vasteland overtijen. Uit zichtwaarnemingen is ongeveer bekend welke wadplaten vanuit de eilanden en welke vanuit het vasteland worden aangevlogen (zie ook de foerageergebieden in). [Figuur 7.1](#) toont een kaart van de gebruikte indeling. Voor de 13 deelgebieden zijn aantallen vogels geschat uit de beschikbare hoogwatertellingen.

De grenzen tussen het wad behorend bij de vastelandkust en het wad behorend bij de eilanden zijn natuurlijk ook niet absoluut, en ook niet voor alle wadvogelsoorten precies hetzelfde. Het zijn echter grenzen die relatief ver van de hoogwatervluchtplaatsen af liggen en de fouten zijn daarom kleiner dan bij grenzen die over de wantijen lopen (met kombergingen als deelgebieden).

7.4.2 Regressiemodel

De aanname is dat de verspreiding van de vogels in de Waddenzee mede bepaald wordt door de kwaliteit en de grootte van de deelgebieden. Als er sprake is van een verband tussen vogelaantallen en kwaliteit/oppervlak dan kunnen we de betreffende geschiktheidsmaten gebruiken voor monitoring.

De gefitte vergelijking voor het verband tussen gebiedskwaliteit Q , effectief oppervlak S en aantal vogels N is

$$N = c \left(\frac{Q}{Q_{\text{mean}}} \right)^{\alpha} \left(\frac{S}{S_{\text{mean}}} \right)^{\beta} . \quad (7.6)$$

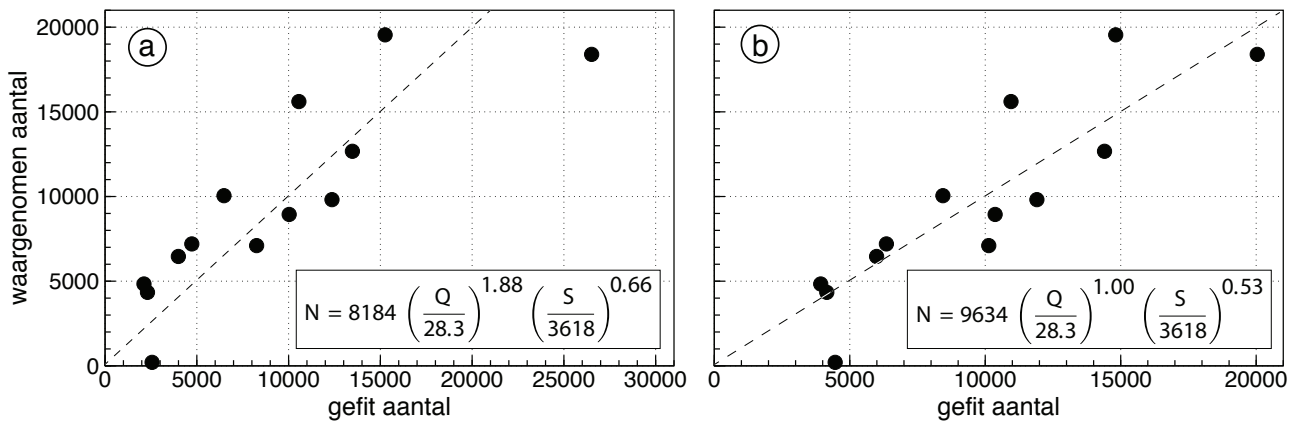
Hierin zijn c , α en β de gefitte parameters, Q_{mean} is de gemiddelde kwaliteit van de 13 deelgebieden, en S_{mean} het gemiddelde oppervlak van de 13 deelgebieden.

De parameter c is het aantal vogels dat overeenkomt met $Q = Q_{\text{mean}}$ en $S = S_{\text{mean}}$. De parameters α en β zijn dimensieloos. Mathematisch gezien geeft α weer hoe gevoelig het aantal vogels is voor de kwaliteit Q . Als Q bijvoorbeeld 10% groter wordt dan wordt het aantal vogels een factor $\alpha \times 10\%$ groter. Iets dergelijks geldt voor de gevoeligheid β voor de (effectieve) gebiedsgrootte.

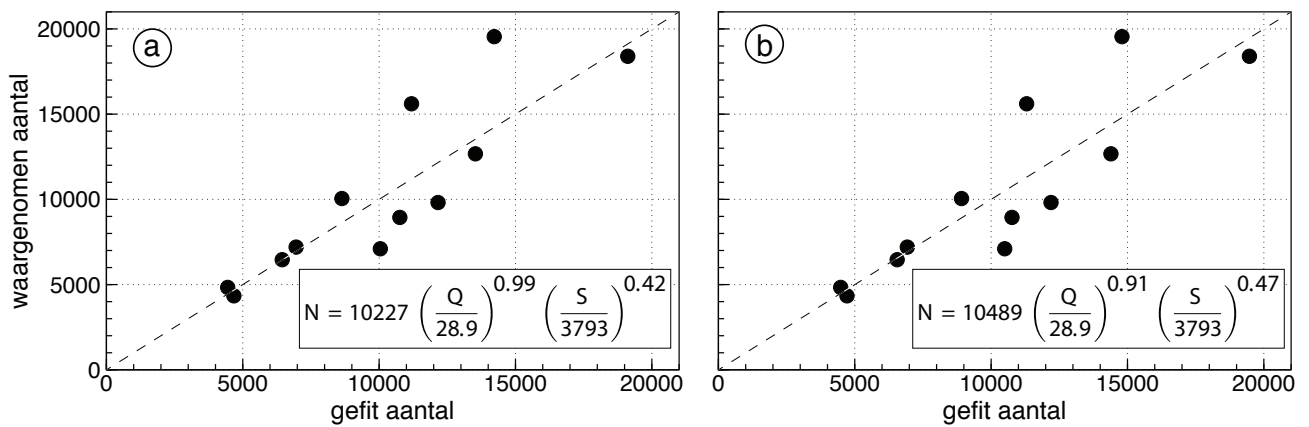
7.4.3 Berekening van de fit

Fits zijn op twee manieren berekend. Het eenvoudigst is een lineaire kleinste-kwadraten fit na logarithmische transformatie van de variabelen, dus een fit van $\log(N)$ als functie van $\log(Q/Q_{\text{mean}})$ en $\log(S/S_{\text{mean}})$. De aanname achter zo'n "log-log fit" is dat de onzekerheid in de vogelaantallen wordt gegeven door een vaste *relatieve fout*: de onzekerheid is evenredig met het aantal.

Voor schaarsere soorten echter kunnen tellingen van kleine aantallen bijzonder onnauwkeurig zijn ([Rappoldt et al., 1985](#)). Een constante *absolute fout* kan dan een betere benadering zijn. In dat geval kan **Vergelijking (7.6)** niet gelineariseerd worden en is gefit met het Levenberg-Marquardt algoritme, een iteratieve methode die ook de som van de kwadratische afwijkingen minimaliseert.



Figuur 7.2. Wulp in de nazomer (september): Waargenomen aantal uitgezet tegen het aantal gefit met Vergelijking (7.6). voor de voedsel-gemiddelde kwaliteit Q_{BMOD}^f en het oppervlak S_{BMOD}^f . (a) log-log fit ($R^2 = 47\%$) en (b) niet-lineaire fit ($R^2 = 77\%$).



Figuur 7.3. Dezelfde fits als die in [Figuur 7.2.](#), maar met weglating van deelgebied Harlingen. (a) log-log fit ($R^2 = 83\%$) en (b) niet-lineaire fit ($R^2 = 77\%$).

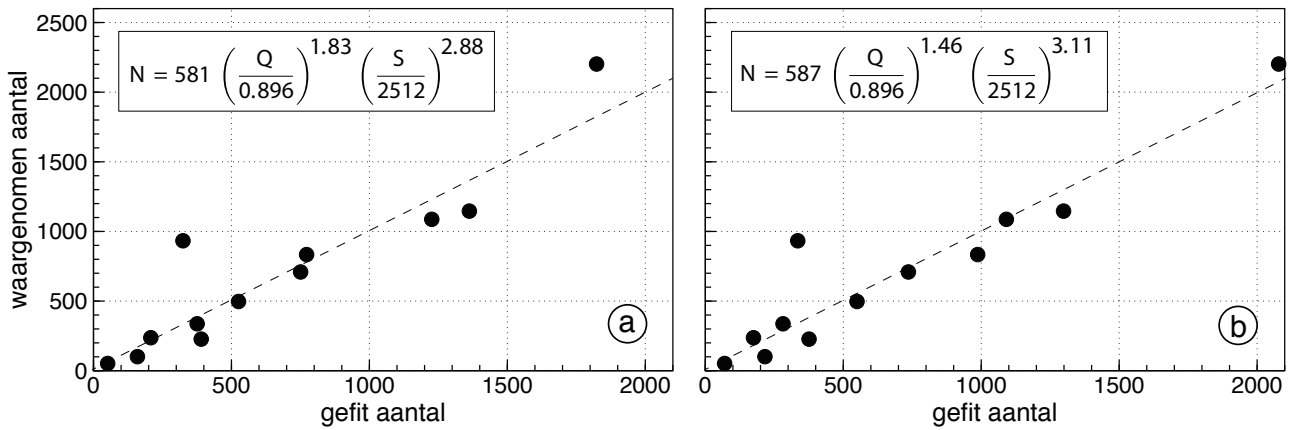
7.4.4 Wulp nazomer

[Figuur 7.2](#) laat resultaten zien voor de Wulp in de nazomer (september). Voor de 13 onderscheiden deelgebieden is het gemiddeld getelde aantal gefit op Q_{BMOD}^f en het oppervlak S_{BMOD}^f met behulp van Vergelijking (7.6). Zowel de log-log fit als de niet-lineaire fit zijn berekend en voor beide is het waargenomen aantal uitgezet tegen het gefitte aantal op gewone lineaire assen. Dus als alle punten zouden liggen op de lijn $y=x$ zou er sprake zijn van een perfecte fit.

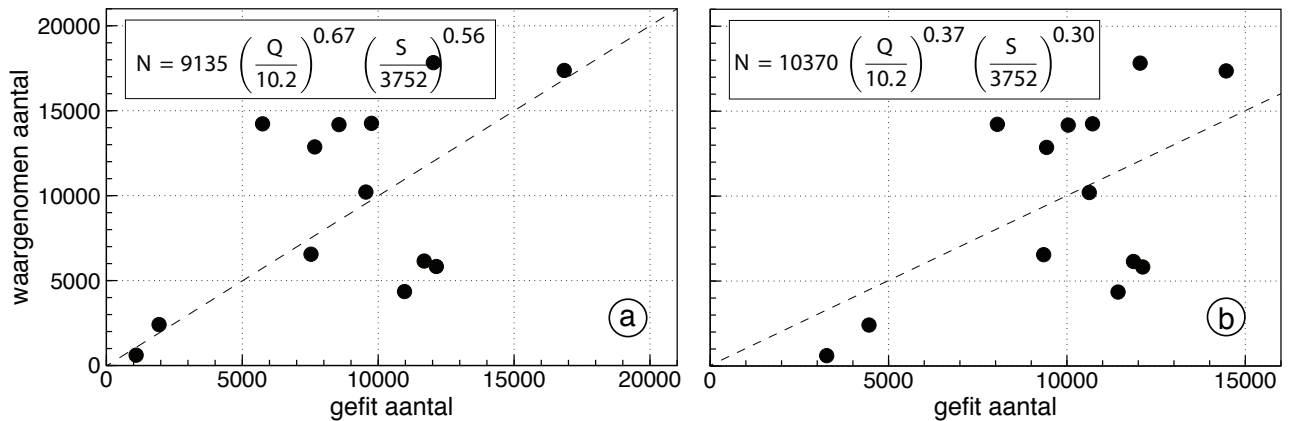
In [Figuur 7.2a](#) is één punt, dat voor deelgebied Harlingen, waar vrijwel geen wulpen worden geteld terwijl het foerageergebied volgens de fit wel geschikt lijkt voor enkele duizenden wulpen. De log-log fit wordt door dat punt heel sterk beïnvloed⁵.

Laten we het punt voor deelgebied Harlingen weg dan krijgen we [Figuur 7.3](#). De twee fits zijn nu consistent en komen ook overeen met de niet-lineaire fit in [Figuur 7.2](#). De spreiding rond de lijn $y=x$ lijkt toe te nemen met het aantal dus de log-log fit is vermoedelijk de beste, maar beide worden gebruikt in de monitoring. Voor de lineaire (log-log) fit zijn de gevoeligheden $\alpha = 1.0 \pm 0.4$ en $\beta = 0.42 \pm 0.16$ met een verklaarde variatie van 83%. Voor de volledigheid melden we nog dat de fit significant is (F-toets op $H_0: \alpha = 0$ en $\beta = 0$ levert $P = 0.0003$).

⁵Dat komt omdat de logaritme van het waargenomen aantal relatief erg klein is.



Figuur 7.4. Tureluur in de winter (januari): Waargenomen aantal uitgezet tegen het aantal gefit met Vergelijking (7.6) voor de oppervlakte-gemiddelde kwaliteit Q_{BMOD}^s en het oppervlak S_{BMOD}^s . Het deelgebied Griend is weggelaten omdat daar nauwelijks Tureluurs blijken te overtuigen terwijl er wel voedsel is. (a) log-log fit ($R^2 = 87\%$) en (b) niet-lineaire fit ($R^2 = 89\%$).



Figuur 7.5. Scholekster in de nazomer (september): Waargenomen aantal uitgezet tegen het aantal gefit met Vergelijking (7.6) voor de oppervlakte-gemiddelde kwaliteit Q_{BMOD}^s en het oppervlak S_{BMOD}^s . (a) log-log fit ($R^2 = 65\%$) en (b) niet-lineaire fit ($R^2 = 34\%$).

7.4.5 Tureluur winter

Een gelijksoortige situatie doet zich voor in het geval van de Tureluur in de winter. Op Griend worden heel weinig Tureluurs geteld vergeleken met de hoeveelheid voedsel die er in de buurt is. Daarom hebben we dit deelgebied weer weggelaten. [Figuur 7.4](#) laat zien dat de aantallen in de overblijvende deelgebieden goed worden beschreven door de kwaliteit Q_{BMOD}^s en het bijbehorend oppervlak S_{BMOD}^s .

7.4.6 Scholekster nazomer

[Figuur 7.5](#) voor de scholekster in de nazomer laat een veel minder goede fit zien. De beschrijvende waarde van de coëfficiënten is gering en de fit laat weinig meer zien dan dat er in de voor de scholekster armste deelgebieden inderdaad weinig scholeksters geteld worden.

7.4.7 Discussie

Voor de overige soort seizoen combinaties zijn de resultaten om verschillende redenen niet gebruikt:

- De fits verklaren een zo gering deel van de variatie in de aantallen dat het gebruik ervan voor één deelgebied (Pinkegat Zoutkamperlaag) niet geloofwaardig is.
- Een erg hoge gevoeligheid die impliceert dat een verandering in Q of S tot wel zeven keer zo sterk terugkomt in het gefitte aantal vogels (bij de Drieteenstarndloper). Toepassing daarvan bij verschillen van jaar tot jaar binnen één deelgebied leidt ertoe dat de geschiktheid van het gebied kan instorten bij een relatief kleine verandering. Dat is niet onmogelijk, maar moet wel beter onderbouwd worden.
- Één van de twee exponenten is negatief. Dat wil zeggen dat een hogere kwaliteit of een hoger oppervlak zou corresponderen met minder vogels. Ook hier geldt dat het de uitkomst kan zijn van een fit over deelgebieden, bijvoorbeeld door interactie tussen kwaliteit en oppervlak, maar dat toepassing op verschillen van jaar op jaar tot bizarre resultaten zou leiden.
- Grillig gebruik van hoogwatervluchtplaatsen waardoor de indeling in deelgebieden niet werkt.

Het gebruik van de fits blijkt dus moeilijker dan verwacht. Voor de hierboven genoemde drie vogel-seizoen combinaties gebruiken we de getoonde fits om de ontwikkeling van het Pinkegat-Zoutkamperlaag gebied weer te geven over de 10 beschikbare voedseljaren. Voor de overige soorten moet het gebruik van oppervlakte-gemiddelden of voedsel-gemiddelden op zijn minst worden uitgesteld. Het lijkt ook niet opportuun om dan voor die soorten *wel* alle "oude proxies" uit Ens *et al.* (2017) te blijven gebruiken. We beperken ons daarom in de analyse tot de meest eenvoudige, het oppervlak waarop een minimale voedselopname haalbaar is en de totale hoeveelheid oogstbaar voedsel.

8. Resultaten

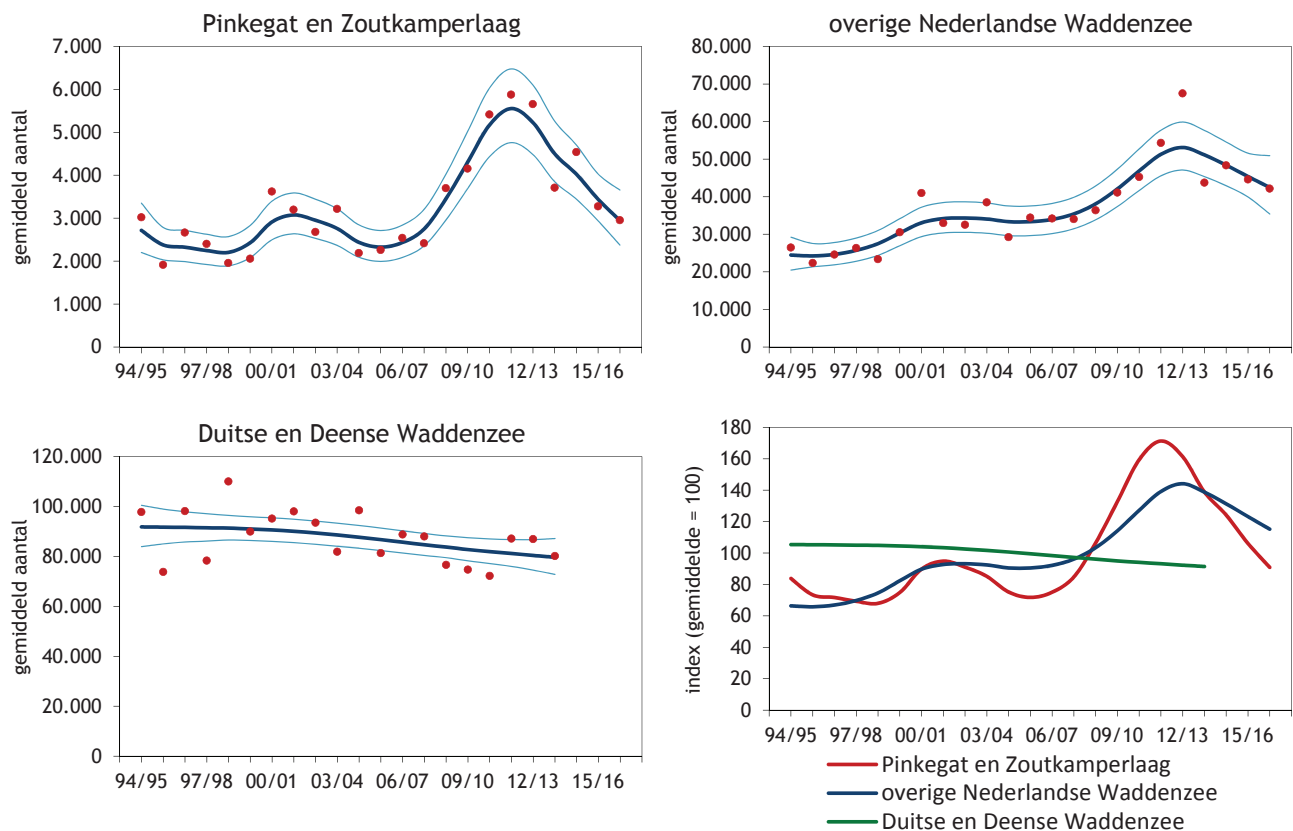
De resultaten worden per soort besproken. Voor elke soort-seizoen combinatie vergelijken we voor Pinkegat-Zoutkamperlaag de oppervlakte proxy en de proxy voor oogstbare biomassa en we geven ook het bijbehorende “dieet” voor de periode 2008-2017. Dit zijn de twee meest fundamentele proxies, die ook

door eerdere onderzoekers zijn gebruikt (Zwarts *et al.* 1996, Kraan *et al.* 2009). Daarnaast presenteren we de trendanalyse voor Pinkegat-Zoutkamperlaag, de rest van de Nederlandse Waddenzee en de Duitse/Deense Waddenzee en we vergelijken de trends.

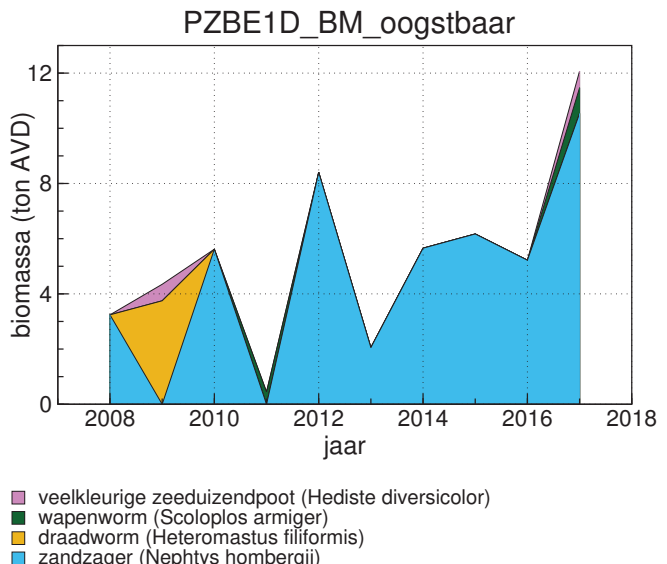
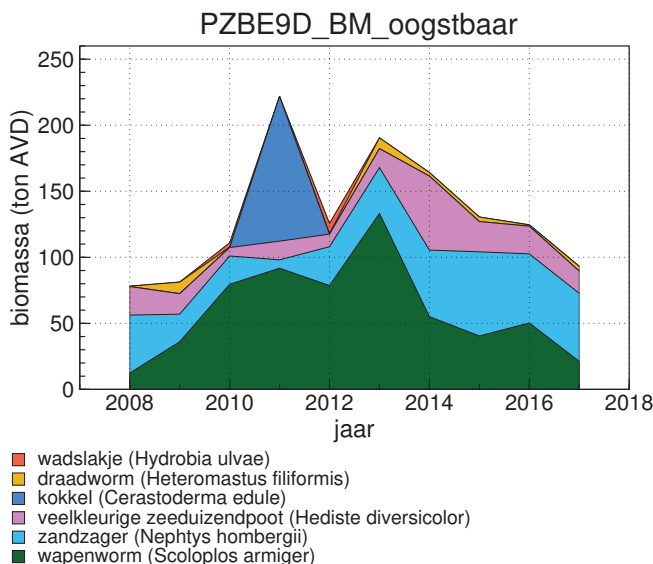
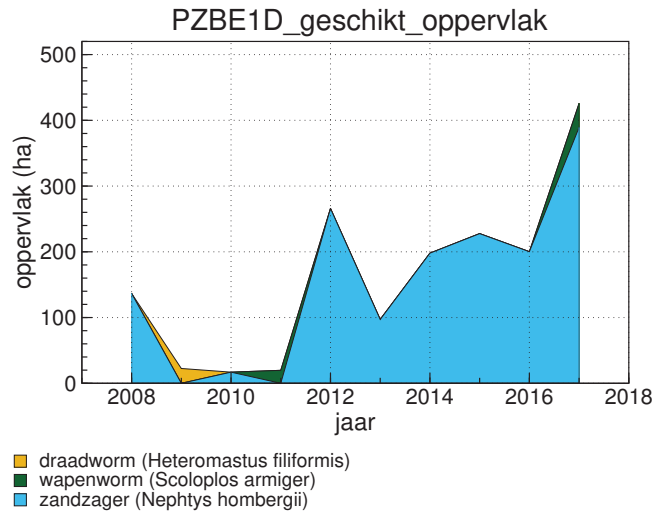
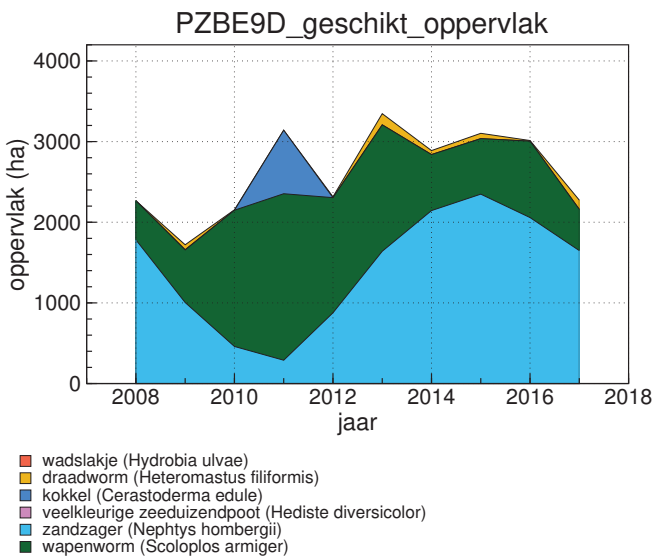
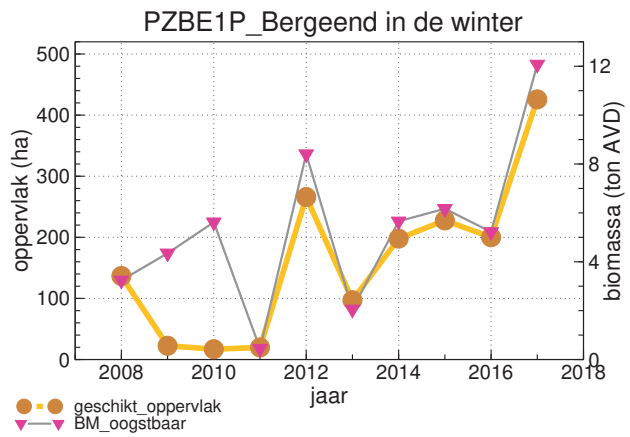
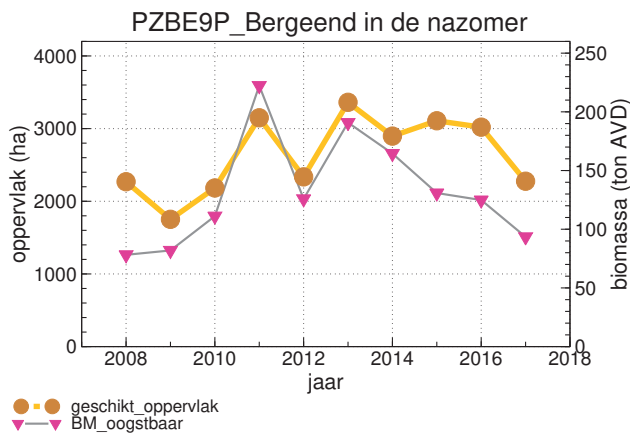
8.1. Bergeend

Het aantalsverloop in Pinkegat/Zoutkamperlaag (Figuur 8.1) 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) en dit blijkt ook duidelijk uit de trendanalyse. De populatie in Europa is stabiel over zowel de lange termijn (1988-heden) als de korte termijn (2003-heden) (van Roomen *et al.* 2015).

Voor de Bergeend kon geen gevalideerde proxy voor draagkracht ontwikkeld worden, maar in zowel nazomer als winter vertonen de beide proxies dezelfde trend (Figuur 8.2, Figuur 8.3). Die trend is eerder positief dan negatief, zeker in de winter. Op basis van het beslisschema wordt geconcludeerd dat er vooralsnog geen aanwijzingen zijn voor een negatief effect van bodemdaling.



Figuur 8.1. Aantalsverloop (seizoensgemiddelde) van de Bergeend in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag (linksboven), rest Nederlandse Waddenzee (rechtsboven), Duitsen & Deense Waddenzee (linksonder) en een vergelijking van de trend in deze drie deelgebieden (rechtsonder). Het seizoen 2015 loopt van juli 2015 t/m juni 2016.



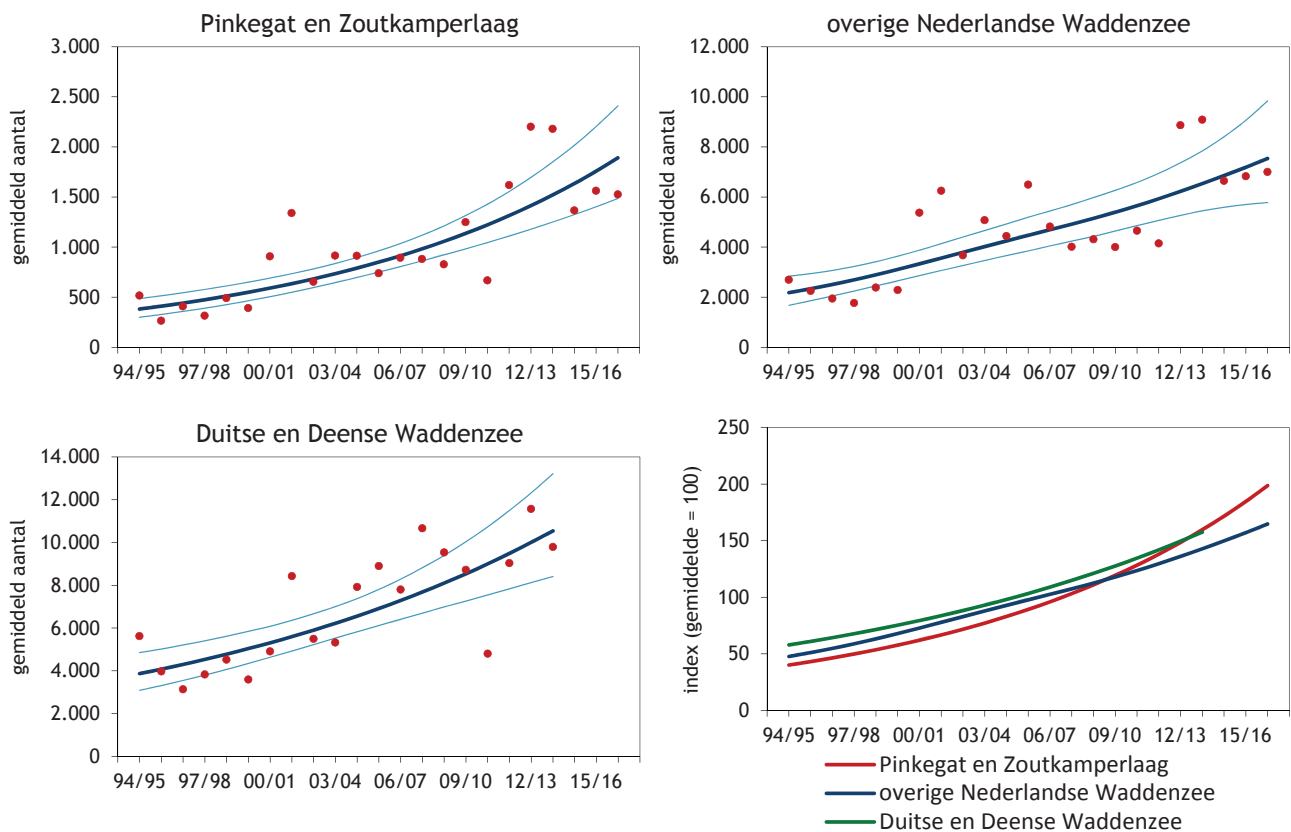
Figuur 8.2. Bergeend in de nazomer Zoutkamperlaag-Pindegat voor de jaren 2008-2017. Boven: de proxy geschikt oppervlak vergeleken met de proxy BMOO, de oogstbare biomassa. Midden: het onderliggende “dieet” voor de proxy oppervlak. Onder: het onderliggende “dieet” voor de proxy BMOO, de oogstbare biomassa.

Figuur 8.3. Bergeend in de winter Zoutkamperlaag-Pindegat voor de jaren 2008-2017. Boven: de proxy geschikt oppervlak vergeleken met de proxy BMOO, de oogstbare biomassa. Midden: het onderliggende “dieet” voor de proxy oppervlak. Onder: het onderliggende “dieet” voor de proxy BMOO, de oogstbare biomassa.

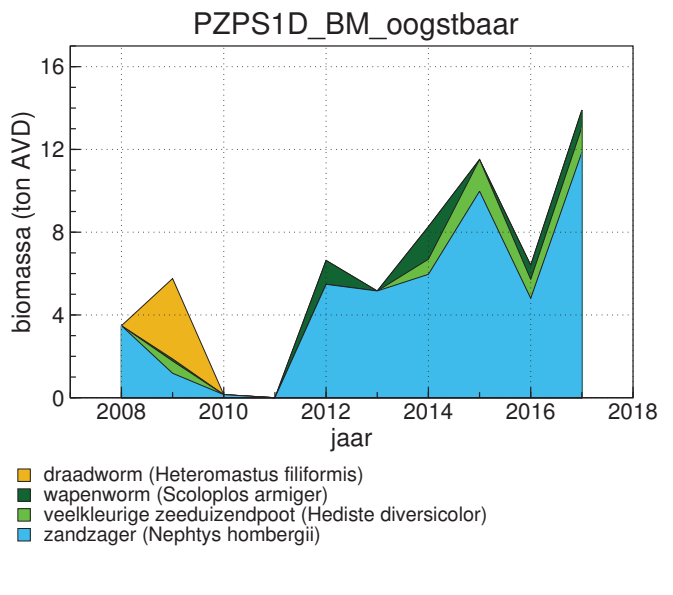
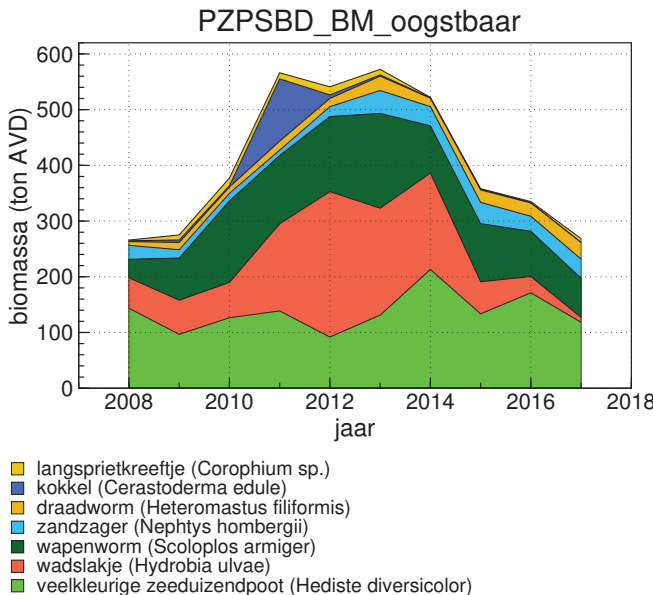
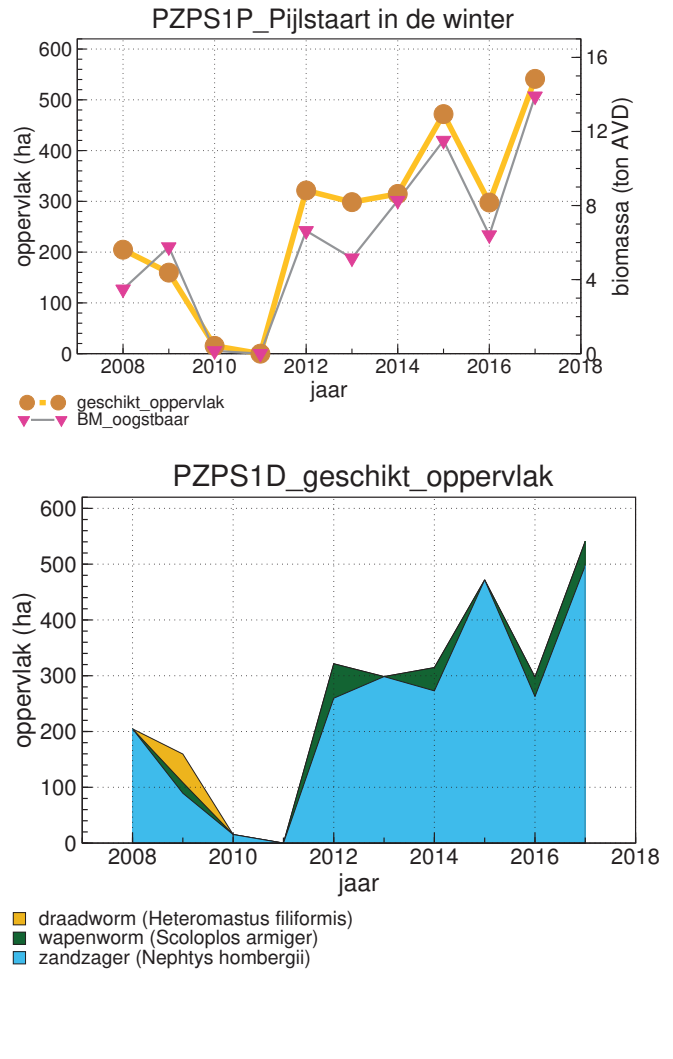
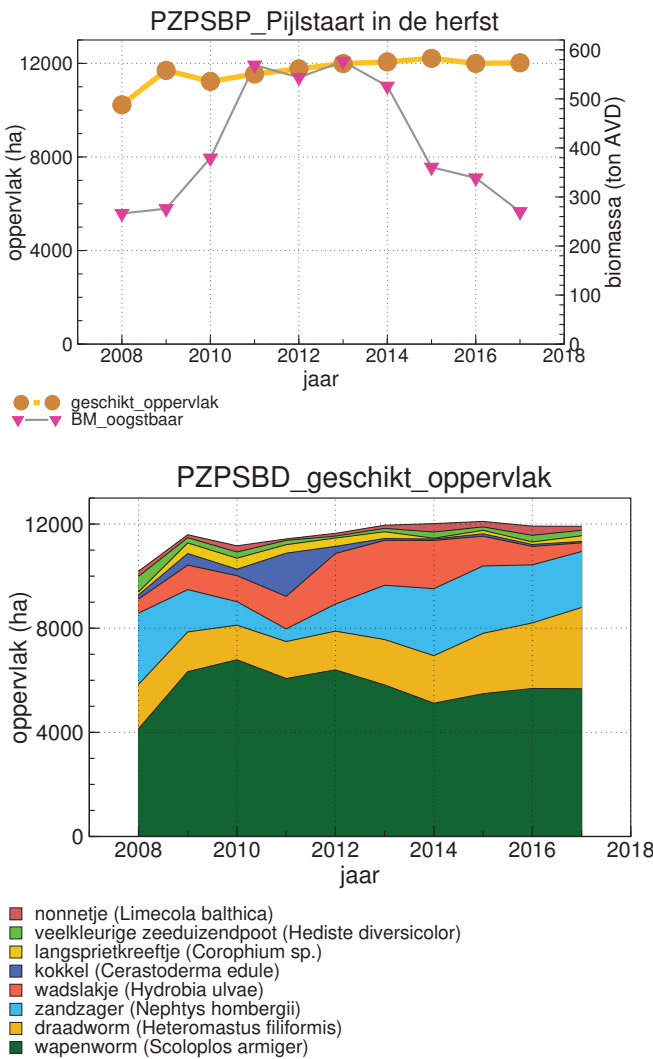
8.2. Pijlstaart

Het seizoensgemiddelde vertoont een duidelijke toename vanaf 1994 (Figuur 8.4). 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).

Voor de Pijlstaart kon geen gevalideerde proxy voor draagkracht ontwikkeld worden en het is ook niet zo dat alle proxies dezelfde trend vertonen in de herfst (Figuur 8.5). In de winter is dat wel zo: beide proxies laten een sterke toename zien (Figuur 8.6). Op basis van het beslisschema wordt geconcludeerd dat de monitoring verder ontwikkeld moet worden voor de herfst en dat er geen aanwijzingen zijn voor een negatief effect van bodemdaling voor de winterperiode.



Figuur 8.4. Aantalsverloop (seizoensgemiddelde) van de Pijlstaart in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag (linksboven), rest Nederlandse Waddenzee (rechtsboven), Duitsen & Deense Waddenzee (linksonder) en een vergelijking van de trend in deze drie deelgebieden (rechtsonder). Het seizoen 2015 loopt van juli 2015 t/m juni 2016.



Figuur 8.5. Pijlstaart in de herfst in Zoutkamperlaag-Pindegat voor de jaren 2008-2017. Boven: de proxy geschikt oppervlak vergeleken met de proxy BMOO, de oogstbare biomassa. Midden: het onderliggende “dieet” voor de proxy oppervlak. Onder: het onderliggende “dieet” voor de proxy BMOO, de oogstbare biomassa.

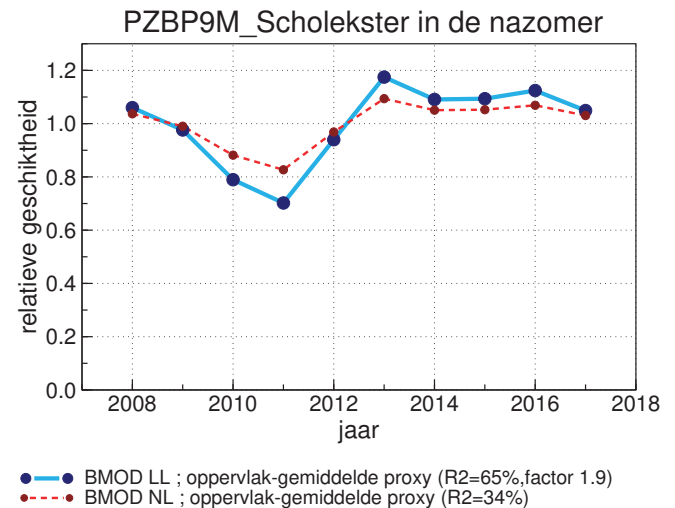
Figuur 8.6. Pijlstaart in de winter in Zoutkamperlaag-Pindegat voor de jaren 2008-2017. Boven: de proxy geschikt oppervlak vergeleken met de proxy BMOO, de oogstbare biomassa. Midden: het onderliggende “dieet” voor de proxy oppervlak. Onder: het onderliggende “dieet” voor de proxy BMOO, de oogstbare biomassa.

8.3. Scholekster

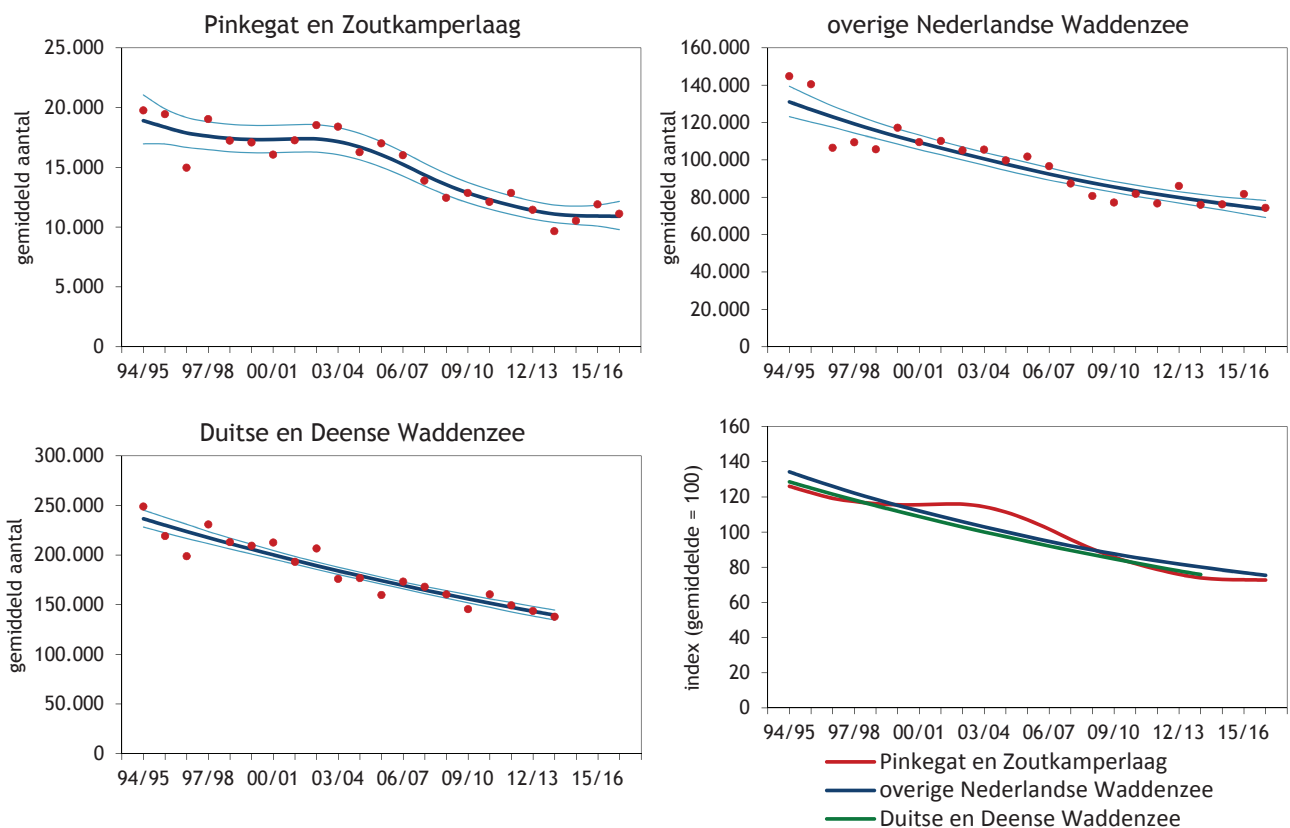
Vanaf 2008 nemen de aantallen Scholeksters in Pinkegat/Zoutkamperlaag gestaag af (Figuur 8.7). Ook in de Nederlandse Waddenzee als geheel (Van der Jeugd *et al.* 2014), de Duitse en Deense Waddenzee (Blew *et al.* 2016) en West-Europa (van Roomen *et al.* 2015) nemen de aantallen al jaren af. De afnemende trend voor Pinkegat/Zoutkamperlaag is iets minder strak in vergelijking tot de andere gebieden, die een veel groter oppervlak betreffen (Figuur 8.7).

Een groot aantal factoren spelen een rol bij de achteruitgang in de Waddenzee in de winterperiode: overbevising 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.* 2009, 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

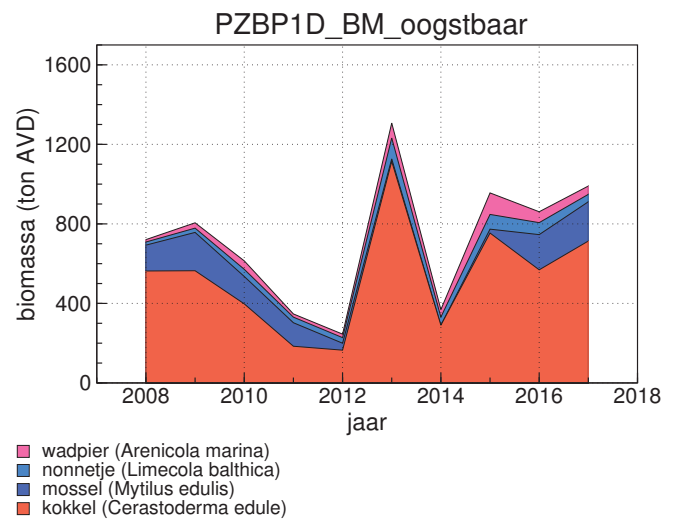
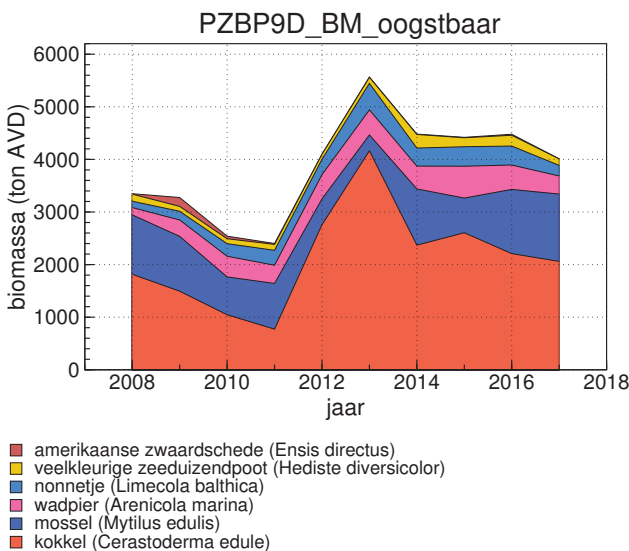
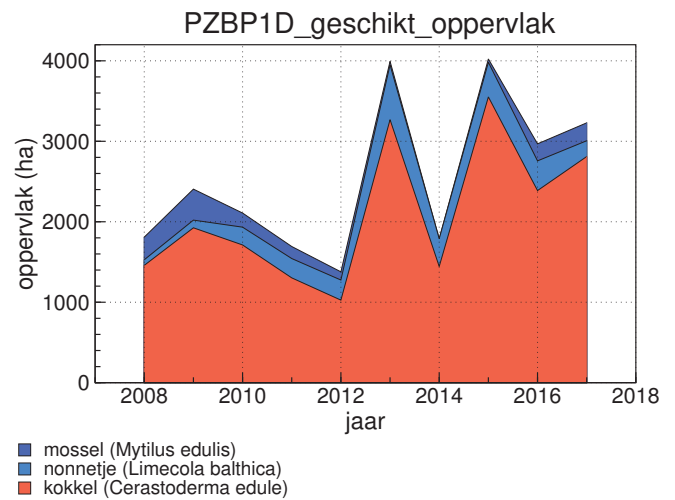
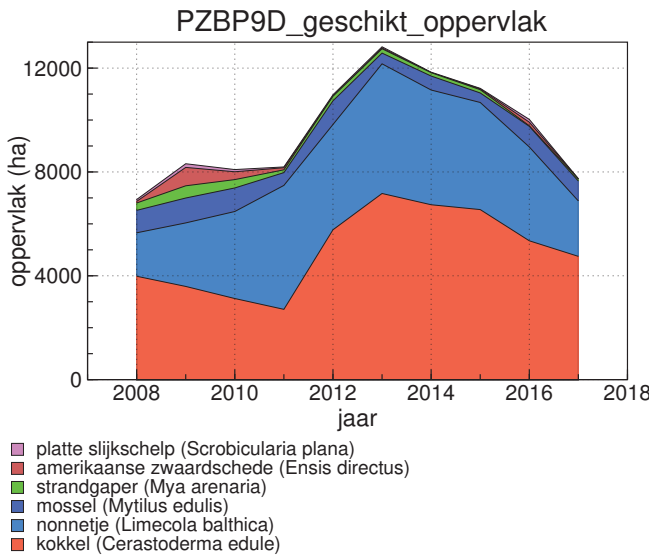
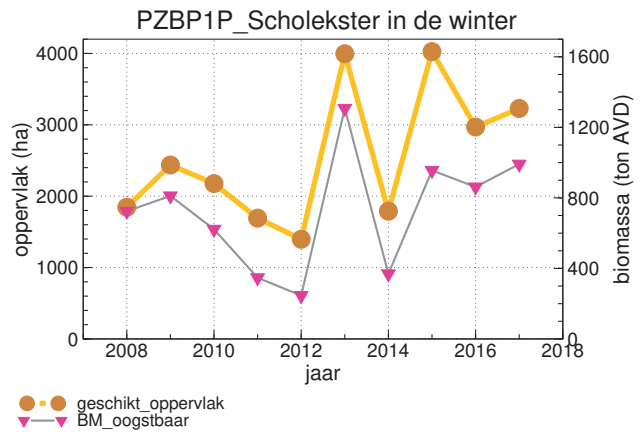
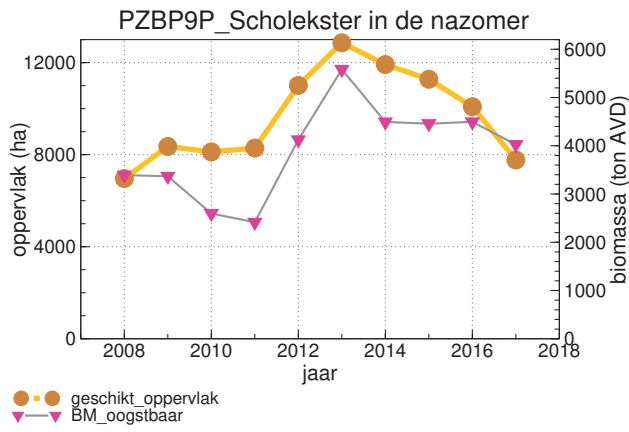
Pol *et al.* 2010, van de Pol *et al.* 2012) en de intensivering van de landbouw (Ens *et al.* 2011, Kampichler *et al.* 2013). Om het relatieve belang en de cumulatieve bijdrage van al deze factoren aan de achteruitgang van de Scholekster vast te stellen is recent



Figuur 8.8. Relatieve geschiktheid voor de Scholekster van het wad in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag voor de periode 2008-2017.



Figuur 8.7. Aantalsverloop (seizoensgemiddelde) van de Scholekster in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag (linksboven), rest Nederlandse Waddenzee (rechtsboven), Duitsen & Deense Waddenzee (linksonder) en een vergelijking van de trend in deze drie deelgebieden (rechtsonder). Het seizoen 2015 loopt van juli 2015 t/m juni 2016.



Figuur 8.9. Scholekster in de nazomer in Zoutkamperlaag-Pinkegat voor de jaren 2008-2017. Boven: de proxy geschikt oppervlak vergeleken met de proxy BMOO, de oogstbare biomassa. Midden: het onderliggende “dieet” voor de proxy oppervlak. Onder: het onderliggende “dieet” voor de proxy BMOO, de oogstbare biomassa.

Figuur 8.10. Scholekster in de winter in Zoutkamperlaag-Pinkegat voor de jaren 2008-2017. Boven: de proxy geschikt oppervlak vergeleken met de proxy BMOO, de oogstbare biomassa. Midden: het onderliggende “dieet” voor de proxy oppervlak. Onder: het onderliggende “dieet” voor de proxy BMOO, de oogstbare biomassa.

een groot onderzoek gestart met de naam CHIRP = *Cumulative Human Impact on biRd Populations* <http://www.chirpscholekster.nl/>.

Voor Scholekster in de nazomer is het gelukt om een proxy te construeren die voldoende vertrouwen geeft, waarbij het precieze verloop een klein beetje afhangt of de regressie log-log, dan wel lineair is uitgevoerd (Figuur 8.8). Als er al sprake is van een trend, dan is die trend eerder positief, dan negatief. De conclusie is dat er geen aanwijzingen zijn voor een negatief effect van bodemdaling. Voor de volle-

digheid is ook het verloop van de oppervlakte proxy en oogstbare biomassa proxy gegeven, alsmede het bijbehorende dieet (Figuur 8.9).

Het is niet gelukt een gevalideerde proxy te construeren voor de winterperiode. Het is wel zo dat de trend van de twee belangrijkste proxies sterk gelijken (Figuur 8.10). Als er al sprake is van een trend, dan is die trend eerder positief, dan negatief. De conclusie is dat er geen aanwijzingen zijn voor een negatief effect van bodemdaling.

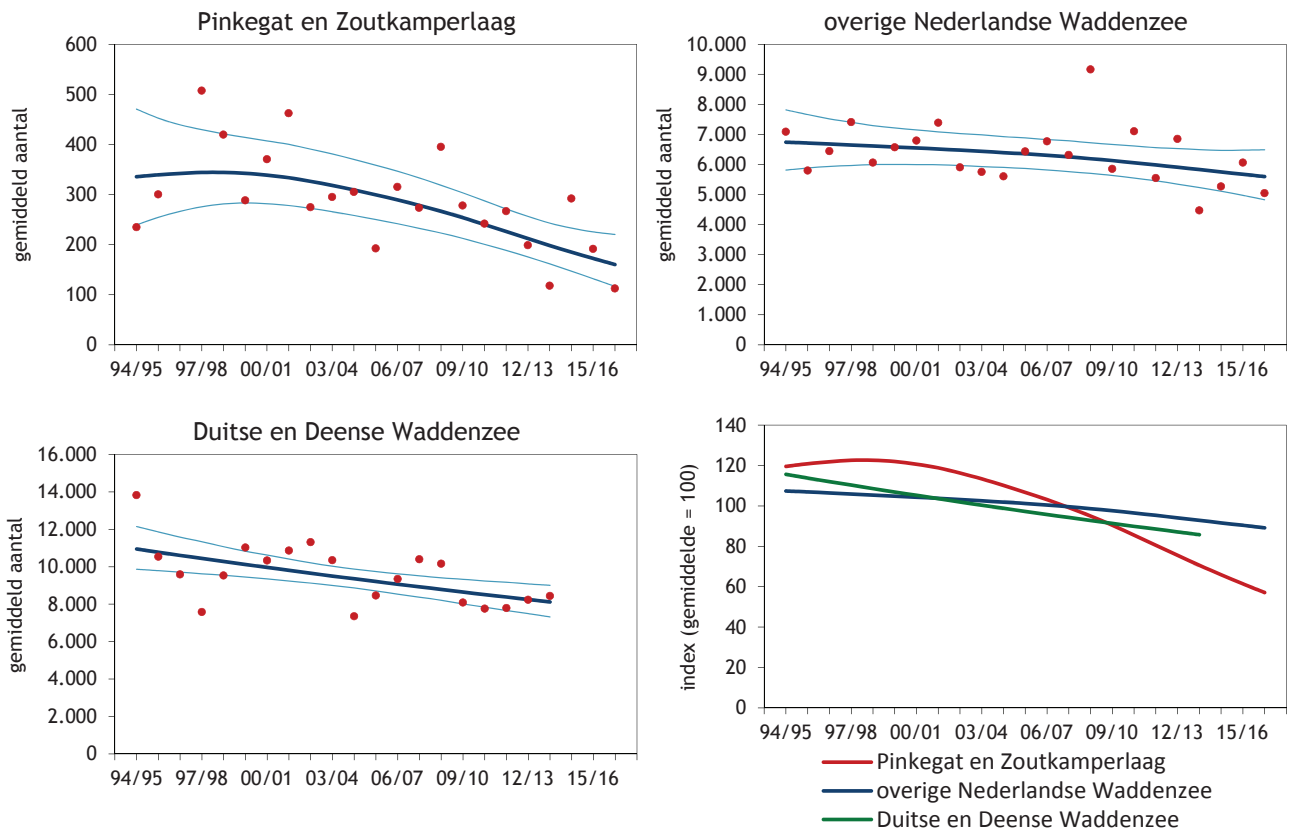
8.4. Kluut

Er is sprake van een duidelijke afname in de aantallen in Pinkegat en Zoutkamperlaag (Figuur 8.11). Ook elders in de Waddenzee nemen de aantallen af (Blew *et al.* 2016), maar die afname gaat minder snel dan in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag (Figuur 8.11). Opvallend genoeg nemen de aantallen in Europa juist toe (van Roomen *et al.* 2015).

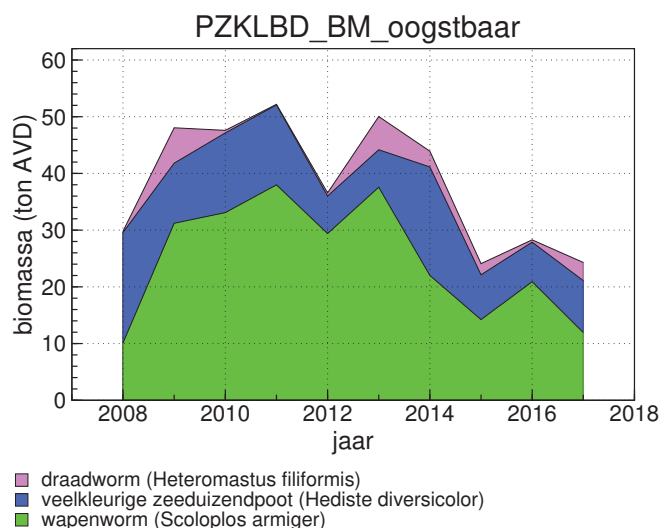
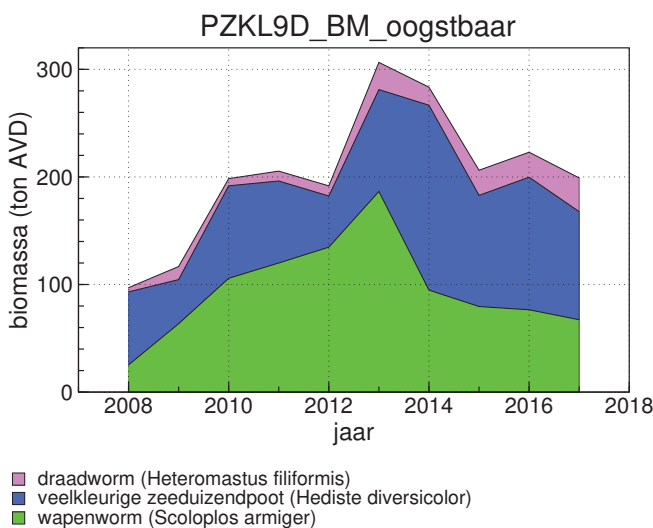
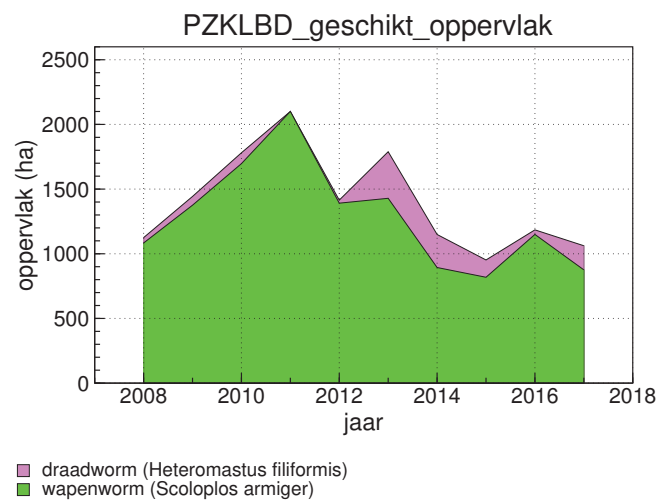
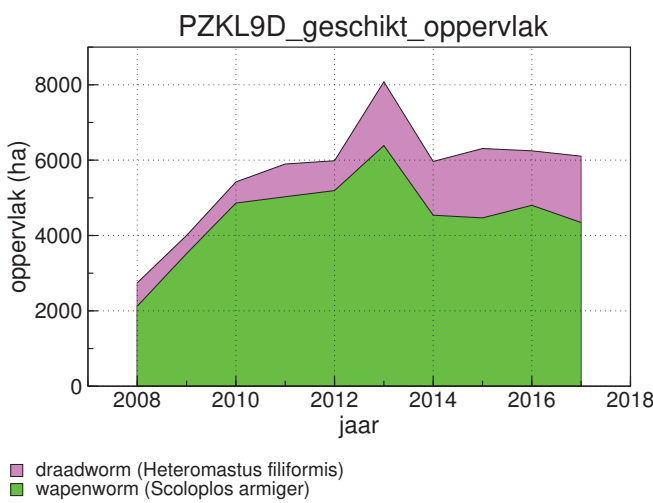
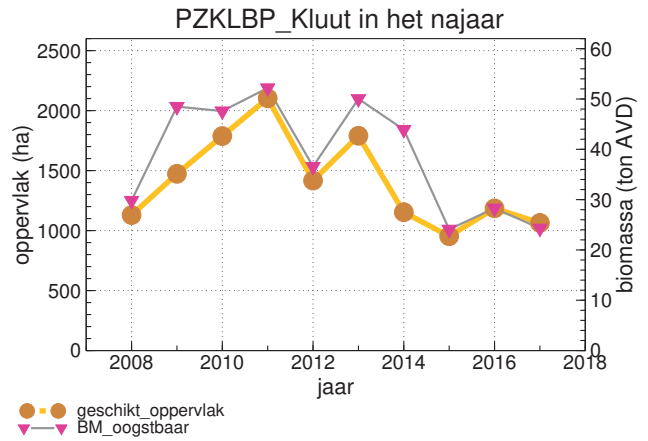
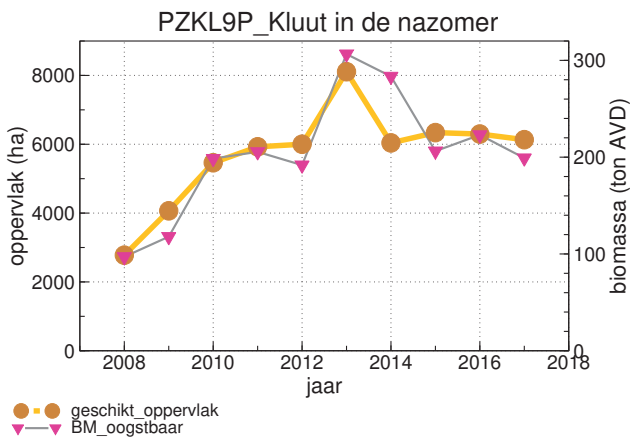
De nazomer proxy plots vertonen een opvallend gelijk patroon: een toename tot 2013 en daarna een afname en stabilisatie (Figuur 8.12). Dit is zeker geen negatieve trend en daarom wordt geconcludeerd dat

er vooralsnog geen aanwijzingen zijn voor een negatief effect van bodemdaling.

In het najaar lopen de proxies ook gelijk, maar er lijkt al vanaf 2011 een afname (Figuur 8.13), al is die afname niet zeer duidelijk. Of die negatieve trend geheel of gedeeltelijk het gevolg is bodemdaling moet nader onderzocht worden. Mocht dit wel zo zijn, dan zou het feit dat de aantalsontwikkeling in Pinkegat-Zoutkamperlaag duidelijk negatiever is dan in de rest van de Waddenzee (Figuur 8.11) tot de conclusie leiden dat er aanwijzingen zijn voor een negatief effect van bodemdaling.



Figuur 8.11. Aantalsverloop (seizoensgemiddelde) van de Kluut in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag (linksboven), rest Nederlandse Waddenzee (rechtsboven), Duitsen & Deense Waddenzee (linksonder) en een vergelijking van de trend in deze drie deelgebieden (rechtsonder). Het seizoen 2015 loopt van juli 2015 t/m juni 2016.



Figuur 8.12. Kluut in de nazomer in Zoutkamperlaag-Pinkegat voor de jaren 2008-2017. Boven: de proxy geschikt oppervlak vergeleken met de proxy BMOO, de oogstbare biomassa. Midden: het onderliggende "dieet" voor de proxy oppervlak. Onder: het onderliggende "dieet" voor de proxy BMOO, de oogstbare biomassa.

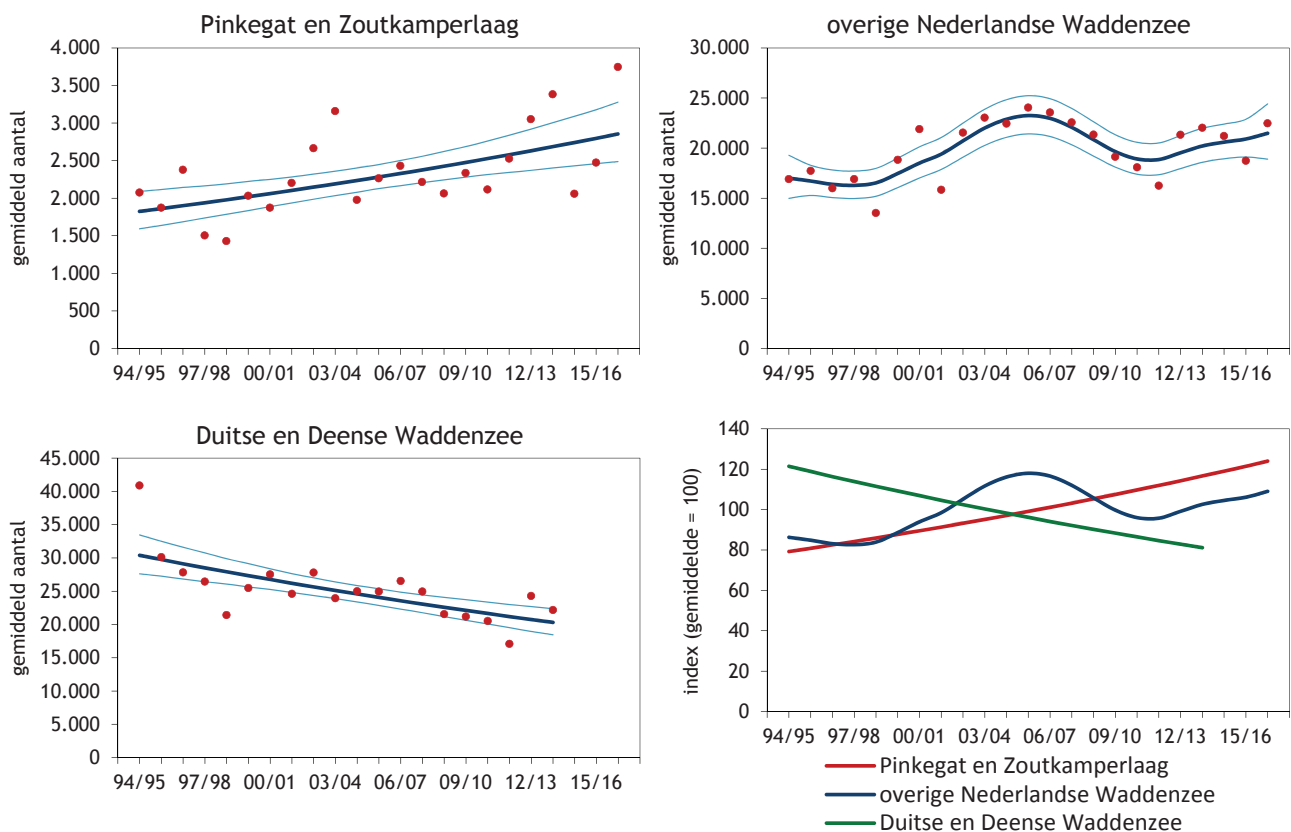
Figuur 8.13. Kluut in het najaar in Zoutkamperlaag-Pinkegat voor de jaren 2008-2017. Boven: de proxy geschikt oppervlak vergeleken met de proxy BMOO, de oogstbare biomassa. Midden: het onderliggende "dieet" voor de proxy oppervlak. Onder: het onderliggende "dieet" voor de proxy BMOO, de oogstbare biomassa.

8.5. Zilverplevier

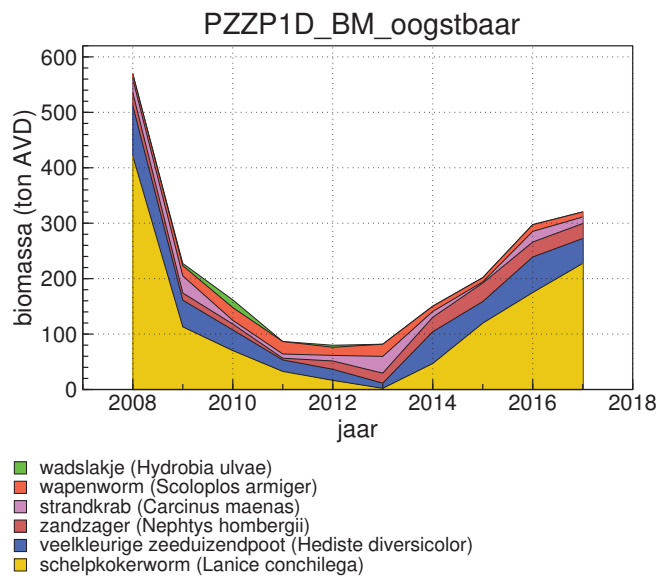
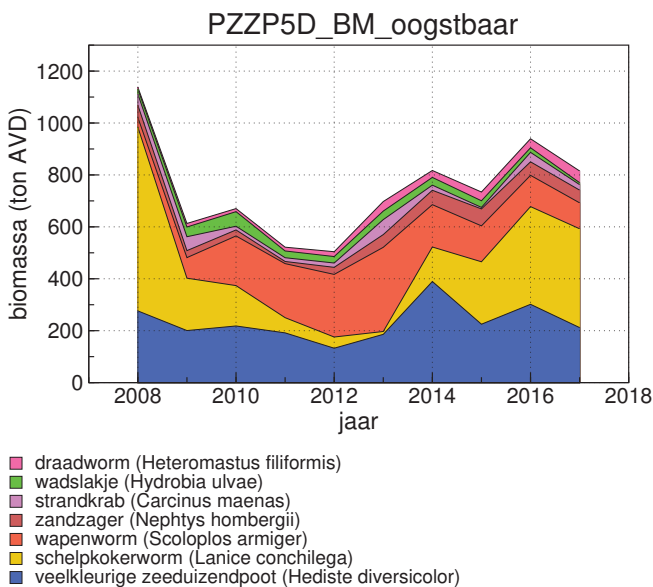
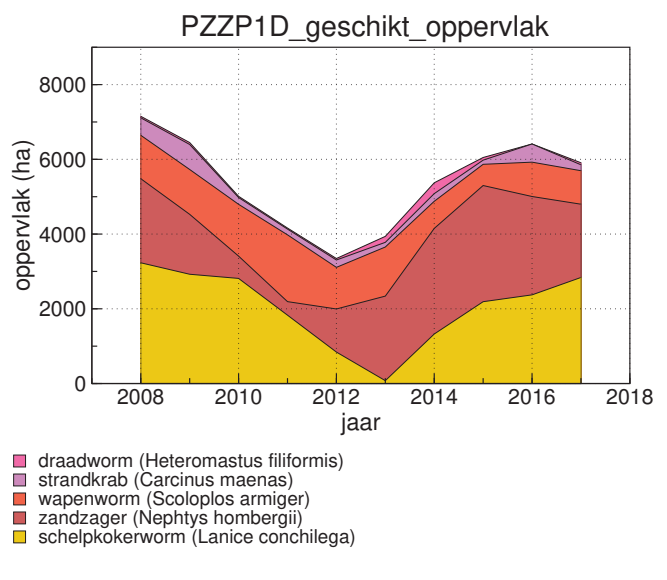
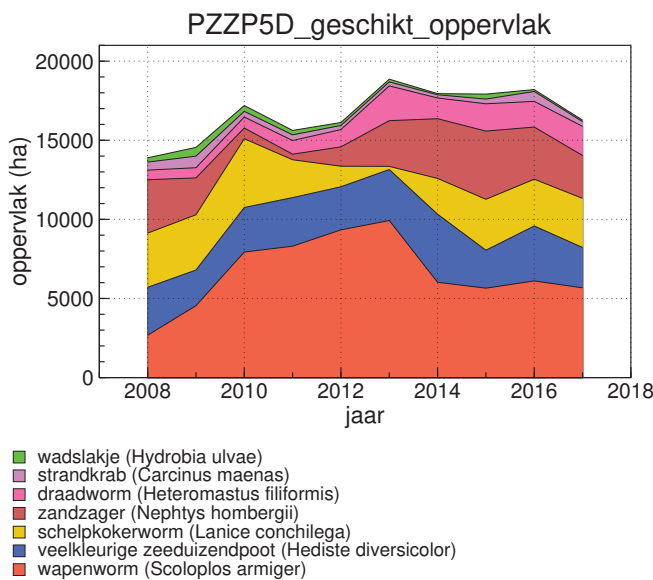
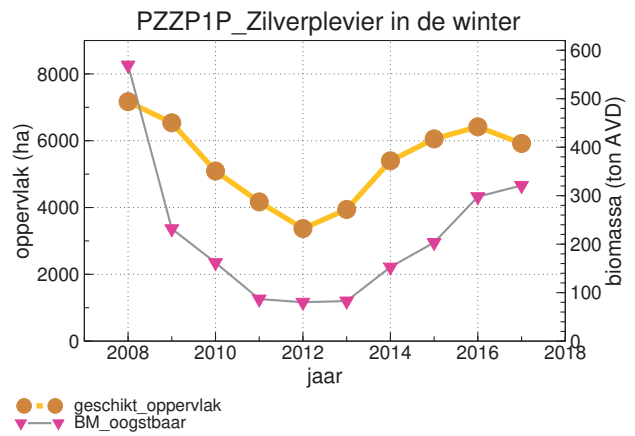
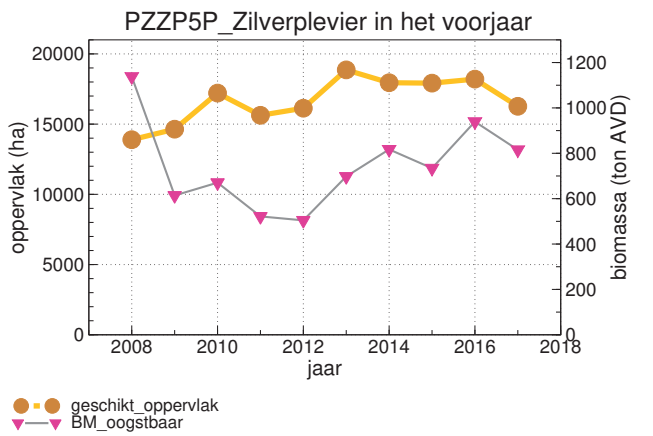
Er is sprake van een toenemende trend in de aantallen in Pinkegat en Zoutkamerplaag (Figuur 8.14). Ook in de Nederlandse Waddenzee als geheel is sprake van een toename, in tegenstelling tot de Duitse Waddenzee, waar de aantallen afnemen (Blew *et al.* 2016). De Europese populatie als geheel stabiliseert vanaf 1994 of neemt misschien zelfs af (van Roomen *et al.* 2015).

De validatieberekeningen leiden voor de

Zilverplevier niet tot een bevredigend resultaat. In het voorjaar is het verloop van de verschillende proxy plots voor de Zilverplevier sterk verschillend (Figuur 8.15), maar in het najaar is het patroon opvallend gelijk: eerst een daling en daarna een toename (Figuur 8.16). Op basis van het beslisschema concluderen we dat voor het voorjaar de monitoring nog verder ontwikkeld moet worden, en dat er voor het najaar geen aanwijzingen zijn voor een negatief effect van bodemdaling door gaswinning.



Figuur 8.14. Aantalsverloop (seizoensgemiddelde) van de Zilverplevier in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamerplaag (linksboven), rest Nederlandse Waddenzee (rechtsboven), Duitsen & Deense Waddenzee (linksonder) en een vergelijking van de trend in deze drie deelgebieden (rechtsonder). Het seizoen 2015 loopt van juli 2015 t/m juni 2016.



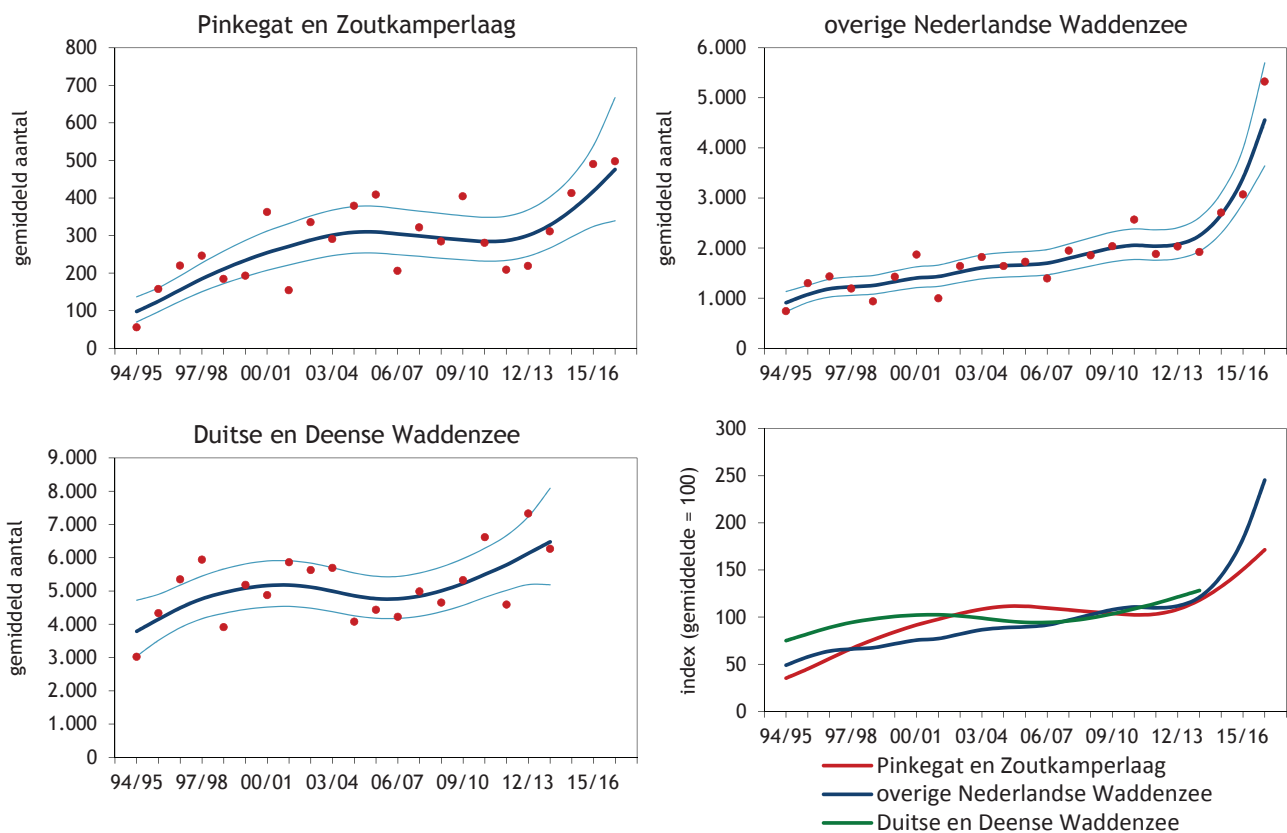
Figuur 8.15. Zilverplevier in het voorjaar in Zoutkamperlaag-Pinkegat voor de jaren 2008-2017. Boven: de proxy geschikt oppervlakt vergeleken met de proxy BMOO, de oogstbare biomassa. Midden: het onderliggende "dieet" voor de proxy oppervlakt. Onder: het onderliggende "dieet" voor de proxy BMOO, de oogstbare biomassa.

Figuur 8.16. Zilverplevier in de winter in Zoutkamperlaag-Pinkegat voor de jaren 2008-2017. Boven: de proxy geschikt oppervlakt vergeleken met de proxy BMOO, de oogstbare biomassa. Midden: het onderliggende "dieet" voor de proxy oppervlakt. Onder: het onderliggende "dieet" voor de proxy BMOO, de oogstbare biomassa.

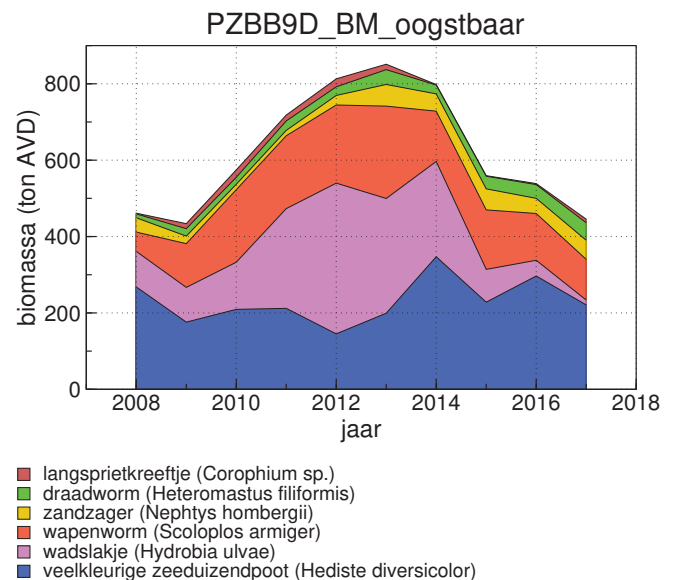
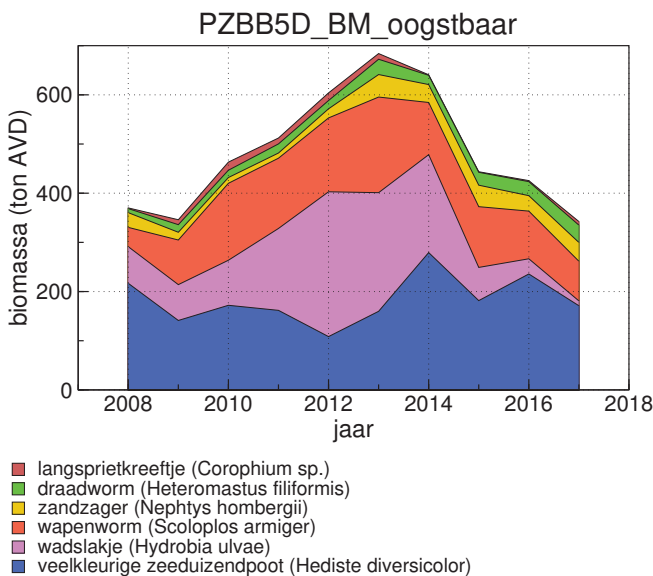
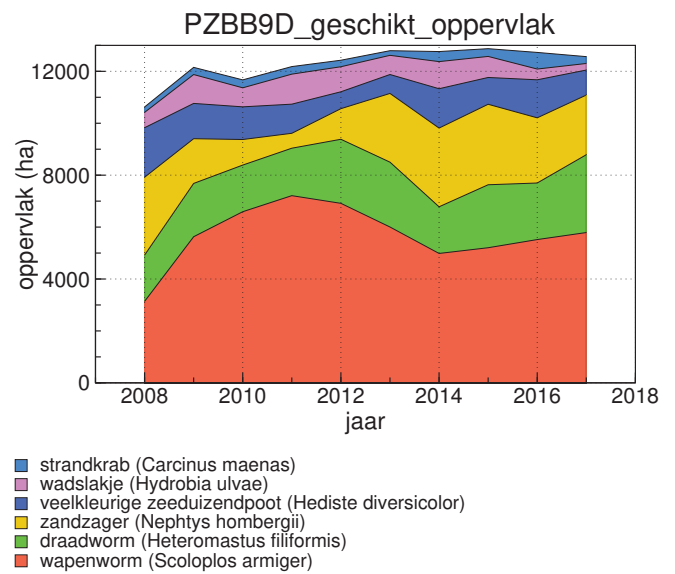
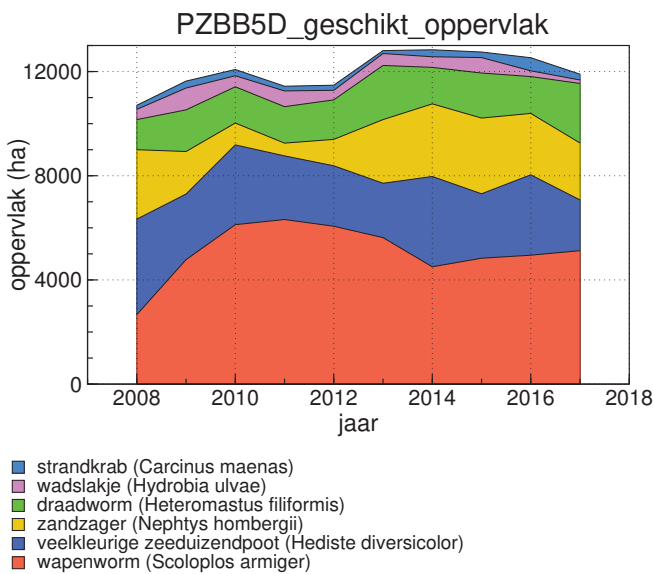
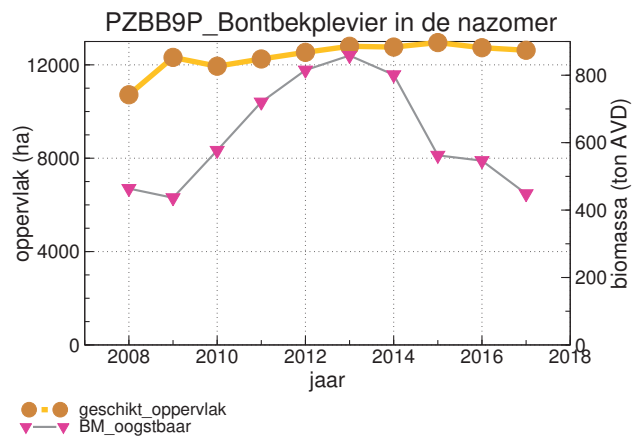
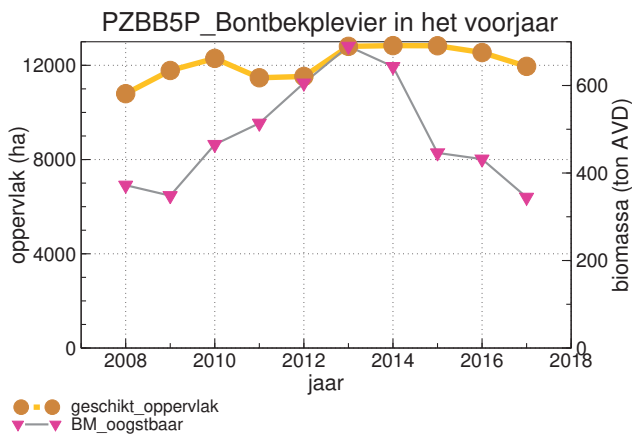
8.6. Bontbekplevier

Er is een duidelijke toename zichtbaar in het aantalverloop voor Pinkegat en Zoutkamperlaag (Figuur 8.17). 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).

Zowel in het voorjaar als in de nazomer vertoont de biomassa proxy een toename tot 2012/2013 en daarna een afname, terwijl de oppervlakte proxy langzaam maar zeker toeneemt over de hele periode (Figuur 8.18, Figuur 8.19). We concluderen dat zowel voor het voorjaar als voor de nazomer de monitoring nog verder ontwikkeld moet worden.



Figuur 8.17. Aantalsverloop (seizoensgemiddelde) van de Bontbekplevier in de komberegingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag (linksboven), rest Nederlandse Waddenzee (rechtsboven), Duitsers & Deense Waddenzee (linksonder) en een vergelijking van de trend in deze drie deelgebieden (rechtsonder). Het seizoen 2015 loopt van juli 2015 t/m juni 2016.



Figuur 8.18. Bontbekplevier in het voorjaar in Zoutkamperlaag-Pinkegat voor de jaren 2008-2017. Boven: de proxy geschikt oppervlak vergeleken met de proxy BMOO, de oogstbare biomassa. Midden: het onderliggende "dieet" voor de proxy oppervlak. Onder: het onderliggende "dieet" voor de proxy BMOO, de oogstbare biomassa.

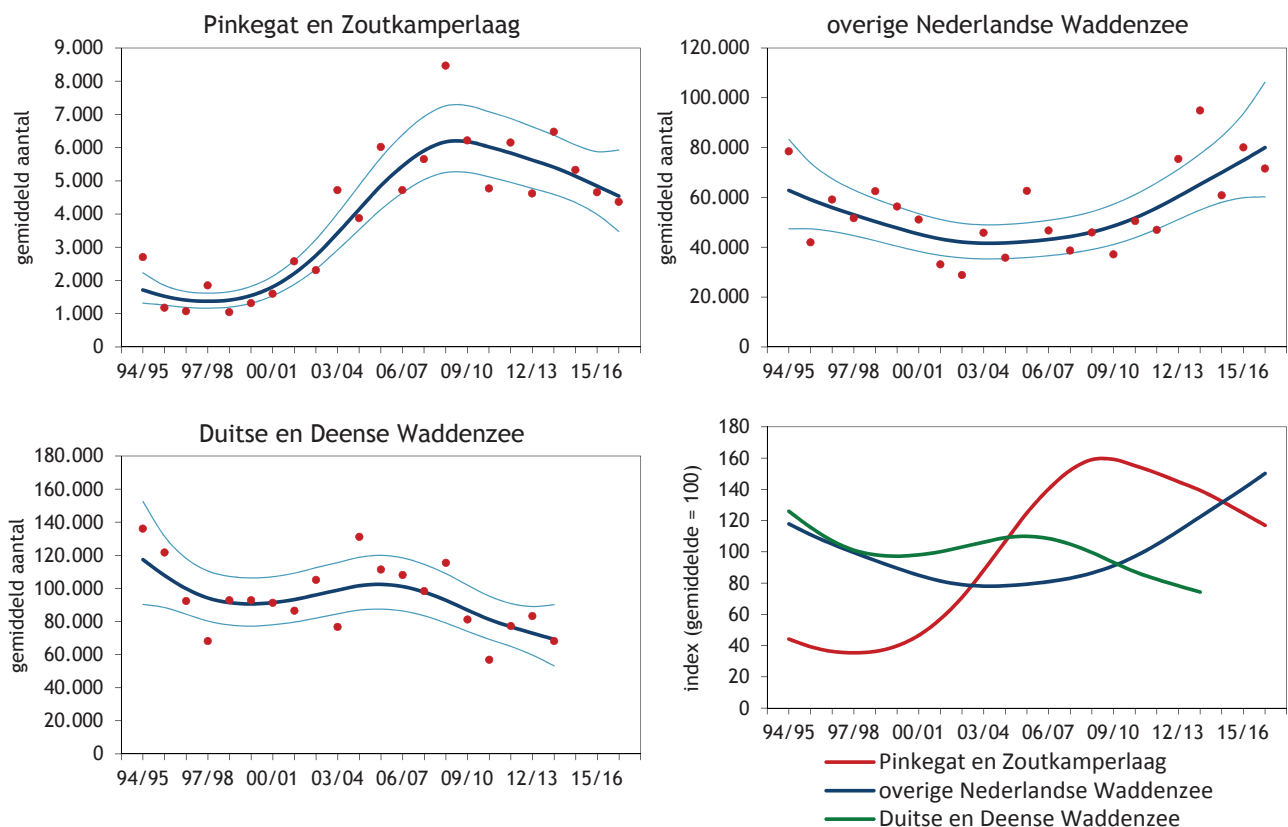
Figuur 8.19. Bontbekplevier in de nazomer in Zoutkamperlaag-Pinkegat voor de jaren 2008-2017. Boven: de proxy geschikt oppervlak vergeleken met de proxy BMOO, de oogstbare biomassa. Midden: het onderliggende "dieet" voor de proxy oppervlak. Onder: het onderliggende "dieet" voor de proxy BMOO, de oogstbare biomassa.

8.7. Kanoet

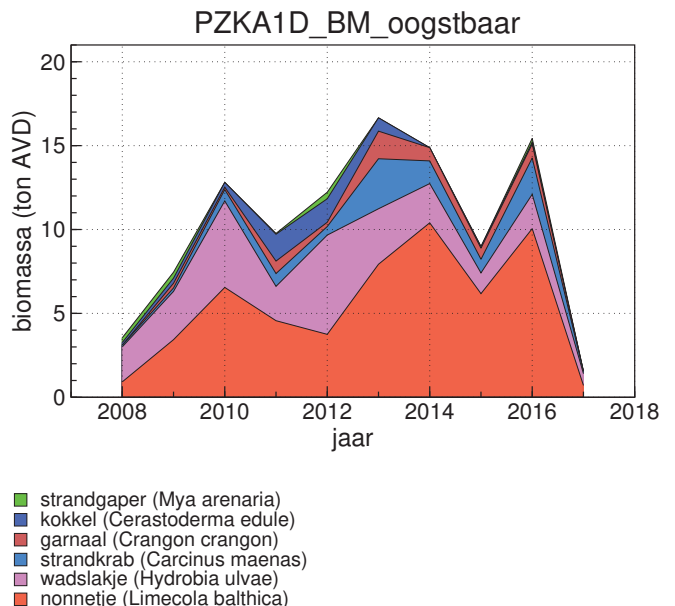
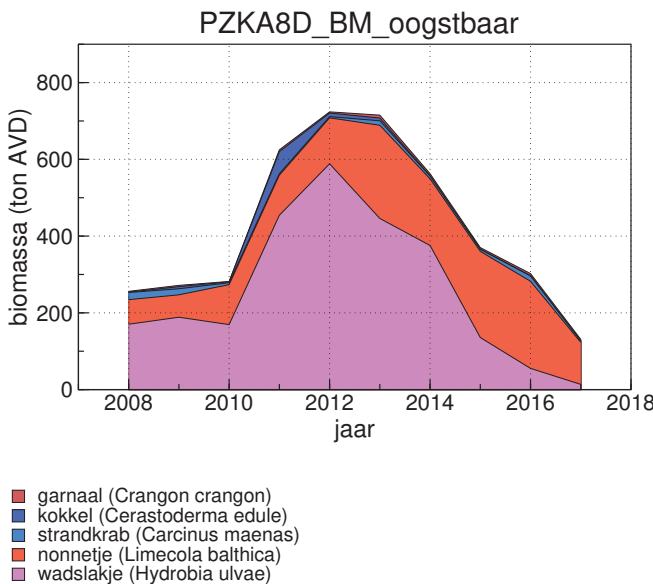
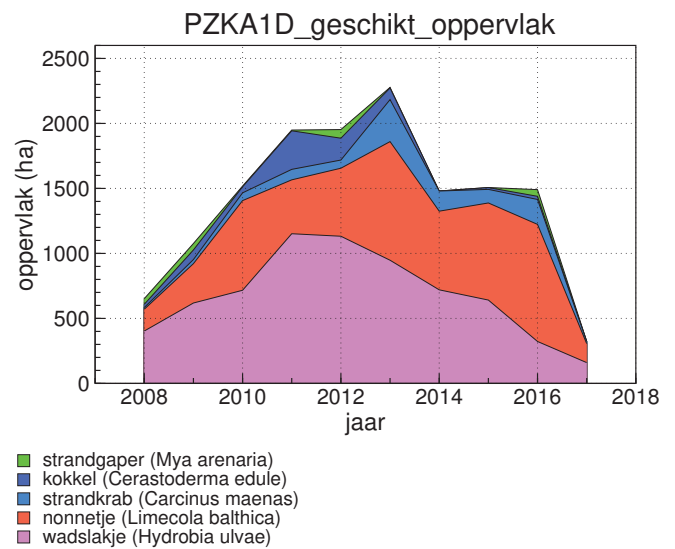
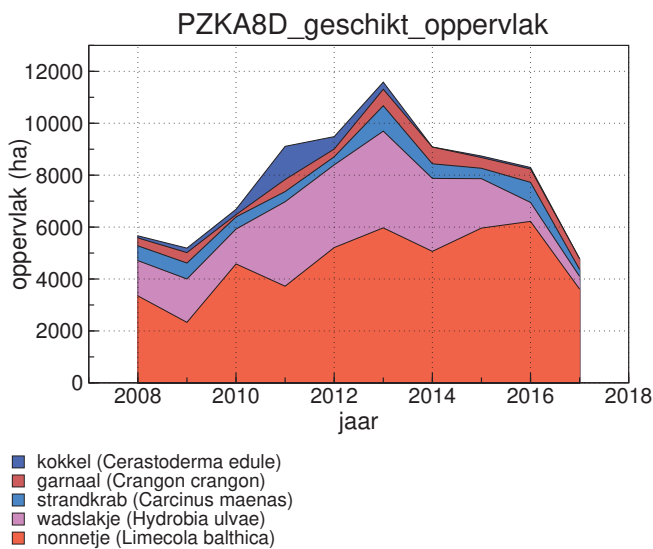
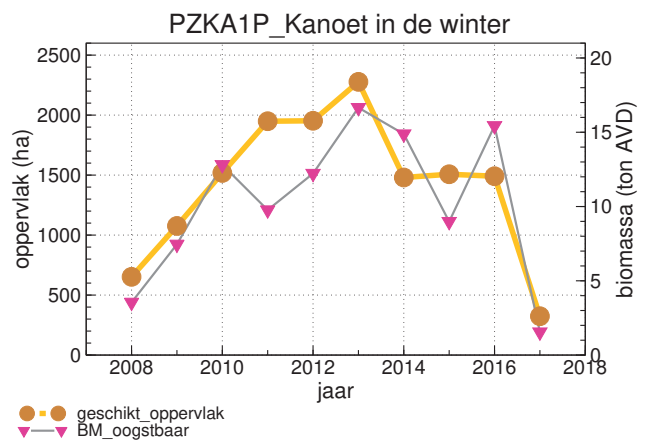
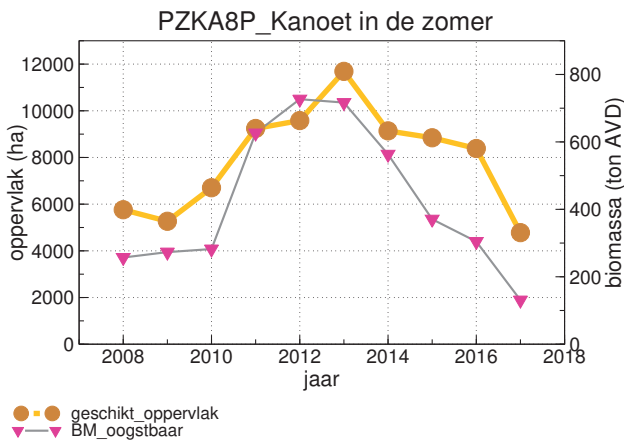
In de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag nemen de aantallen Kanoeten toe tot 2008, maar daarna is sprake van een afname (Figuur 8.20). In de Nederlandse Waddenzee nemen de aantallen toe vanaf 2000, maar in Nedersaksen zijn de aantallen stabiel, in Sleeswijk-Holstein nemen de aantallen af en in Denemarken nemen de aantallen eerst toe en daarna af (Blew *et al.* 2016). 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).

De zomer proxy plots voor de Kanoet zijn opvallend gelijkvormig: een sterke toename tot 2012/2013 en daarna een afname (Figuur 8.21). Dit is ook het geval voor de winter proxy plots (Figuur 8.22). Of deze afnemende trend geheel of gedeeltelijk het gevolg is van bodemdaling door gaswinning is niet bekend. Als dat wel het geval zou zijn en als we de aantalsontwikkeling als negatiever dan elders beoordelen, dan leidt het beslisschema tot de conclusie dat er aanwijzingen zijn voor een negatief effect van bodemdaling.



Figuur 8.20. Aantalsverloop (seizoensgemiddelde) van de Kanoet in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag (linksboven), rest Nederlandse Waddenzee (rechtsboven), Duitsen & Deense Waddenzee (linksonder) en een vergelijking van de trend in deze drie deelgebieden (rechtsonder). Het seizoen 2015 loopt van juli 2015 t/m juni 2016.



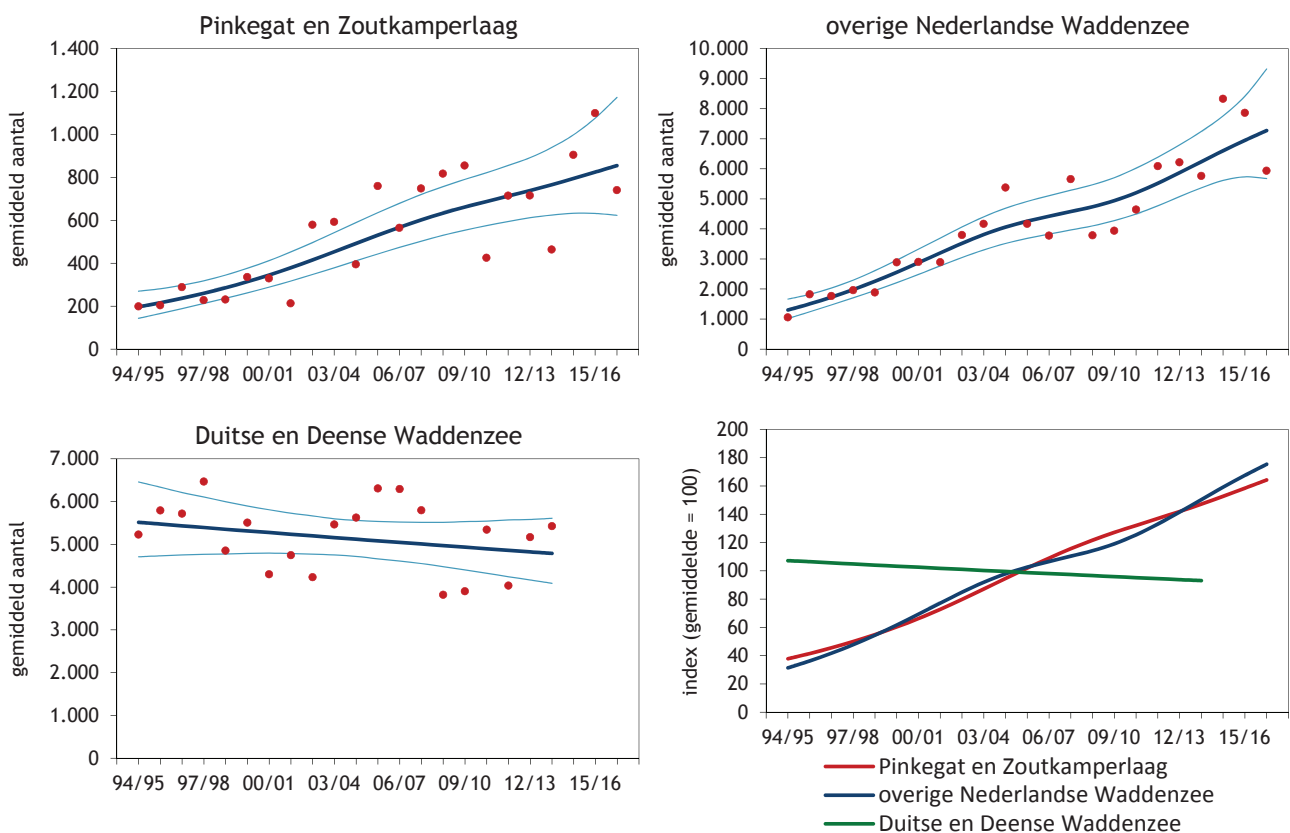
Figuur 8.21. Kanoet in de zomer in Zoutkamperlaag-Pinkegat voor de jaren 2008-2017. Boven: de proxy geschikt oppervlakt vergeleken met de proxy BMOO, de oogstbare biomassa. Midden: het onderliggende "dieet" voor de proxy oppervlakt. Onder: het onderliggende "dieet" voor de proxy BMOO, de oogstbare biomassa.

Figuur 8.22. Kanoet in de winter in Zoutkamperlaag-Pinkegat voor de jaren 2008-2017. Boven: de proxy geschikt oppervlakt vergeleken met de proxy BMOO, de oogstbare biomassa. Midden: het onderliggende "dieet" voor de proxy oppervlakt. Onder: het onderliggende "dieet" voor de proxy BMOO, de oogstbare biomassa.

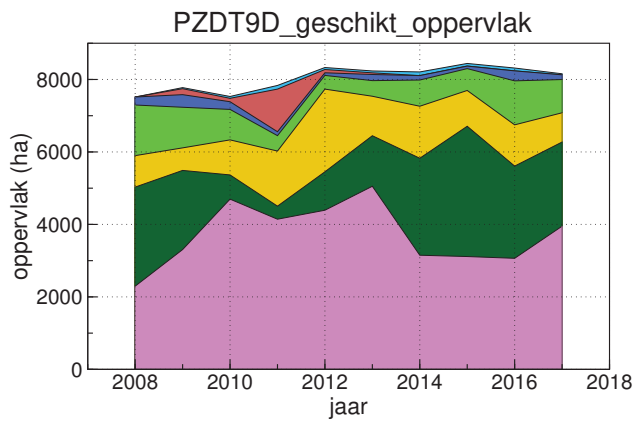
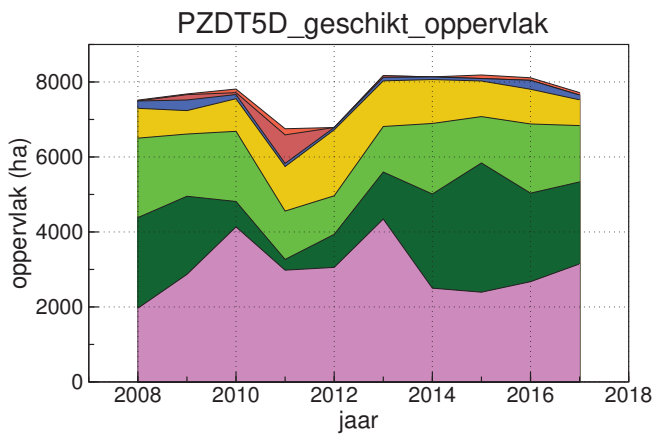
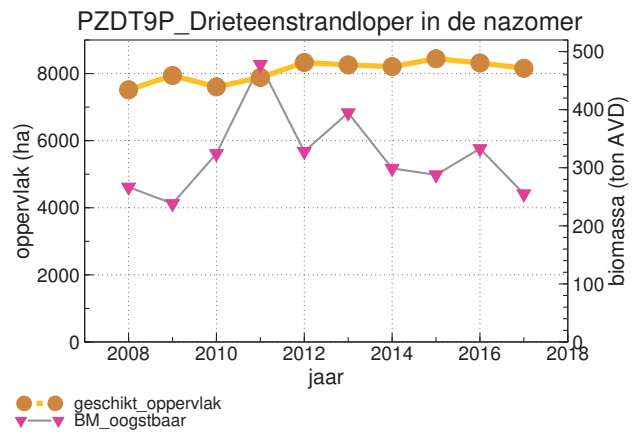
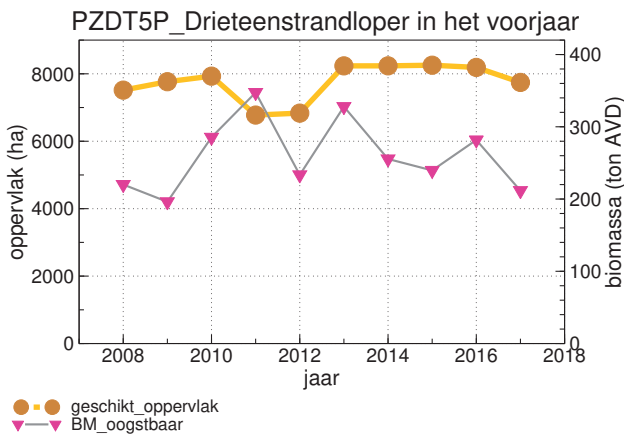
8.8. Drieteenstrandloper

Vanaf 1994 is er sprake van een duidelijke toename van de aantallen Drieteenstrandlopers in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag (Figuur 8.23). Vanaf 2008 is er meer variatie, maar nog steeds een toename. Ook in de Nederlandse Waddenzee als geheel nemen de aantallen al jaren spectaculair toe, in tegenstelling tot de Duitse en Deense Waddenzee, waar de aantallen fluctueren of zelfs afnemen (Blew *et al.* 2016).

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 8.24, Figuur 8.25). De oogstbare biomassa proxy stijgt eerst en daalt dan. De oppervlakte proxy is heel erg stabiel na een lichte stijging aan het begin. Omdat de trends van de proxies verschillen en omdat de validatieberekeningen niet tot een bevredigend resultaat leidden is de conclusie dat de monitoring verder ontwikkeld moet worden.

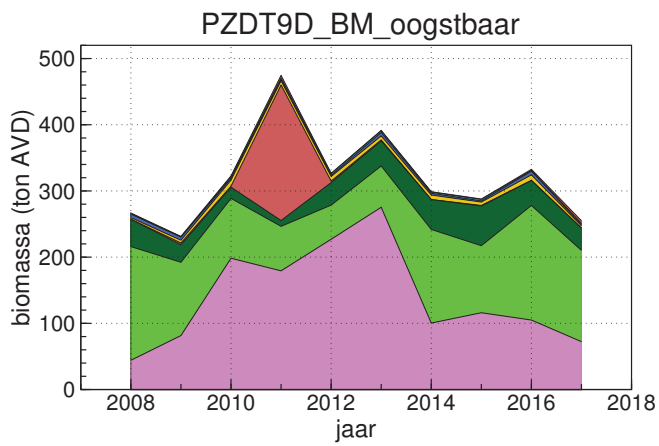
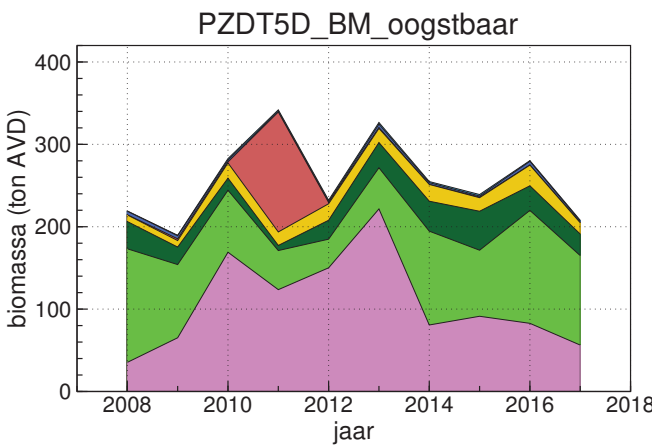


Figuur 8.23. Aantalsverloop (seizoensgemiddelde) van de Drieteenstrandloper in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag (linksboven), rest Nederlandse Waddenzee (rechtsboven), Duitsen & Deense Waddenzee (linksonder) en een vergelijking van de trend in deze drie deelgebieden (rechtsonder). Het seizoen 2015 loopt van juli 2015 t/m juni 2016.



- garnaal (Crangon crangon)
- kokkel (Cerastoderma edule)
- strandkrab (Carcinus maenas)
- nonnetje (Limecola balthica)
- veelkleurige zeeduizendpoot (Hediste diversicolor)
- zandzager (Nephtys hombergii)
- wapenworm (Scoloplos armiger)

- langsprietkreeftje (Corophium sp.)
- kokkel (Cerastoderma edule)
- strandkrab (Carcinus maenas)
- veelkleurige zeeduizendpoot (Hediste diversicolor)
- nonnetje (Limecola balthica)
- zandzager (Nephtys hombergii)
- wapenworm (Scoloplos armiger)



- langsprietkreeftje (Corophium sp.)
- strandkrab (Carcinus maenas)
- kokkel (Cerastoderma edule)
- nonnetje (Limecola balthica)
- zandzager (Nephtys hombergii)
- veelkleurige zeeduizendpoot (Hediste diversicolor)
- wapenworm (Scoloplos armiger)

- garnaal (Crangon crangon)
- langsprietkreeftje (Corophium sp.)
- strandkrab (Carcinus maenas)
- nonnetje (Limecola balthica)
- kokkel (Cerastoderma edule)
- zandzager (Nephtys hombergii)
- veelkleurige zeeduizendpoot (Hediste diversicolor)
- wapenworm (Scoloplos armiger)

Figuur 8.24. Drieteenstrandloper in het voorjaar in Zoutkamperlaag-Pinkegat voor de jaren 2008-2017. Boven: de proxy geschikt oppervlak vergeleken met de proxy BMOO, de oogstbare biomassa. Midden: het onderliggende "dieet" voor de proxy oppervlak. Onder: het onderliggende "dieet" voor de proxy BMOO, de oogstbare biomassa.

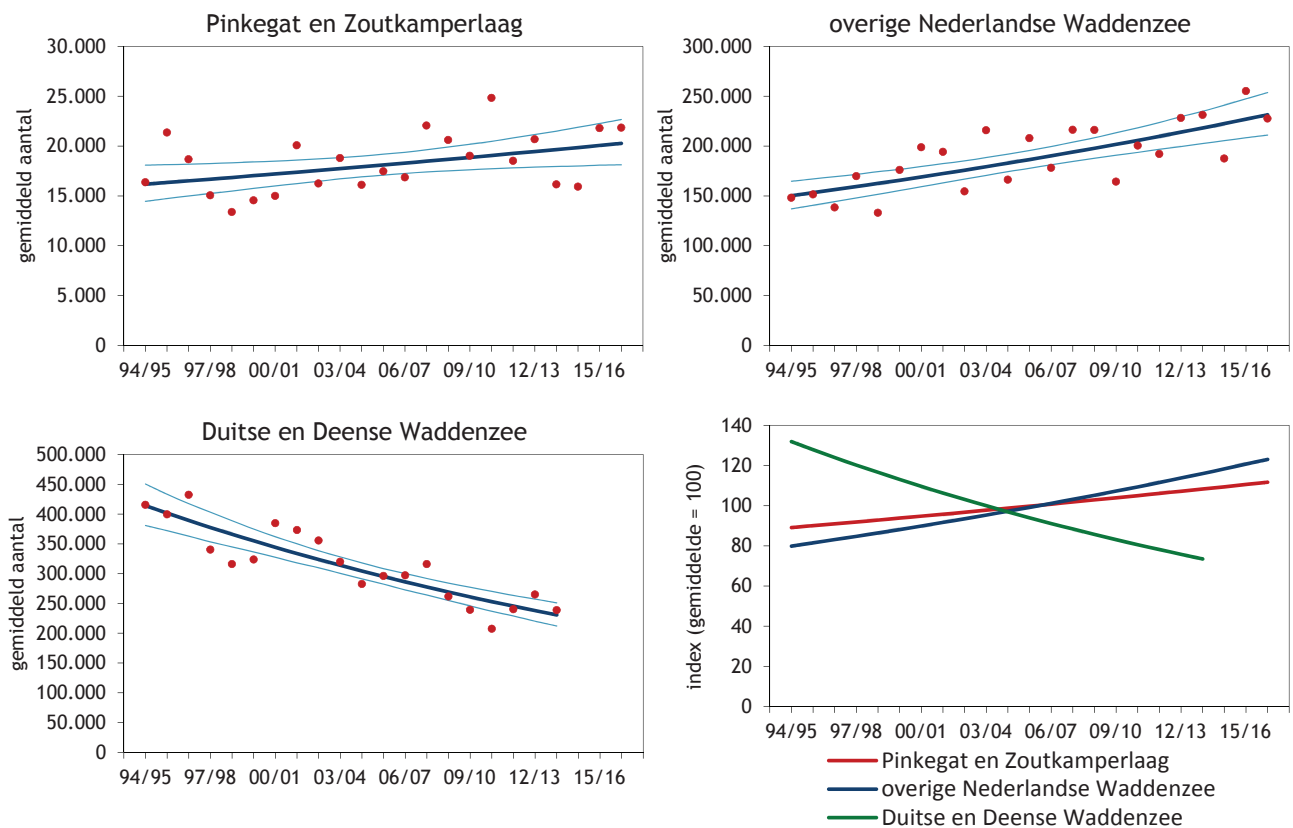
Figuur 8.25. Drieteenstrandloper in de nazomer in Zoutkamperlaag-Pinkegat voor de jaren 2008-2017. Boven: de proxy geschikt oppervlak vergeleken met de proxy BMOO, de oogstbare biomassa. Midden: het onderliggende "dieet" voor de proxy oppervlak. Onder: het onderliggende "dieet" voor de proxy BMOO, de oogstbare biomassa.

8.9. Bonte Strandloper

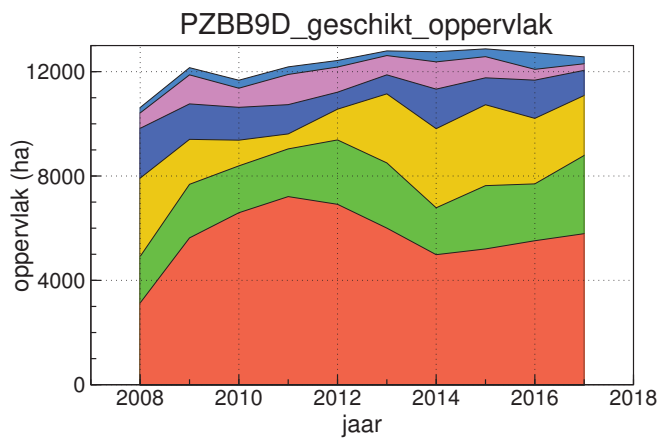
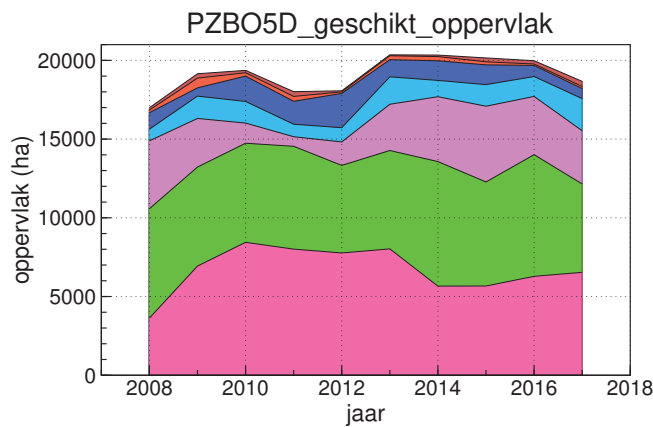
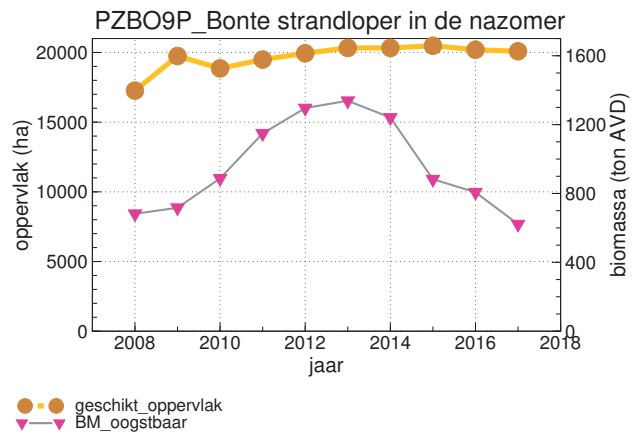
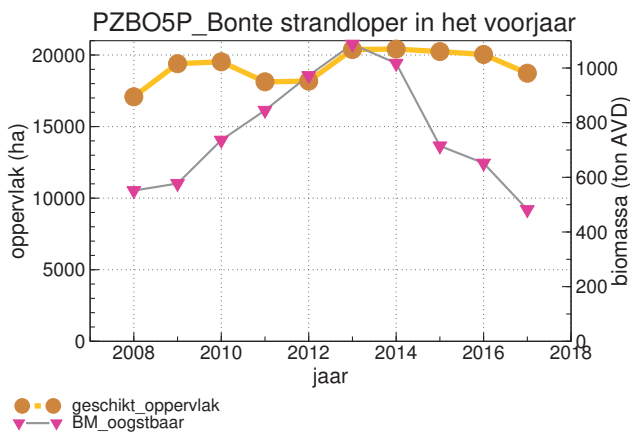
In de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag is sprake van een toename in aantallen, al is deze toename vooral zichtbaar vanaf 1994 en minder duidelijk vanaf 2008 (Figuur 8.26). Dit aantalsverloop komt overeen met dat voor de rest van de Nederlandse Waddenzee (Figuur 8.26) en dus ook voor de Nederlandse Waddenzee als geheel (Van der Jeugd *et al.* 2014). In de Duitse en Deense Waddenzee nemen de aantallen al jaren af (Blew *et al.* 2016). 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).

Het is niet gelukt tot een goede validatie te komen van een draagkrachtproxy voor de Bonte Strandloper. Omdat de proxies een sterk verschillend verloop hebben (Figuur 8.27, Figuur 8.28) is de conclusie dat de monitoring verder ontwikkeld moet worden.

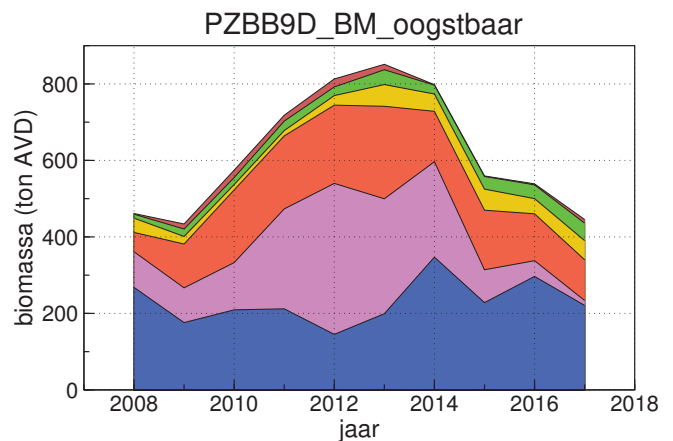
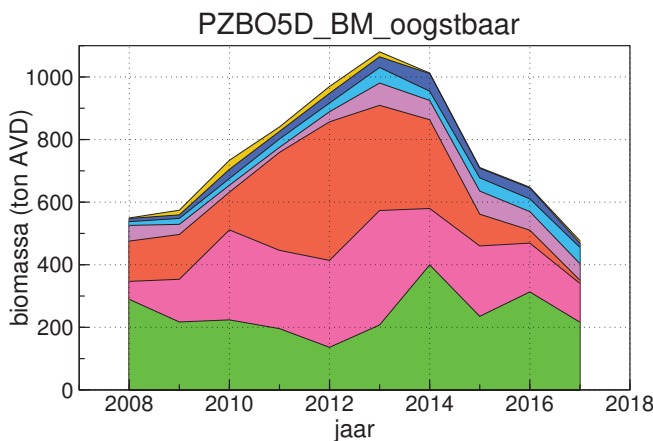


Figuur 8.26. Aantalsverloop (seizoensgemiddelde) van de Bonte Strandloper in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag (linksboven), rest Nederlandse Waddenzee (rechtsboven), Duitsen & Deense Waddenzee (linksonder) en een vergelijking van de trend in deze drie deelgebieden (rechtsonder). Het seizoen 2015 loopt van juli 2015 t/m juni 2016.



- garnaal (Crangon crangon)
- wadslakje (Hydrobia ulvae)
- nonnetje (Limecola balthica)
- draadworm (Heteromastus filiformis)
- zandzager (Nephtys hombergii)
- veelkleurige zeeduizendpoot (Hediste diversicolor)
- wapenworm (Scoloplos armiger)

- strandkrab (Carcinus maenas)
- wadslakje (Hydrobia ulvae)
- veelkleurige zeeduizendpoot (Hediste diversicolor)
- zandzager (Nephtys hombergii)
- draadworm (Heteromastus filiformis)
- wapenworm (Scoloplos armiger)



- langsprietkreeftje (Corophium sp.)
- nonnetje (Limecola balthica)
- draadworm (Heteromastus filiformis)
- zandzager (Nephtys hombergii)
- wadslakje (Hydrobia ulvae)
- wapenworm (Scoloplos armiger)
- veelkleurige zeeduizendpoot (Hediste diversicolor)

- langsprietkreeftje (Corophium sp.)
- draadworm (Heteromastus filiformis)
- zandzager (Nephtys hombergii)
- wapenworm (Scoloplos armiger)
- wadslakje (Hydrobia ulvae)
- veelkleurige zeeduizendpoot (Hediste diversicolor)

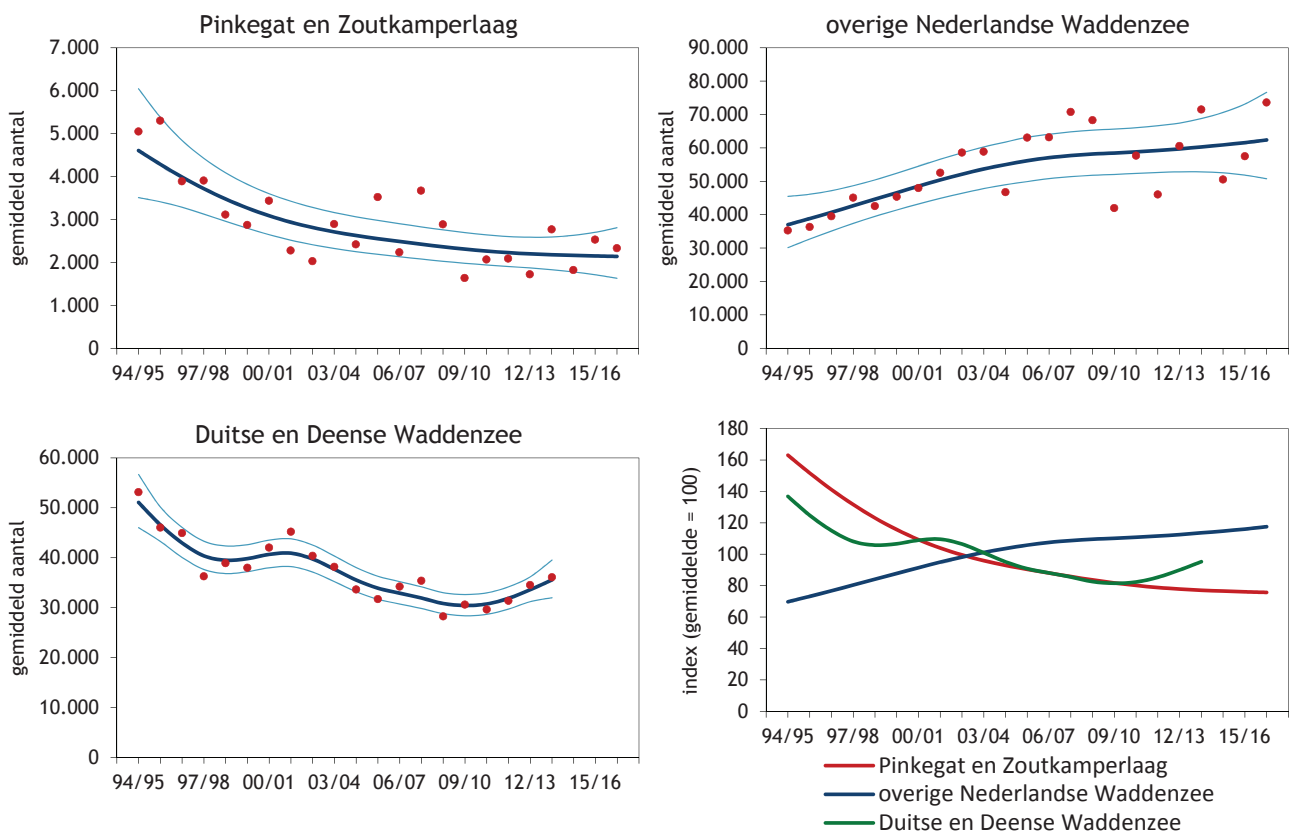
Figuur 8.27. Bonte Strandloper in het voorjaar in Zoutkamperlaag-Pinkegat voor de jaren 2008-2017. Boven: de proxy geschikt oppervlakt vergeleken met de proxy BMOO, de oogstbare biomassa. Midden: het onderliggende "dieet" voor de proxy oppervlakt. Onder: het onderliggende "dieet" voor de proxy BMOO, de oogstbare biomassa.

Figuur 8.28. Bonte Strandloper in de nazomer in Zoutkamperlaag-Pinkegat voor de jaren 2008-2017. Boven: de proxy geschikt oppervlakt vergeleken met de proxy BMOO, de oogstbare biomassa. Midden: het onderliggende "dieet" voor de proxy oppervlakt. Onder: het onderliggende "dieet" voor de proxy BMOO, de oogstbare biomassa.

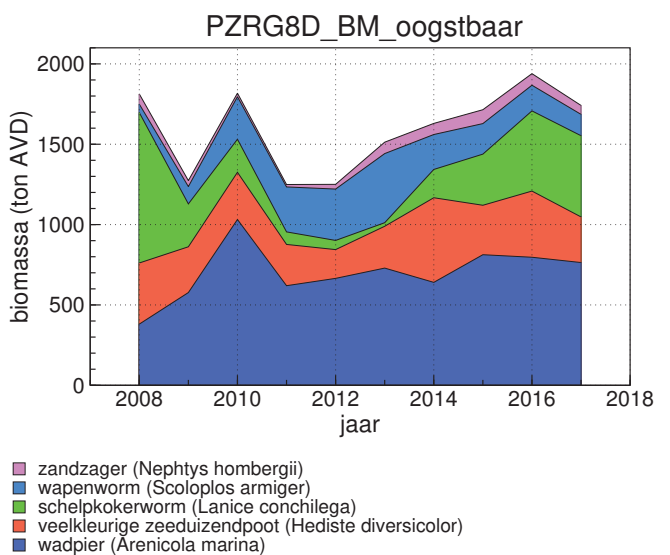
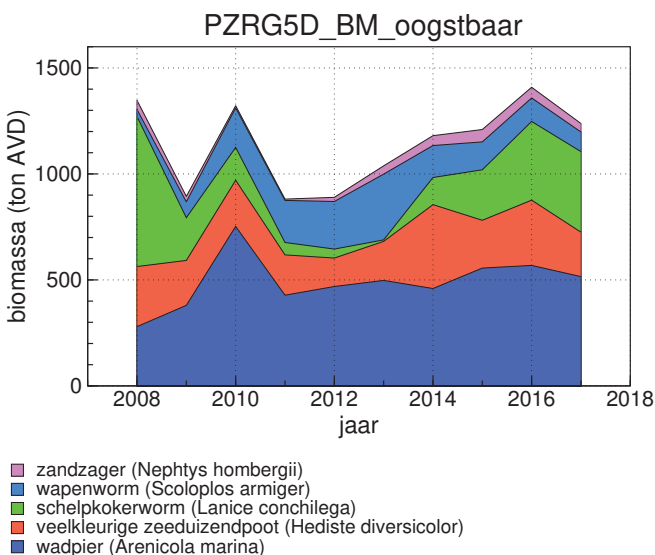
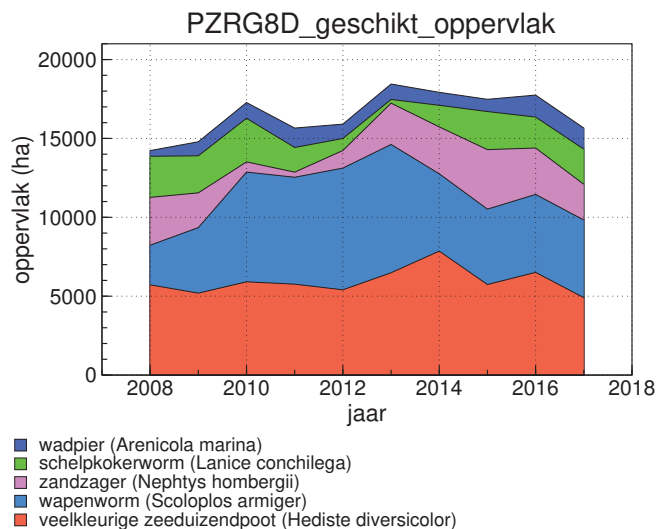
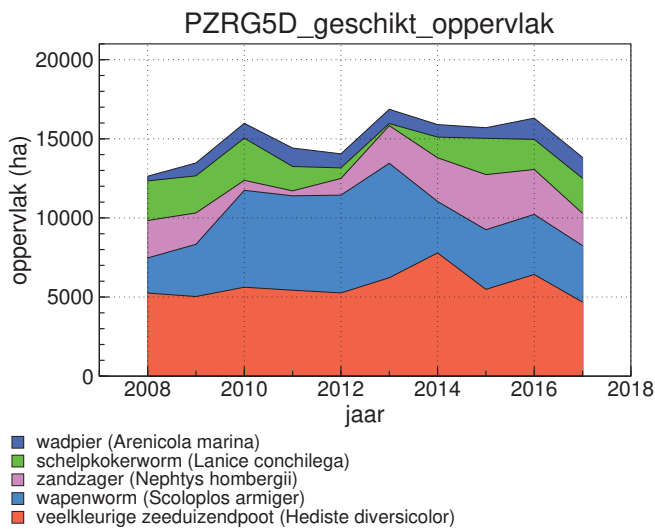
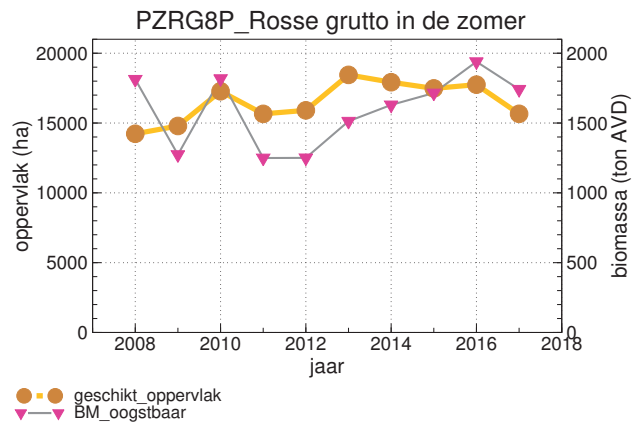
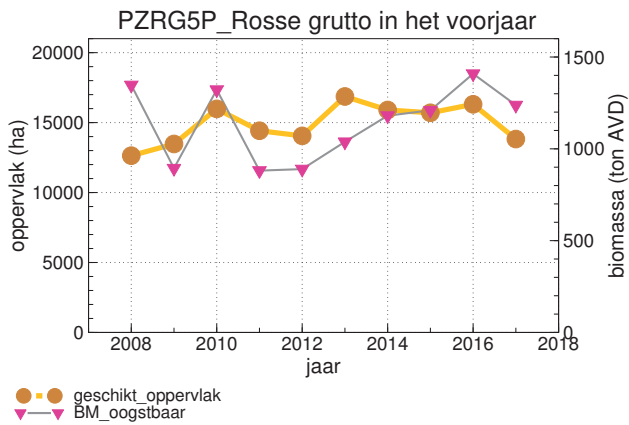
8.10. Rosse Grutto

De aantallen Rosse Grutto's in het bodemdalingsgebied Pinkegat/Zoutkamperlaag laten een duidelijke afname zien vanaf 1994 (Figuur 8.29). In de rest van de Nederlandse Waddenzee 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).

Voor de Rosse Grutto is het beeld van de proxies voor het voorjaar (Figuur 8.30) weinig verschillend van het beeld voor de zomer (Figuur 8.31). Ook binnen een seizoen is er weinig verschil. Het is niet gelukt om een gevalideerde proxy te ontwikkelen, maar omdat de trend van de proxies positief is, is de conclusie dat er geen aanwijzingen zijn voor een negatief effect van bodemdaling door gaswinning.



Figuur 8.29. Aantalsverloop (seizoensgemiddelde) van de Rosse Grutto in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag (linksboven), rest Nederlandse Waddenzee (rechtsboven), Duitsen & Deense Waddenzee (linksonder) en een vergelijking van de trend in deze drie deelgebieden (rechtsonder). Het seizoen 2015 loopt van juli 2015 t/m juni 2016.



Figuur 8.30. Rosse Grutto in het voorjaar in Zoutkamperlaag-Pinkegat voor de jaren 2008-2017. Boven: de proxy geschikt oppervlak vergeleken met de proxy BMOO, de oogstbare biomassa. Midden: het onderliggende "dieet" voor de proxy oppervlak. Onder: het onderliggende "dieet" voor de proxy BMOO, de oogstbare biomassa.

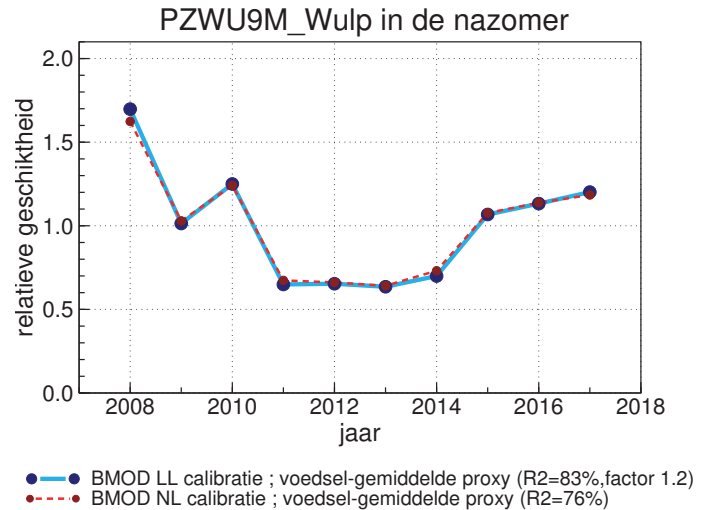
Figuur 8.31. Rosse Grutto in de zomer in Zoutkamperlaag-Pinkegat voor de jaren 2008-2017. Boven: de proxy geschikt oppervlak vergeleken met de proxy BMOO, de oogstbare biomassa. Midden: het onderliggende "dieet" voor de proxy oppervlak. Onder: het onderliggende "dieet" voor de proxy BMOO, de oogstbare biomassa.

8.11. Wulp

In de kombergingen van Pinkegat/Zoutkamperlaag nemen de aantallen Wulpen al jaren af, terwijl in de rest van de Nederlandse Waddenzee sprake lijkt van een toename (Figuur 8.32). In de internationale Waddenzee lijken de aantallen stabiel (na een initiële afname), maar er zijn opvallende verschillen tussen landen (Blew *et al.* 2016). De aantallen die in Europa overwinteren lijken toe te nemen, maar er zijn ook aanwijzingen voor een afname van de broedpopulatie (van Roomen *et al.* 2015).

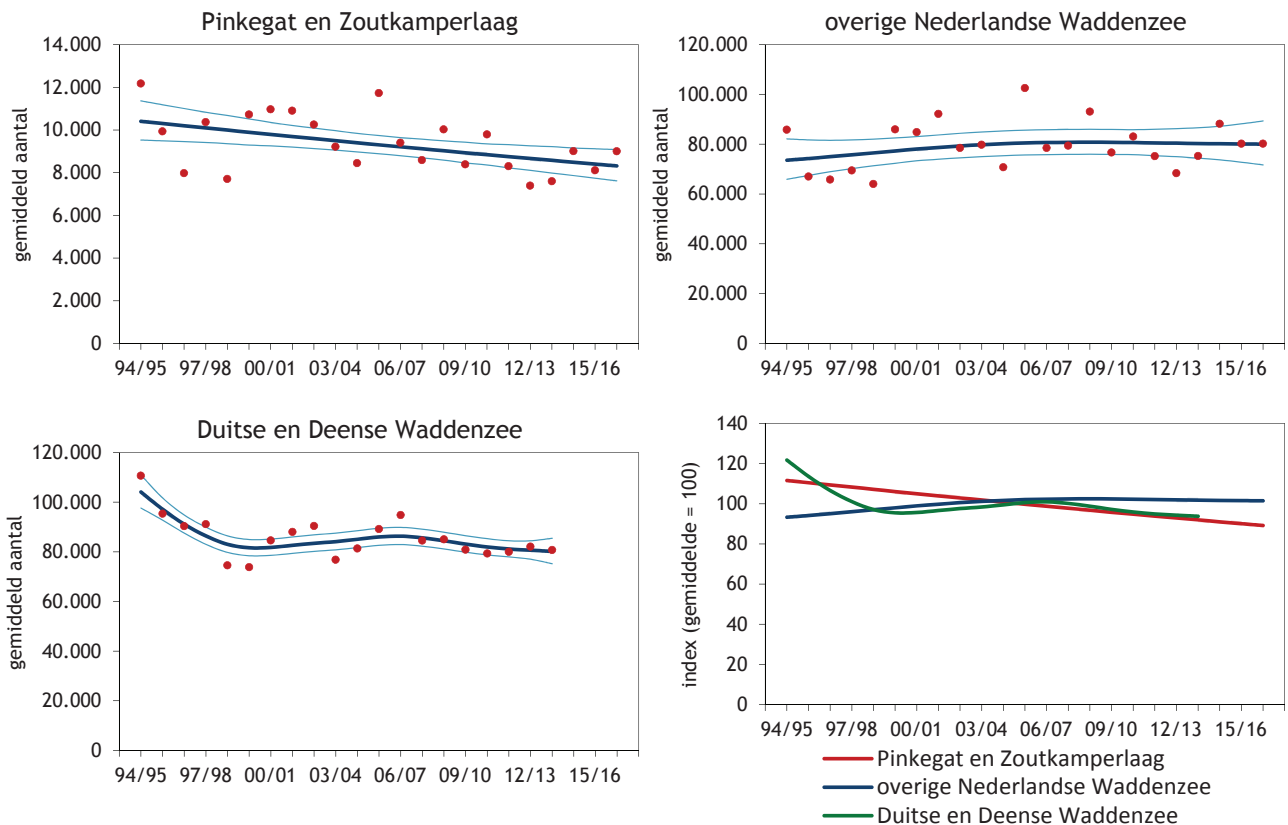
Voor Wulp in de nazomer is het gelukt om een proxy te construeren die voldoende vertrouwen geeft, waarbij het precieze verloop niet afhangt of de regressie log-log, dan wel lineair is uitgevoerd (Figuur 8.33). De berekende relatieve geschiktheid van het wad in de kombergingen van Pinkegat/Zoutkamperlaag neemt eerst af en daarna toe. Door die toename is de conclusie dat er geen aanwijzingen zijn voor een negatief effect van bodemdaling. Voor de volledigheid is ook het verloop van de oppervlakte proxy en oogstbare biomassa proxy gegeven, alsmede het bijbehorende dieet (Figuur 8.34).

Voor de Wulp in de winter is het niet gelukt een gevalideerde proxy voor draagkracht te ontwikkelen.

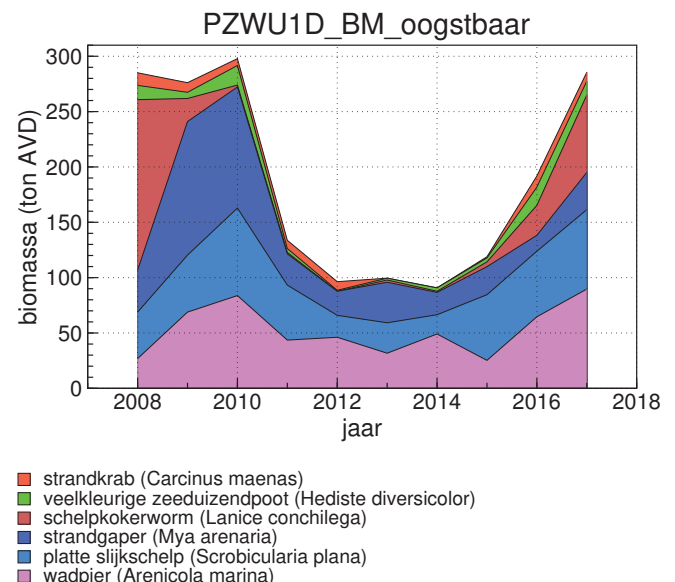
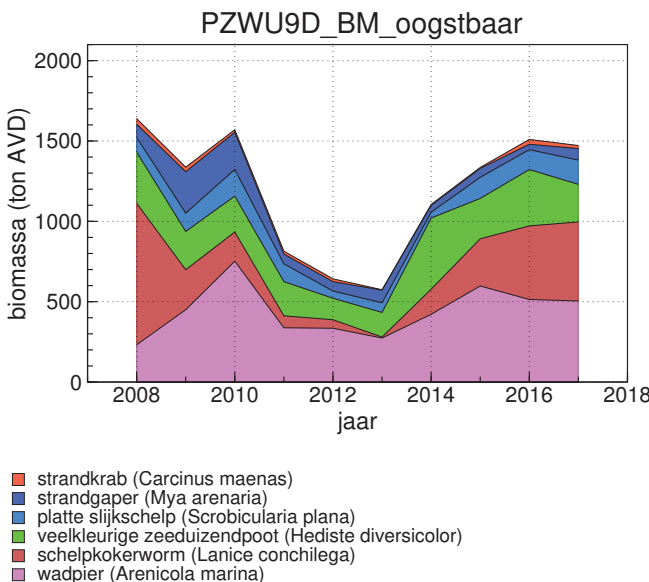
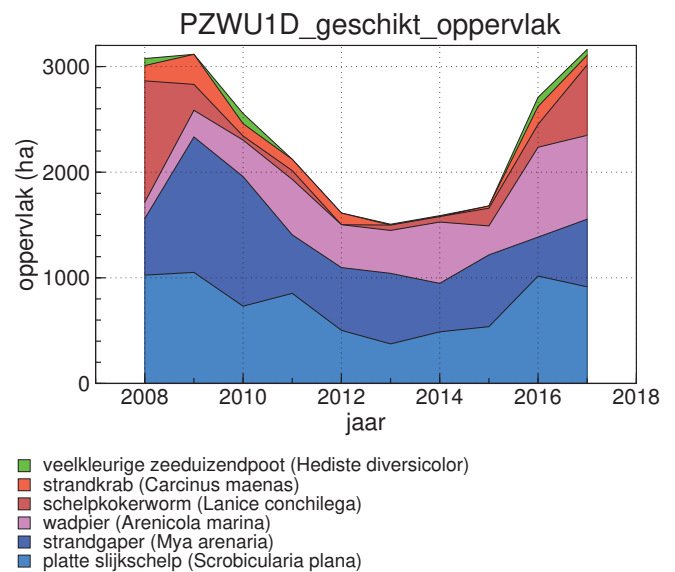
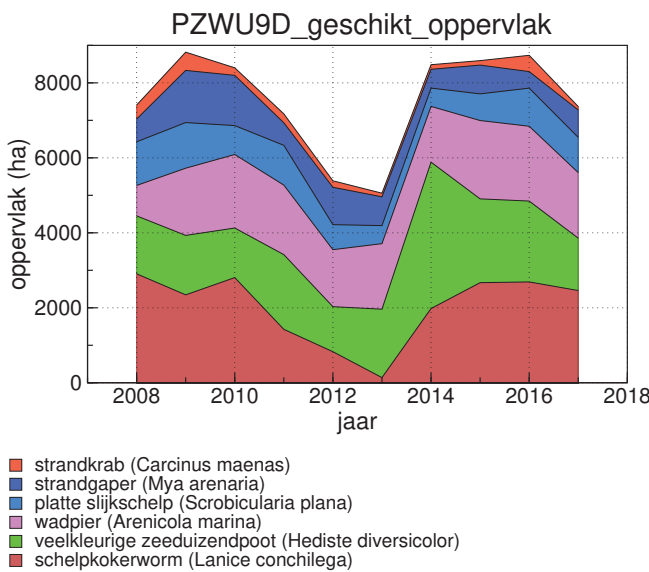
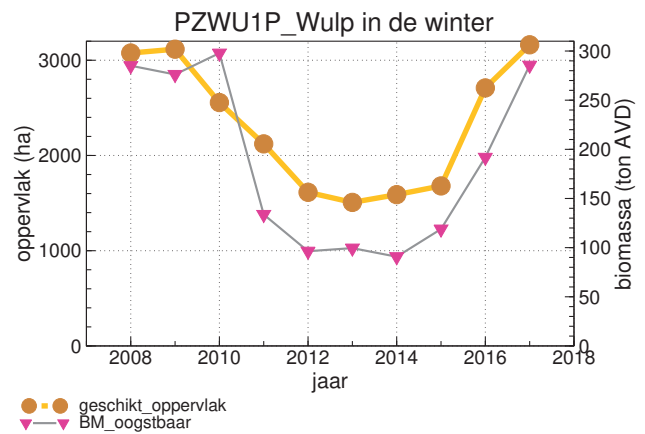
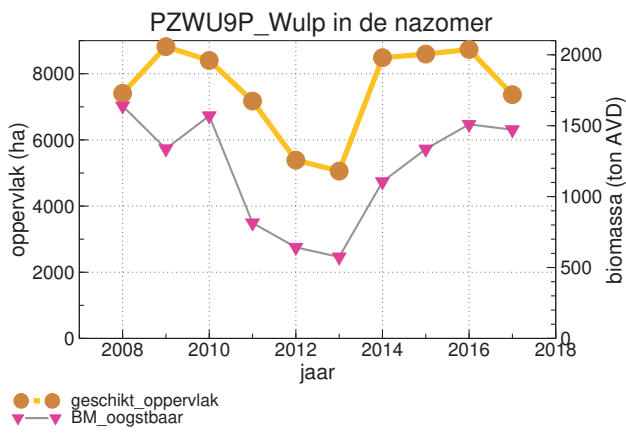


Figuur 8.33. Relatieve geschiktheid voor de Wulp van het wad in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag voor de periode 2008-2017.

De proxies vertonen echter een zeer gelijk patroon: eerst een daling en daarna een stijging tot het oude niveau (Figuur 8.35). Toepassing van het beslisschema leidt tot de conclusie dat er geen aanwijzingen zijn voor een negatief effect van bodemdaling.



Figuur 8.32. Aantalsverloop (seizoensgemiddelde) van de Wulp in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag (linksboven), rest Nederlandse Waddenzee (rechtsboven), Duitsen & Deense Waddenzee (linksonder) en een vergelijking van de trend in deze drie deelgebieden (rechtsonder). Het seizoen 2015 loopt van juli 2015 t/m juni 2016.



Figuur 8.34. Wulp in de nazomer in Zoutkamperlaag-Pinkegat voor de jaren 2008-2017. Boven: de proxy geschikt oppervlak vergeleken met de proxy BMOO, de oogstbare biomassa. Midden: het onderliggende "dieet" voor de proxy oppervlak. Onder: het onderliggende "dieet" voor de proxy BMOO, de oogstbare biomassa.

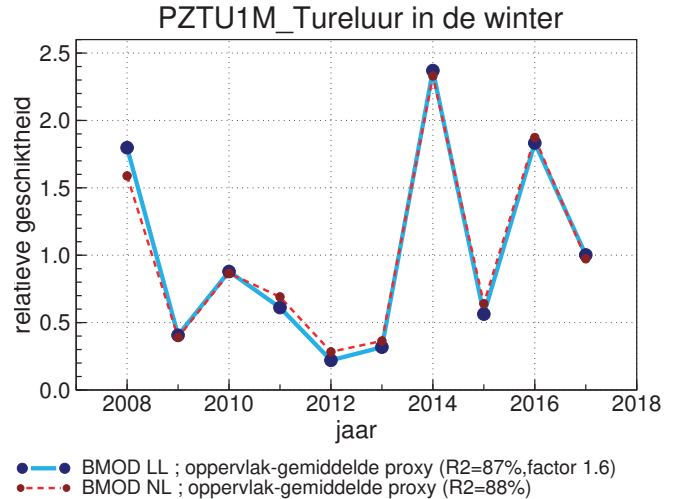
Figuur 8.35. Wulp in de winter in Zoutkamperlaag-Pinkegat voor de jaren 2008-2017. Boven: de proxy geschikt oppervlak vergeleken met de proxy BMOO, de oogstbare biomassa. Midden: het onderliggende "dieet" voor de proxy oppervlak. Onder: het onderliggende "dieet" voor de proxy BMOO, de oogstbare biomassa.

8.12. Tureluur

In de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag nemen de aantallen toe in de periode 1994-2006 en daarna af (Figuur 8.36). Dit beeld komt overeen met het aantalsverloop in de rest van de Nederlandse Waddenzee vanaf 1987, maar verschilt van de trend in de internationale Waddenzee vanaf 1987, die negatief is (Blew *et al.* 2016). Langs de flyway neemt de ondersoort robusta, die in de Waddenzee overwintert, al jaren af (van Roomen *et al.* 2015).

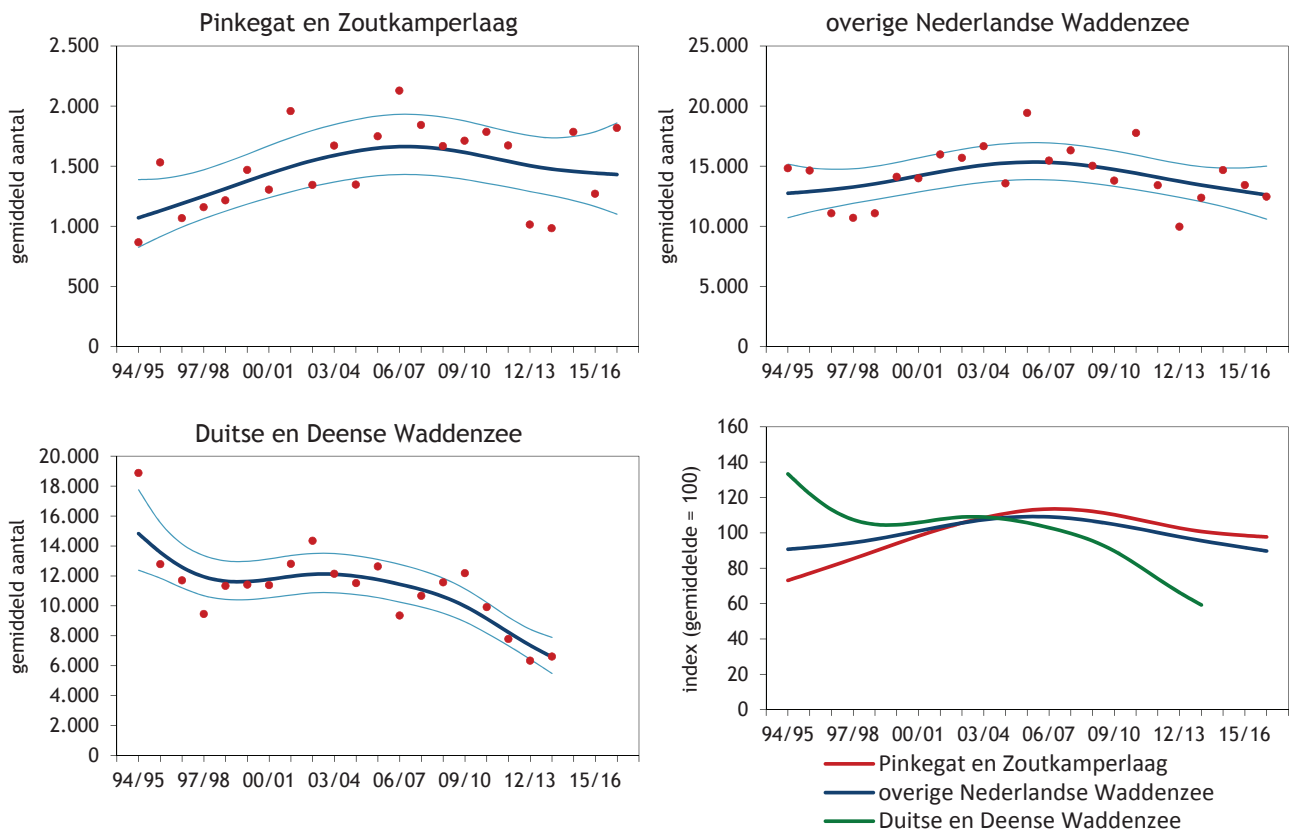
Voor de Tureluur in de zomer is het niet gelukt een gevalideerde proxy voor draagkracht te ontwikkelen. De proxies vertonen echter een redelijk gelijk patroon, al is discussie mogelijk: eerst een langzame stijging en op het laatst een daling (Figuur 8.37). Toepassing van het beslisschema leidt tot de conclusie dat er geen aanwijzingen zijn voor een negatief effect van bodemdaling.

Voor de Tureluur in de winter is het gelukt om een proxy te construeren die voldoende vertrouwen geeft, waarbij het precieze verloop niet afhangt of de regressie log-log, dan wel lineair is uitgevoerd (Figuur 8.38). De berekende relatieve geschiktheid van het wad in de kombergingen van Pinkegat/

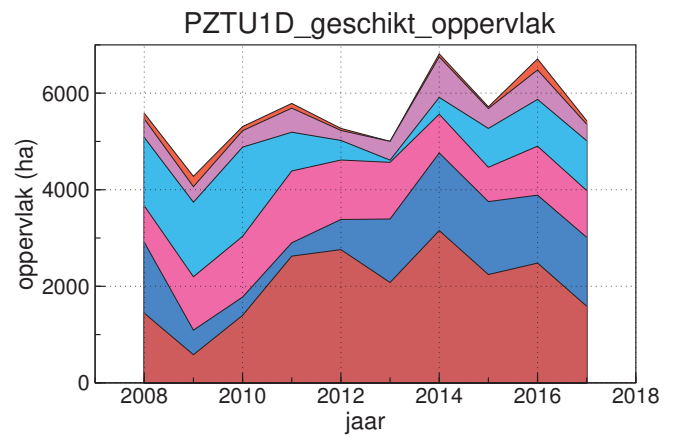
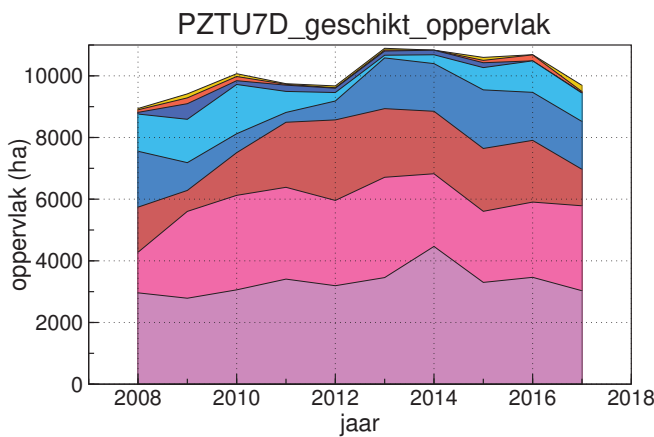
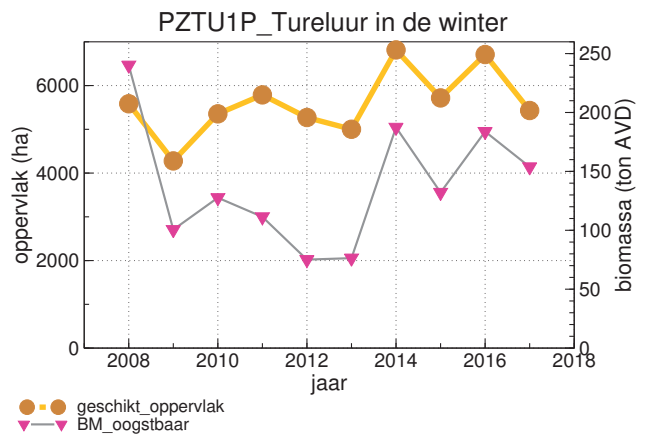
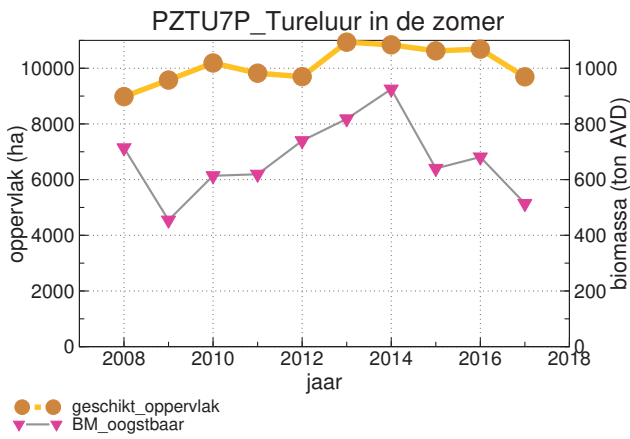


Figuur 8.38. Relatieve geschiktheid voor de Tureluur van het wad in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag in de winter voor de periode 2008-2017.

Zoutkamperlaag neemt eerst af en daarna toe met sterke fluctuaties. Door die toename is de conclusie dat er geen aanwijzingen zijn voor een negatief effect van bodemdaling. Voor de volledigheid is ook het verloop van de oppervlakte proxy en oogstbare biomassa proxy gegeven, alsmede het bijbehorende dieet (Figuur 8.39).

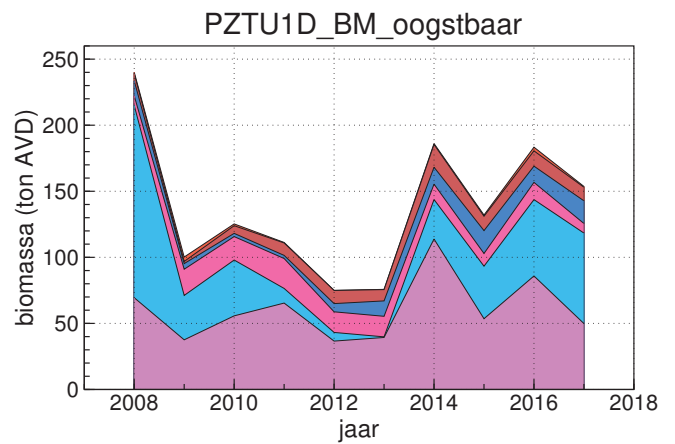
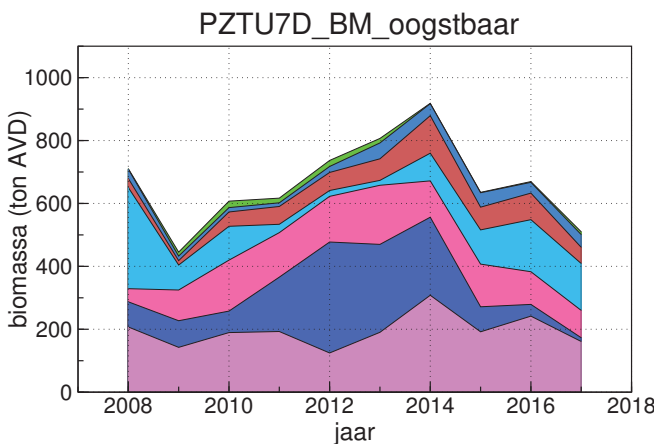


Figuur 8.36. Aantalsverloop (seizoensgemiddelde) van de Tureluur in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag (linksboven), rest Nederlandse Waddenzee (rechtsboven), Duitsen & Deense Waddenzee (linksonder) en een vergelijking van de trend in deze drie deelgebieden (rechtsonder). Het seizoen 2015 loopt van juli 2015 t/m juni 2016.



- garnaal (Crangon crangon)
- strandkrab (Carcinus maenas)
- wadslakje (Hydrobia ulvae)
- schelpkokerworm (Lanice conchilega)
- zandzager (Nephtys hombergii)
- nonnetje (Limecola balthica)
- wapenworm (Scoloplos armiger)
- veelkleurige zeeduizendpoot (Hediste diversicolor)

- strandkrab (Carcinus maenas)
- veelkleurige zeeduizendpoot (Hediste diversicolor)
- schelpkokerworm (Lanice conchilega)
- wapenworm (Scoloplos armiger)
- zandzager (Nephtys hombergii)
- nonnetje (Limecola balthica)



- langsprietkreeftje (Corophium sp.)
- zandzager (Nephtys hombergii)
- nonnetje (Limecola balthica)
- schelpkokerworm (Lanice conchilega)
- wapenworm (Scoloplos armiger)
- wadslakje (Hydrobia ulvae)
- veelkleurige zeeduizendpoot (Hediste diversicolor)

- strandkrab (Carcinus maenas)
- nonnetje (Limecola balthica)
- zandzager (Nephtys hombergii)
- wapenworm (Scoloplos armiger)
- schelpkokerworm (Lanice conchilega)
- veelkleurige zeeduizendpoot (Hediste diversicolor)

Figuur 8.37. Tureluur in de zomer in Zoutkamperlaag-Pinkegat voor de jaren 2008-2017. Boven: de proxy geschikt oppervlak vergeleken met de proxy BMOO, de oogstbare biomassa. Midden: het onderliggende "dieet" voor de proxy oppervlak. Onder: het onderliggende "dieet" voor de proxy BMOO, de oogstbare biomassa.

Figuur 8.39. Tureluur in de winter in Zoutkamperlaag-Pinkegat voor de jaren 2008-2017. Boven: de proxy geschikt oppervlak vergeleken met de proxy BMOO, de oogstbare biomassa. Midden: het onderliggende "dieet" voor de proxy oppervlak. Onder: het onderliggende "dieet" voor de proxy BMOO, de oogstbare biomassa.

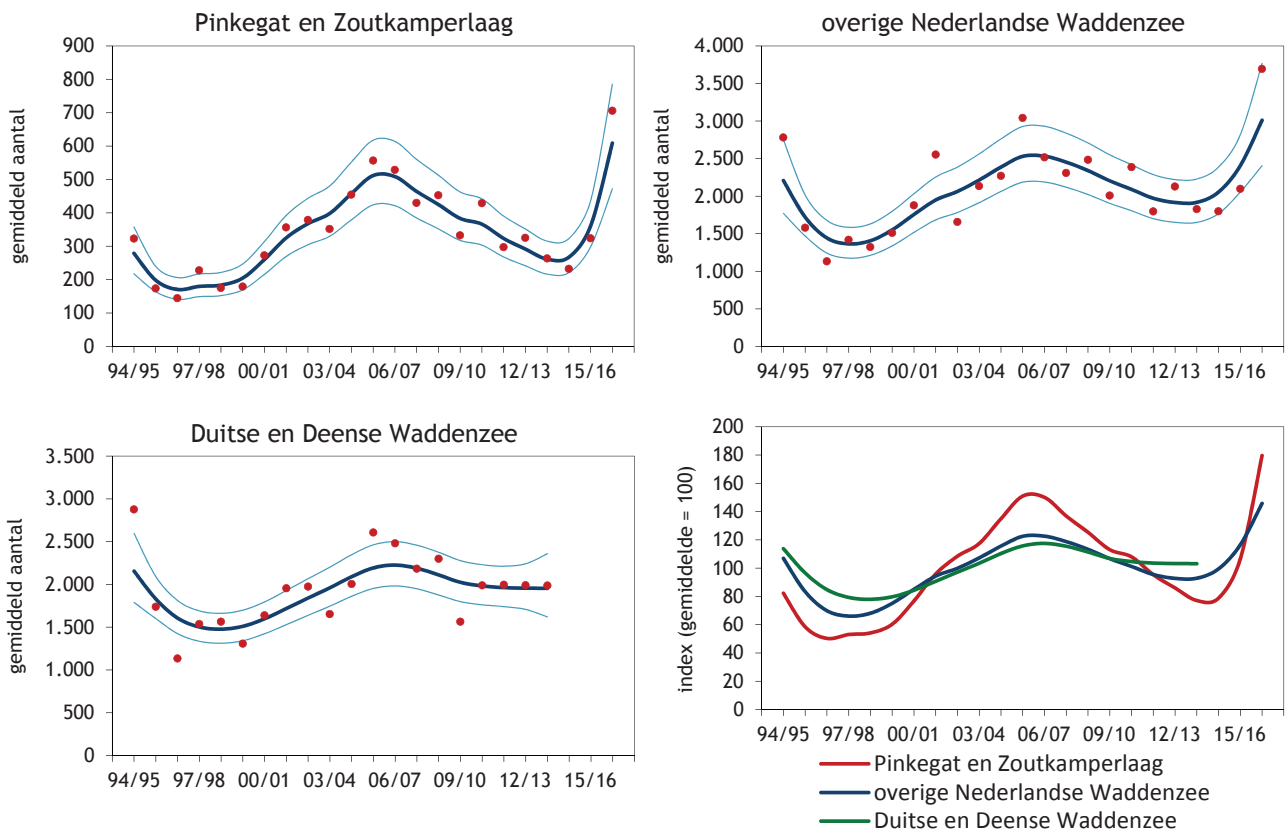
8.13. Steenloper

De aantallen Steenlopers in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag nemen toe tussen 1997 en 2005, daarna weer af en recent weer toe (Figuur 8.40). Deze trend is vergelijkbaar met de trend in de rest van de Nederlandse Waddenzee (Figuur 8.40). Ook de trend in de internationale Waddenzee lijkt hierop, maar gegevens over laatste jaren ontbreken (Blew *et al.* 2016).

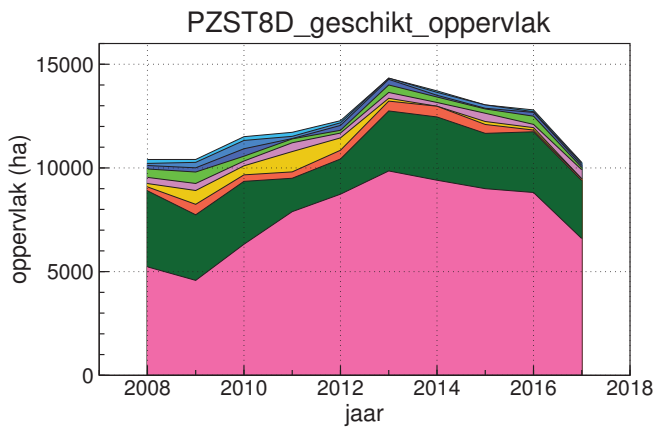
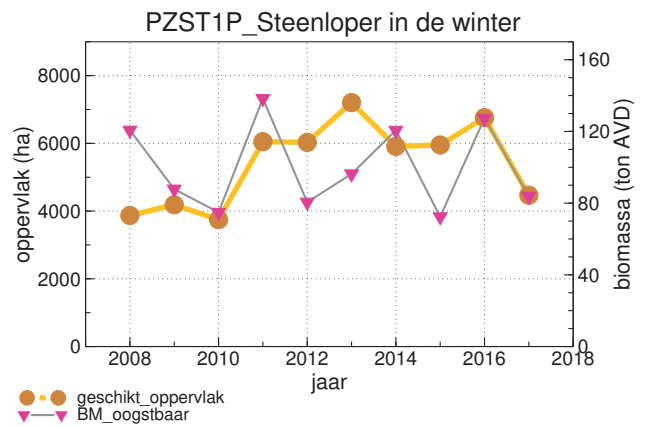
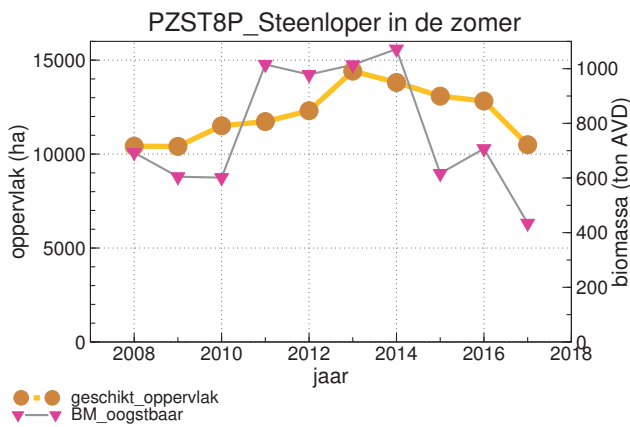
Voor de Steenloper is het niet gelukt om een gevalideerde proxy voor draagkracht te ontwikkelen. In de zomer vertonen de oppervlakte proxy en de oogstbare biomassa proxy een vergelijkbaar patroon: eerst een toename en daarna een afname (Figuur

8.41), waarbij het wel zo is dat biomassa proxy sterker fluctueert dan de oppervlakte proxy. Of de recente afname geheel of gedeeltelijk samenhangt met bodemdaling is niet bekend. Als we aannemen van wel om het beslisschema verder te doorlopen dan is de volgende stap de vraag of de vogelaantallen in Pinkegat/Zoutkamperlaag zich negatiever ontwikkelen dan elders. Dat is niet zo en de tellingen geven vermoedelijk wel een voldoende nauwkeurig beeld. De conclusie luidt dat er geen aanwijzingen zijn voor een negatief effect van bodemdaling.

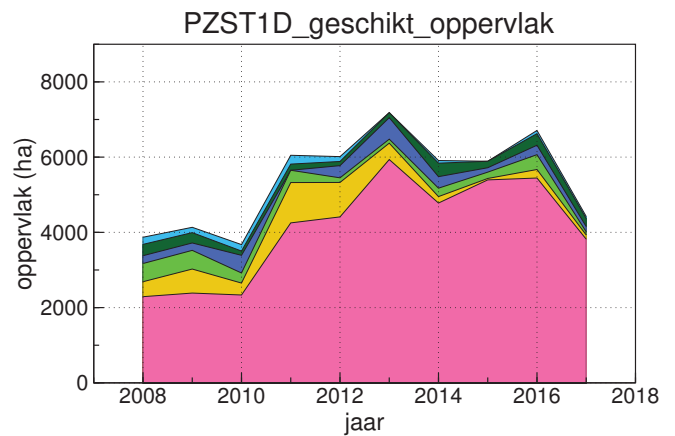
Voor de winter concluderen wij dat proxies sterker verschillen en dat de monitoring verder ontwikkeld moet worden (Figuur 8.42).



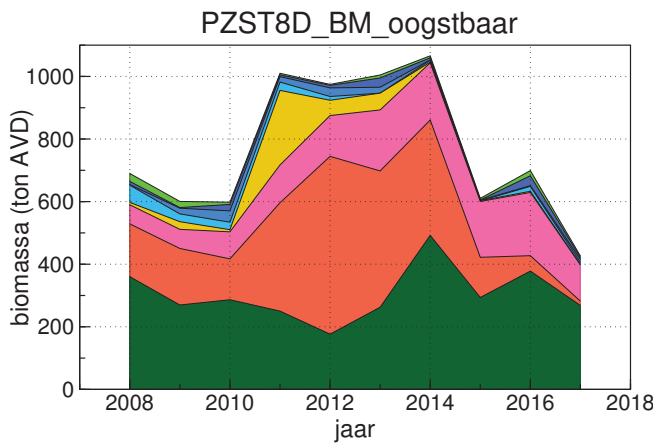
Figuur 8.40. Aantalsverloop (seizoensgemiddelde) van de Steenloper in de kombergingen van Pinkegat en Zoutkamperlaag (linksboven), rest Nederlandse Waddenzee (rechtsboven), Duitsen & Deense Waddenzee (linksonder) en een vergelijking van de trend in deze drie deelgebieden (rechtsonder). Het seizoen 2015 loopt van juli 2015 t/m juni 2016.



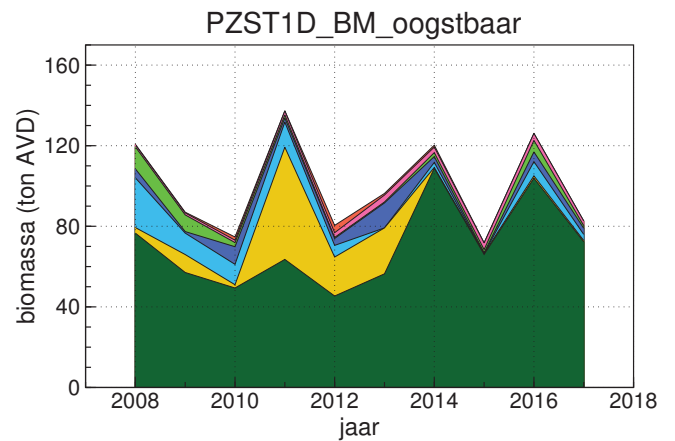
- aliekruik (*Littorina littorea*)
- langsprietkreeftje (*Corophium sp.*)
- mossel (*Mytilus edulis*)
- strandkrab (*Carcinus maenas*)
- garnaal (*Crangon crangon*)
- kokkel (*Cerastoderma edule*)
- wadslakje (*Hydrobia ulvae*)
- veelkleurige zeeduizendpoot (*Hediste diversicolor*)
- nonnetje (*Limecola balthica*)



- aliekruik (*Littorina littorea*)
- veelkleurige zeeduizendpoot (*Hediste diversicolor*)
- mossel (*Mytilus edulis*)
- strandkrab (*Carcinus maenas*)
- kokkel (*Cerastoderma edule*)
- nonnetje (*Limecola balthica*)



- strandkrab (*Carcinus maenas*)
- mossel (*Mytilus edulis*)
- langsprietkreeftje (*Corophium sp.*)
- aliekruik (*Littorina littorea*)
- kokkel (*Cerastoderma edule*)
- nonnetje (*Limecola balthica*)
- wadslakje (*Hydrobia ulvae*)
- veelkleurige zeeduizendpoot (*Hediste diversicolor*)



- wadslakje (*Hydrobia ulvae*)
- nonnetje (*Limecola balthica*)
- strandkrab (*Carcinus maenas*)
- mossel (*Mytilus edulis*)
- aliekruik (*Littorina littorea*)
- kokkel (*Cerastoderma edule*)
- veelkleurige zeeduizendpoot (*Hediste diversicolor*)

Figuur 8.41. Steenloper in de zomer in Zoutkamperlaag-Pinkegat voor de jaren 2008-2017. Boven: de proxy geschikt oppervlak vergeleken met de proxy BMOO, de oogstbare biomassa. Midden: het onderliggende "dieet" voor de proxy oppervlak. Onder: het onderliggende "dieet" voor de proxy BMOO, de oogstbare biomassa.

Figuur 8.42. Steenloper in de winter in Zoutkamperlaag-Pinkegat voor de jaren 2008-2017. Boven: de proxy geschikt oppervlak vergeleken met de proxy BMOO, de oogstbare biomassa. Midden: het onderliggende "dieet" voor de proxy oppervlak. Onder: het onderliggende "dieet" voor de proxy BMOO, de oogstbare biomassa.

9. Discussie en conclusies

Met de werkzaamheden en metingen in het monitoringjaar 2017 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 (Ens *et al.* 2017a).

Tabel 9.1. Samenvatting van de trends in het seizoensgemiddelde voor de 13 onderzochte wadvogelsoorten. Voor Pinkegat-Zoutkamperlaag (PPZ-ZL), de rest van de Nederlandse Waddenzee (rest NL-WZ) en de Duitse en Deense Waddenzee (D&D WZ) is beoordeeld of de trend positief (+) dan wel negatief (-) was. Vervolgens is de trend voor Pinkegat-Zoutkamperlaag vergeleken met de trend voor de Nederlandse Waddenzee en de Duitse en Deense Waddenzee en is beoordeeld of de trend negatiever (-), gelijk (=) of positiever (+) was voor Pinkegat-Zoutkamperlaag.

	PZ-ZL	rest NL-WZ	D&D WZ	PZ-ZL < rest NL-WZ	PZ-ZL < D&D WZ
Bergeend	+	+	-	=	+
Pijlstaart	+	+	+	=	=
Scholekster	-	-	-	=	=
Kluut	-	-	-	-	-
Zilverplevier	+	+	-	+	+
Bontbekplevier	+	+	+	=	=
Kanoet	-	+	-	-	=
Drieteenstrandloper	+	+	-	=	+
Bonte Strandloper	+	+	-	=	+
Rosse Grutto	-	+	-	-	=
Wulp	-	+	-	-	=
Tureluur	+	+	-	=	+
Steenloper	+	+	+	=	=

Voor elk van deze 13 soorten is het aantalsverloop in de kombergingen van Pinkegat-Zoutkamperlaag over de periode 1994/1995 – 2016/2017 gerapporteerd en vergeleken met het aantalsverloop in de rest van de Nederlandse Waddenzee, alsook met het aantalsverloop in de Duitse en Deense Waddenzee. Dit is samengevat in Tabel 9.1. Voor 8 soorten nemen de aantallen toe in Pinkegat-Zoutkamperlaag en voor 5 soorten is de trend negatief. T.o.v. de rest van de Nederlandse Waddenzee zijn de trends in Pinkegat-Zoutkamperlaag iets negatiever (5 trends negatiever, 8 trends gelijk en 1 trend positiever), maar t.o.v. de Duitse en Deense Waddenzee zijn ze positiever (1 trend negatiever, 7 trends gelijk, 4 trends positiever). De Kluut neemt overal af, maar de afname in Pinkegat-Zoutkamperlaag lijkt sterker dan in de rest van de Nederlandse Waddenzee en de Duitse en Deense Waddenzee.

Er is zeer veel energie gestoken in een poging de proxies voor draagkracht te valideren. Dit bleek moeilijker dan gedacht. Uiteindelijk is voor drie soort-seizoen combinaties een bevredigend resultaat verkregen: Wulp-nazomer, Scholekster-nazomer en Tureluur-winter. Mogelijke verklaringen voor dit resultaat hangen samen met het feit dat er heel veel stappen gemaakt moeten worden in de berekening en in elk van die stappen kunnen fouten zitten, zoals (1) verkeerde inschatting van het voedselgebied dat hoort bij een hoogwatervluchtplaats, (2) verkeerde inschatting van welke delen van het voedselgebied wel en niet beschikbaar zijn, (3) verkeerde inschatting van de prooikeus, (4) verkeerde inschatting van de functionele respons, (5) verkeerde inschatting van de veranderende beschikbaarheid van het voedsel. Daarnaast kan er sprake zijn van een meer fundamenteel probleem, namelijk dat de verspreiding over de Waddenzee niet alleen afhangt van het voedselaanbod, maar in belangrijke mate ook bepaald wordt door andere factoren als predatie-risico en verstoring (van den Hout 2009, van der Hut *et al.* 2014, Ens *et al.* 2017b). Komend jaar is een grondige studie nodig naar alle mogelijke foutenbronnen.

Het eerder opgestelde beslisschema onder welke omstandigheden (wat betreft de ontwikkeling van proxies voor draagkracht en vogelaantallen) toepassen van “Hand aan de kraan” in beeld komt, is aangepast, c.q. verbeterd. Het is toegepast op alle onderzochte soort-seizoen combinaties en de resultaten zijn samengevat in Tabel 9.2. Dit leidt tot de volgende conclusies:

1. Voor 9 soort-seizoen combinaties moet de monitoring nog verder ontwikkeld worden.

Tabel 9.2. Toepassing van het beslisschema over hand aan de kraan (Figuur 5.1) op de 13 onderzochte wadvogelsoorten op basis van de in hoofdstuk 8 gepresenteerde resultaten. De vragen en conclusies uit het beslisschema worden kolomsgewijs behandeld, waarbij Y = ja, N = nee, ? = onbekend. Wanneer het gegeven antwoord voor discussie vatbaar was is dit weergegeven met haakjes rond het antwoord.

	Seizoen (maand van het jaar)	Gevalideerde proxy voor draagkracht?	Alle proxies zelfde trend?	Negatieve trend in proxy?	Negatieve trend geheel/deels gevolg van bodemdaling?	Vogelaantallen in PZ ontwikkelen zich negatiever dan elders?	Tellingen geven nauwkeurig beeld trend?	Monitoring verder ontwikkelen	Geen aanwijzing negatief effect bodemdaling	Aanwijzing voor negatief effect bodemdaling
Bergeend	9	N	Y	N					Y	
	1	N	Y	N					Y	
Pijlstaart	11	N	N					Y		
	1	N	Y	N					Y	
Scholekster	9	Y		N					Y	
	1	N	Y	N					Y	
Kluut	9	N	Y	N					Y	
	11	N	Y	(Y)	?	Y				?
Zilverplevier	5	N	N					Y		
	1	N	Y	N					Y	
Bontbekplevier	5	N	N					Y		
	9	N	N					Y		
Kanoet	8	N	Y	(Y)	?	(Y)				?
	1	N	Y	(Y)	?	(Y)				?
Drieteenstrandloper	5	N	N					Y		
	9	N	N					Y		
Bonte Strandloper	5	N	N					Y		
	9	N	N					Y		
Rosse Grutto	5	N	Y	N					Y	
	8	N	Y	N					Y	
Wulp	9	Y		N					Y	
	1	N	Y	N					Y	
Tureluur	7	N	(Y)	N					Y	
	1	Y		N					Y	
Steenloper	8	N	(Y)	(Y)	?	N	(Y)		?	
	1	N		N				Y		

- Voor 13 soort-seizoen combinaties is de conclusie dat er geen aanwijzingen zijn voor een negatief effect van bodemdaling. Hiertoe behoren ook Wulp-nazomer, Scholekster-nazomer en Tureluur-winter, omdat de gevalideerde proxy in deze gevallen geen negatieve trend laat zien.
- Voor 4 soort-seizoen combinaties was er sprake van een negatieve trend in de proxies: Kluut-herfst, Kanoet-zomer, Kanoet-winter en Steenloper-zomer. In geen van de gevallen was er sprake van een uniform dalende trend. In alle gevallen was er steeds eerst sprake van een toe-

name. Of het recente negatieve deel van de trend een relatie heeft met bodemdaling is niet bekend en moet worden onderzocht. Het beslisschema is verder doorlopen onder de aanname dat die relatie er is. Bij Steenloper-zomer komen we dan uit bij geen aanwijzing voor een negatief effect van bodemdaling en bij de andere 3 soort-seizoen combinaties bij wel aanwijzingen voor een negatief effect van bodemdaling. Die conclusies kunnen echter pas getrokken worden na onderzoek naar de relatie tussen de trend in proxy en de bodemdaling.

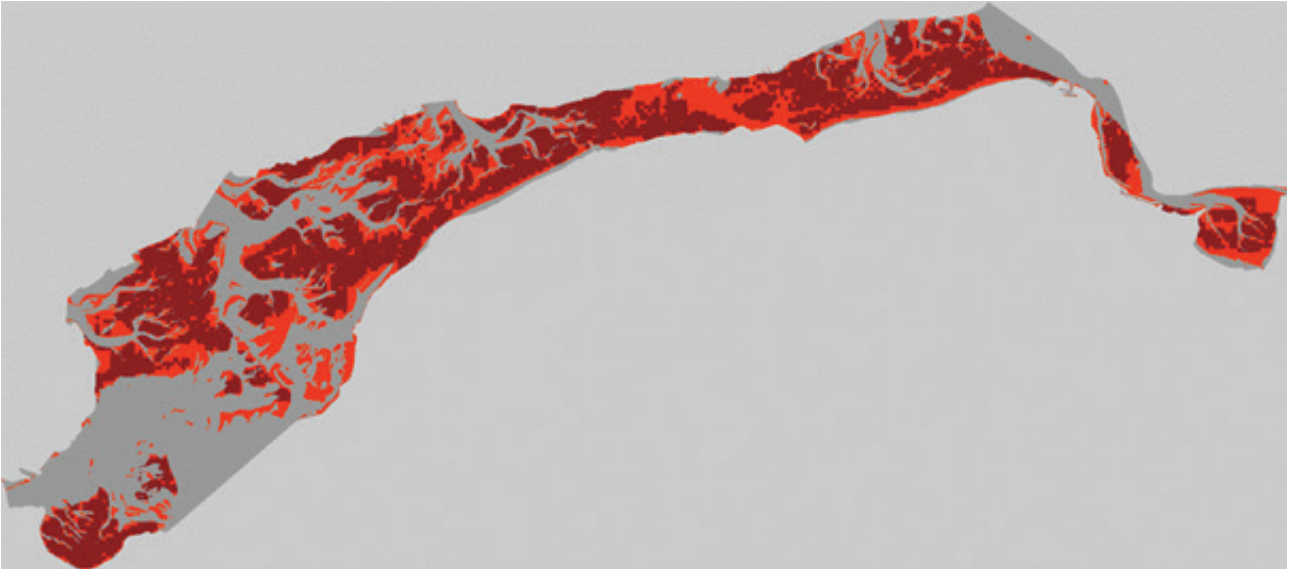
10. Aanbevelingen

In dit rapport zijn de proxies voor draagkracht gevalideerd door het 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. Voor slechts 3 soortseizoen combinaties werd een bevredigend resultaat verkregen. Veel aandacht moet uitgaan naar een grondig onderzoek naar mogelijke foutenbronnen. Daarnaast kan gedacht worden aan de volgende alternatieve methoden voor validatie:

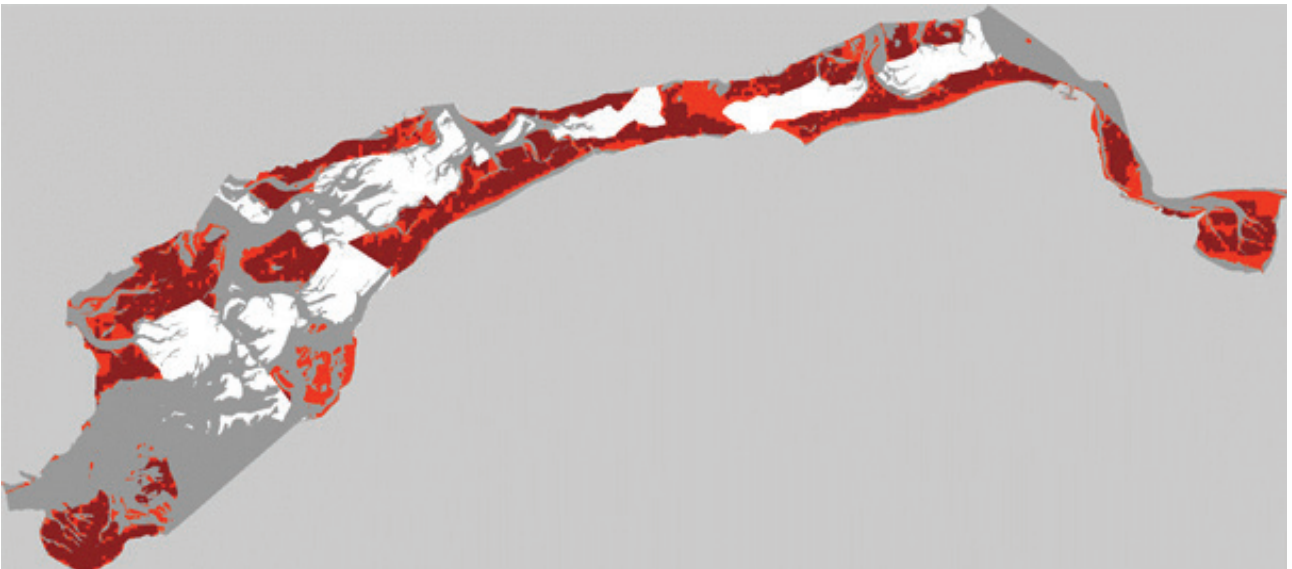
- Vergelijken van de trend in vogelaantallen in het studiegebied op basis van hoogwatertellingen met de trend in draagkracht proxy.
- Vergelijken van laagwatertellingen van wadvogels op geselecteerde wadplaten met de proxywaarde berekend voor elk van die wadplaten. Door de Waddenunit worden verspreid 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.

11. Appendix

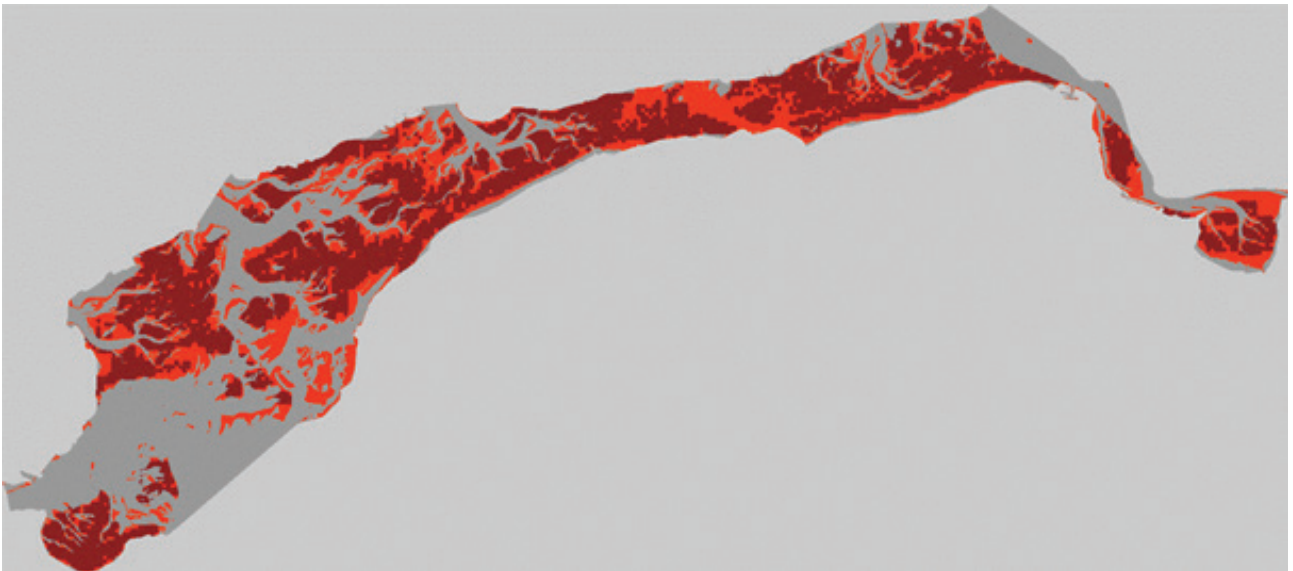
In deze appendix is voor elke onderzochte vogelsoort weergegeven welke droogvallende wadplaten als potentieel foerageergebied zijn meegerekend middels een rode kleuring. Daarbij is aangegeven middels een donkerrode kleuring welk deel daarvan daadwerkelijk is bemonsterd in 2013.



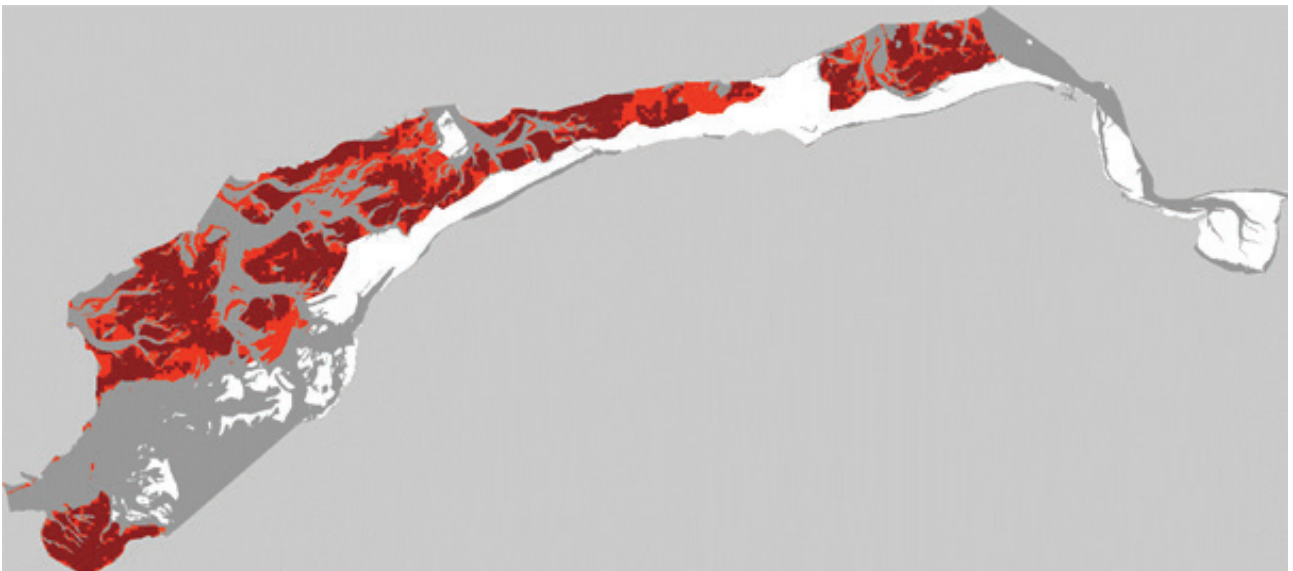
Figuur 11.1. Foerageergebieden van de Bergeend.



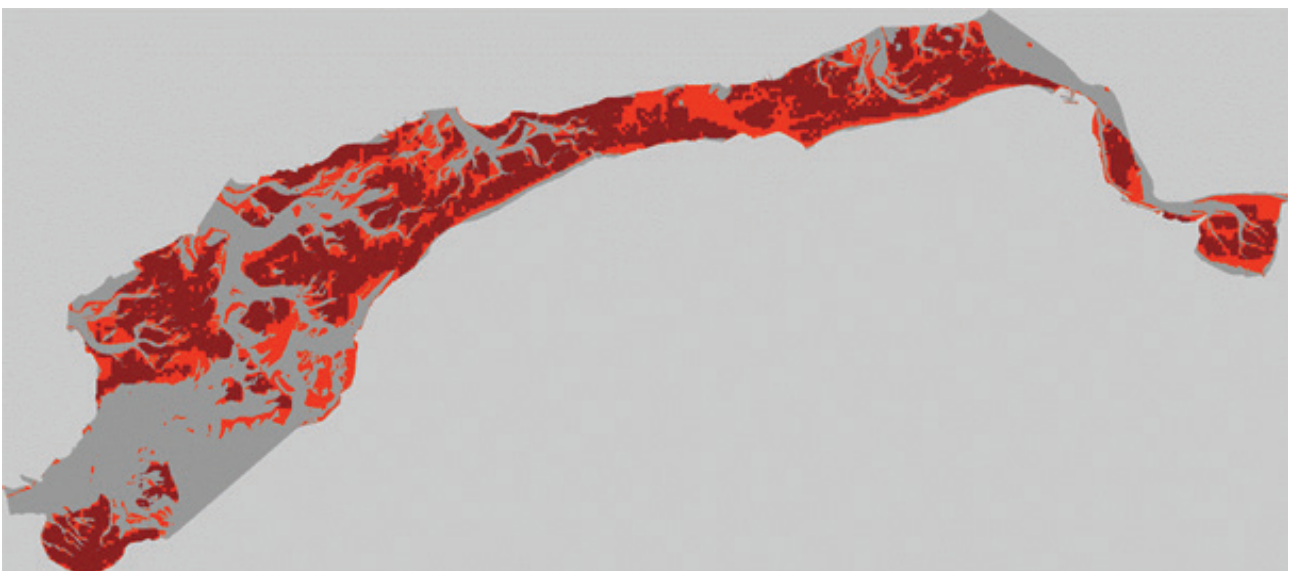
Figuur 11.2. Foerageergebieden van de Bontbekplevier.



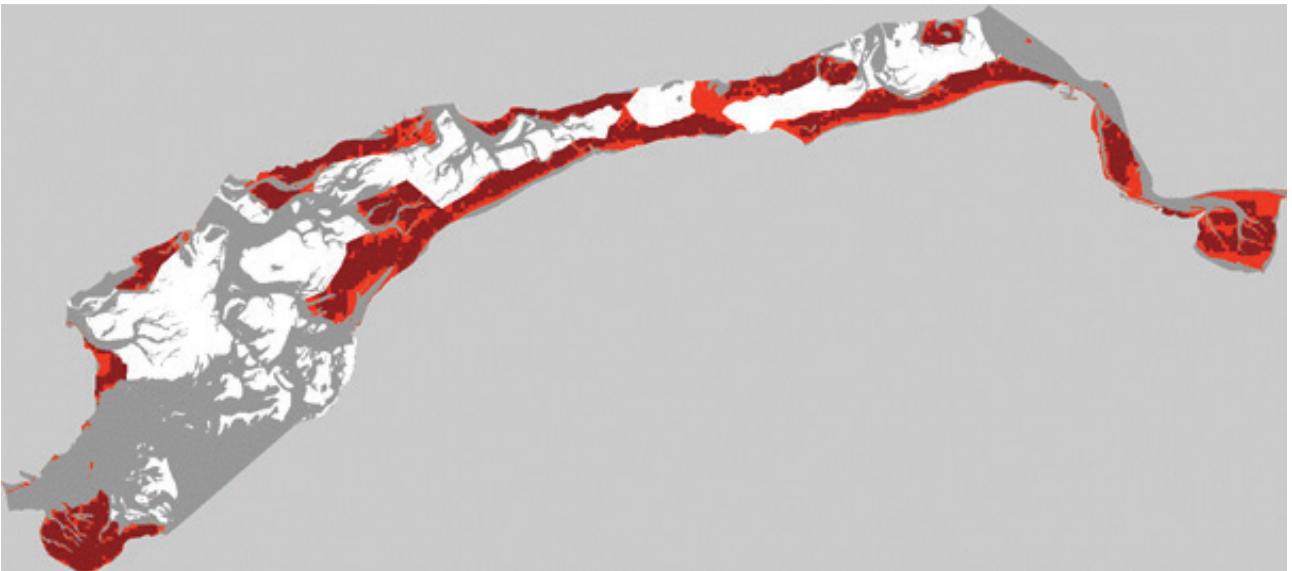
Figuur 11.3. Foerageergebieden van de Bonte Strandloper.



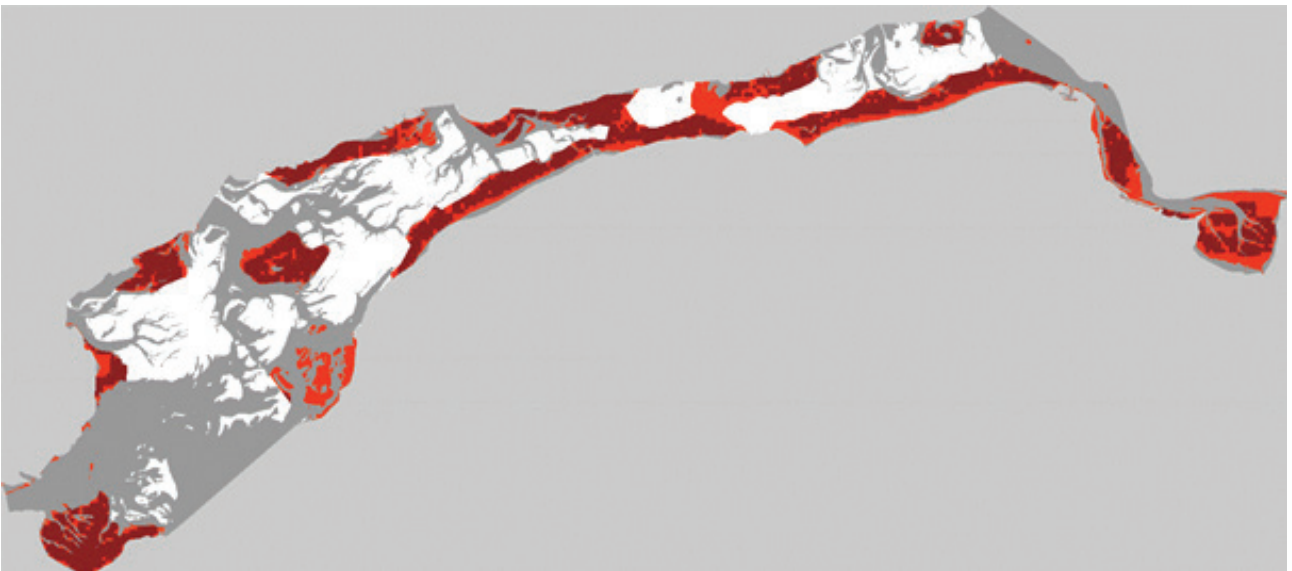
Figuur 11.4. Foerageergebieden van de Drieteenstrandloper.



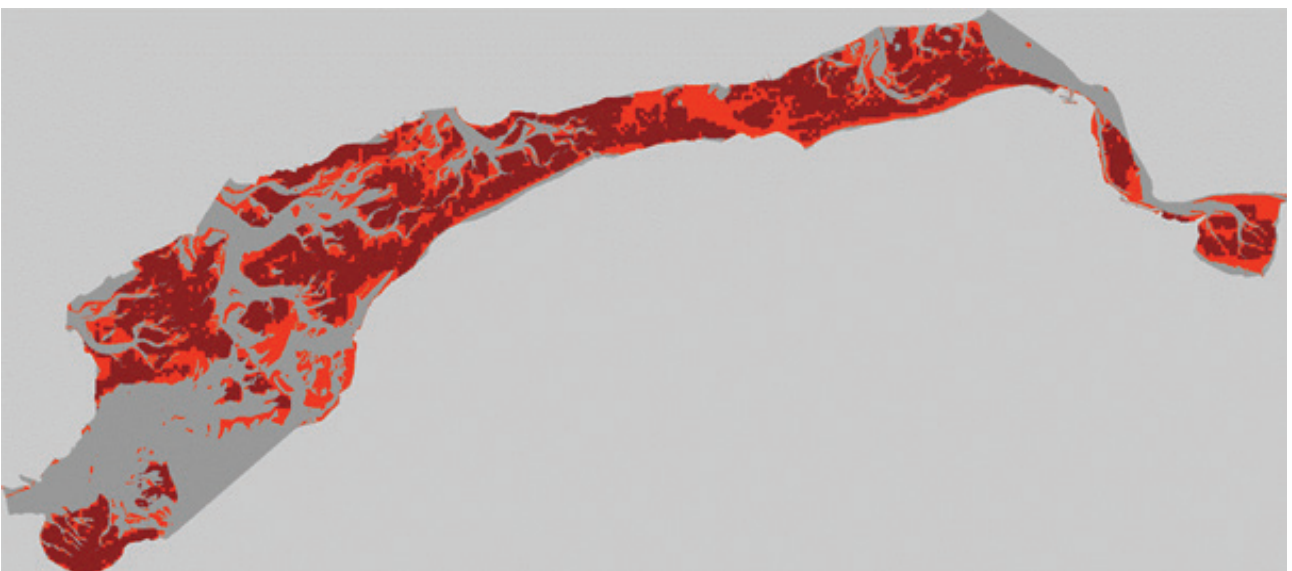
Figuur 11.5. Foerageergebieden van de Kanoetstrandloper.



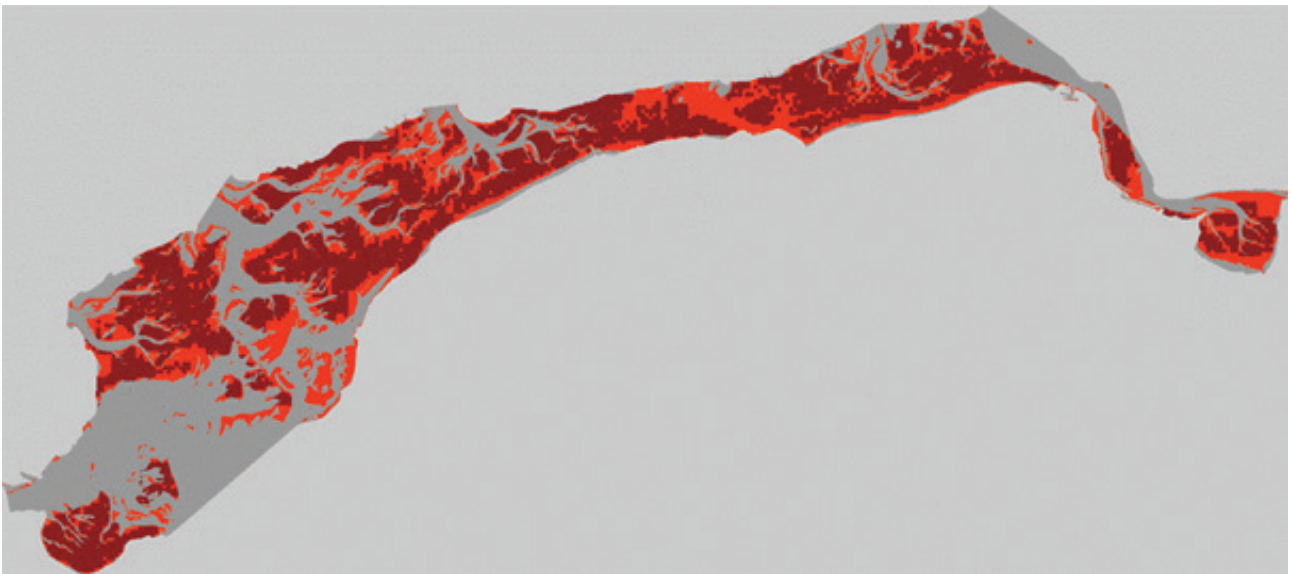
Figuur 11.6. Foerageergebieden van de Kluut.



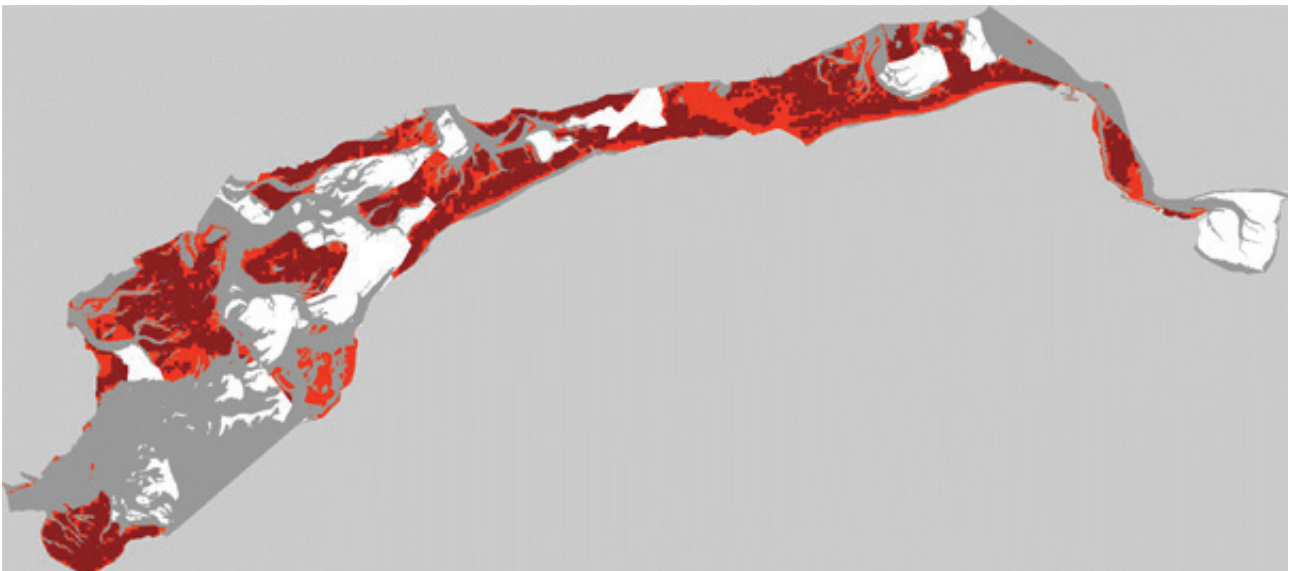
Figuur 11.7. Foerageergebieden van de Pijlstaart.



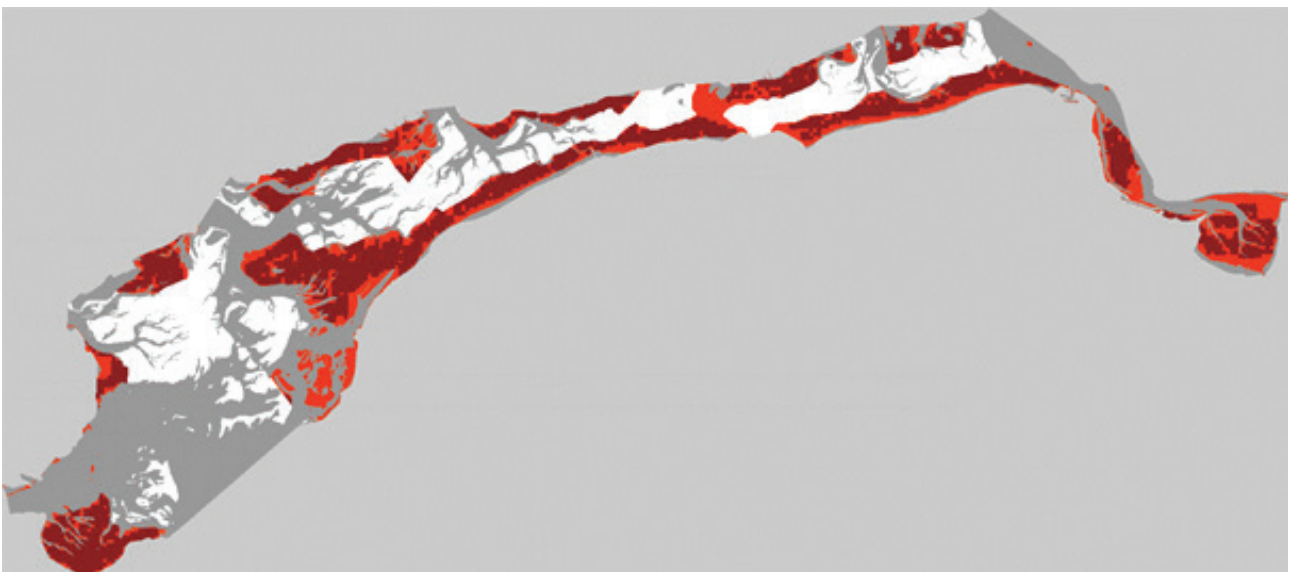
Figuur 11.8. Foerageergebieden van de Rosse Grutto.



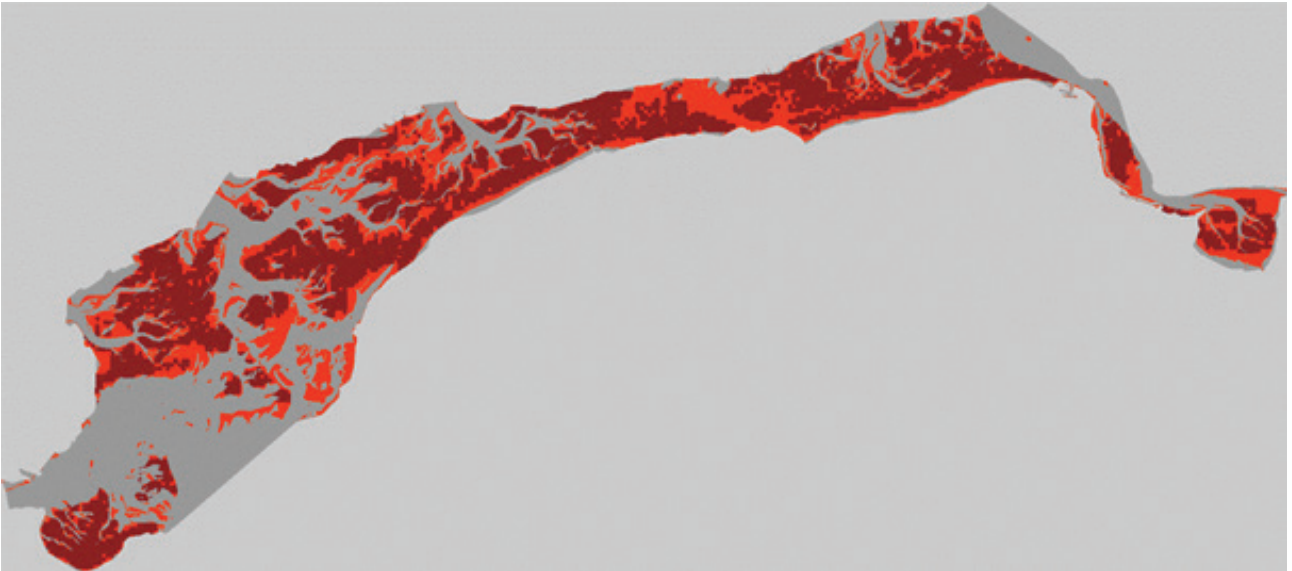
Figuur 11.9. Foerageergebieden van de Scholekster.



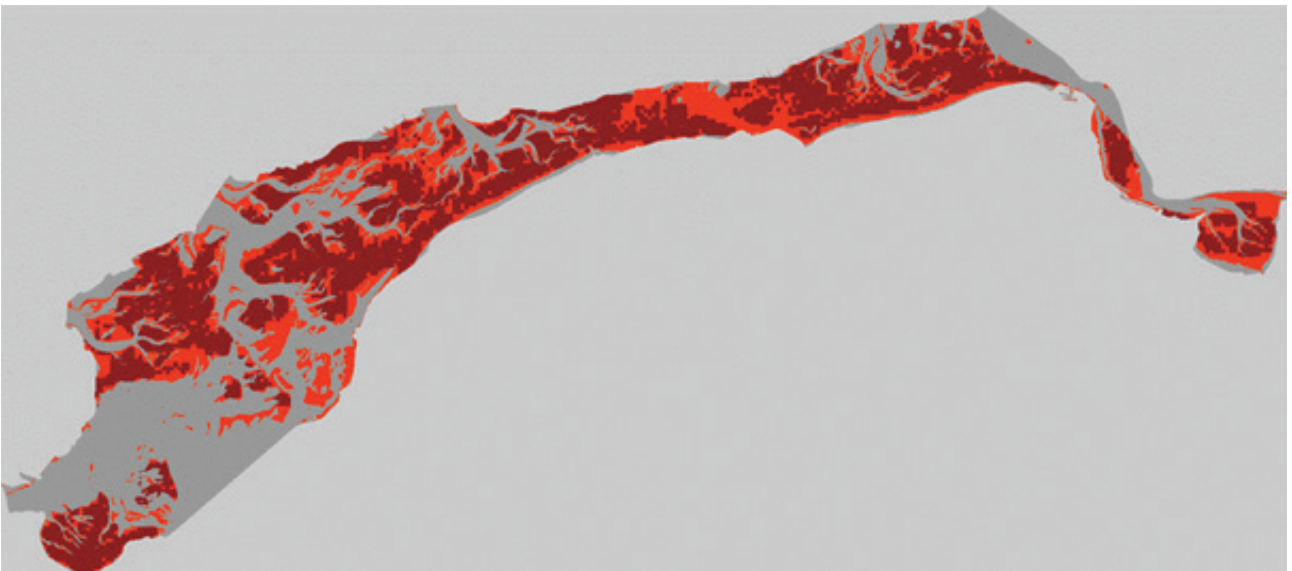
Figuur 11.10. Foerageergebieden van de Steenloper.



Figuur 11.11. Foerageergebieden van de Tureluur.



Figuur 11.12. Foerageergebieden van de Wulp.



Figuur 11.13. Foerageergebieden van de Zilverplevier.

12. 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 monitoringjaar 2015. Rapport 3110. Commissie voor de milieueffectrapportage, Utrecht.
- AUDITCOMMISSIE 2017. Monitoring van aardgaswinning onder de Waddenzee vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen. Advies van de AuditCommissie over de resultaten van het monitoringjaar 2016. Rapport 3205. 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.
- 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. & KATS R.K.H. 2004. Evaluatie van voedselreservering Eidereenden in de Waddenzee - rapportage in het kader van EVA II deelproject B2. Alterra rapport 931. Alterra, Wageningen.
- ENS B.J., KERSTEN M., WIJSMAN J.W.M., VAN DER MEER J., SCHEKKERMAN H., DAN WINDEN E. & RAPPOLDT C. 2017a. 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.
- ENS B.J., KLEEFSTRA R., VAN WINDEN E.A.J., POLWIJK F., VROOM M., VAN DER ZEE E., RIPPEN A. & SIKKEMA M. 2017b. Monitoring van verstoring en potentiële verstoringbronnen van vogels en zeehonden in de Waddenzee - seizoen 2016. Sovon-rapport 2017/30; A&W-rapport 2349. Sovon Vogelonderzoek Nederland / A&W, Nijmegen / Veenwouden.
- ENS B.J., KROL J., VAN DER MEER J., PIENING H., WIJSMAN J.W.M., SCHEKKERMAN H. & RAPPOLDT C. 2015. 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. 2009. Aantalontwikkeling van wadvogels in de Nederlandse Waddenzee in 1990-

- 2007: verschillen tussen Oost en West. *Limosa* 82: 100-112.
- FOLMER E.O., DEKINGA A., HOLTHUIJSEN S., VAN DER MEER J., MOSK D., PIERSMA T. & VAN DER VEER H.W. 2017. Species Distribution Models of Intertidal Benthos : Tools for Assessing the Impact of Physical and Morphological Drivers on Benthos and Birds in the Wadden Sea. NIOZ-rapport. NIOZ, Texel.
- 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.
- KAMPICHLER C., SIERSDSEMA 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.
- 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.
- 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.
- 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. 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.
- TROOST K., VAN ASCH M., BRUMMELHUIS E.B.M., VAN DEN ENDE D. & VAN ZWEEDEN C. 2017. Het kokkelbestand in de Nederlandse kustwateren in 2017. CVO rapport 17.013. Stichting Wageningen Research -Centrum voor Visserijonderzoek (CVO), Yerseke.
- VAN DE POL M., ENS B.J., BAKKER J.P. & ESSELINK P. 2012. Klimaatverandering, verhoogde overstromingsrisico's en kwelderbroedvogels. *De Levende Natuur* 113: 123-128.
- VAN DE POL M., ENS B.J., HEG D., BROUWER L., KROL J., MAIER M., EXO K.M., OOSTERBEEK K., LOK T., EISING C.M. & KOFFIJBERG K. 2010. Do changes in the frequency, magnitude and timing of extreme climatic events threaten the population viability of coastal birds? *Journal of Applied Ecology* 47: 720-730.
- VAN DEN ENDE D., TROOST K., VAN ASCH M., BRUMMELHUIS E., PERDON J. & VAN ZWEEDEN C. 2017. Mosselbanken en oesterbanken op droogvallende platen in de Nederlandse kustwateren in 2017: bestand en arealen. CVO rapport 17.022. Stichting Wageningen Research - Centrum voor Visserijonderzoek (CVO), Wageningen.
- VAN DEN HOUT P.J. 2009. Mortaliteit is het topje van een ijsberg van angst. Over Slechtvalken en steltlopers in de Waddenzee. *Limosa* 82: 122-133.
- VAN DER HUT R.M.G., FOLMER E.O., KOFFIJBERG K., VAN ROOMEN M., VAN DER ZEE E. & STAHL J. 2014. Vogels langs de randen van het Wad. Verkenning van knelpunten en kans op broedlocaties en hoogwatervluchtplaatsen. A&W-rapport 1982/Sovon rapport 2014/12. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek/Sovon Vogelonderzoek Nederland, Veenwouden/Nijmegen.
- VAN DER JEUGD H.P., ENS B.J., VERSLUJMS 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 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,

ZWARTS L., WANINK J.H. & ENS B.J. 1996. Predicting seasonal and annual fluctuations in the local exploitation of different prey by Oystercatchers *Haematopus ostralegus*: a ten-year study in the Wadden Sea. *Ardea* 84A: 401-440.



Dit rapport is samengesteld in opdracht van de Nederlandse Aardolie Maatschappij



Sovon Vogelonderzoek Nederland

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

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



WAGENINGEN UR
For quality of life



Koninklijk Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee