

Trendanalyses van vogels in de Waddenzee in het kader van de nieuwe gaswinningen over de periode 1990-2011

Maja Roodbergen
Erik van Winden
Lara Marx
Bruno Ens



Sovon-rapport 2013/21
Dit rapport is samengesteld
in opdracht van

.....

Inhoud

Samenvatting	4
Inleiding	5
Methode	7
Resultaten	13
Discussie en conclusies	25
Literatuur	27

Samenvatting

De onderhavige rapportage betreft de vierde voortgangsrapportage van de monitoring van mogelijke effecten van bodemdaling op de vogels in de Waddenzee. Deze deelrapportage omvat de analyse van de trends in de aantallen water- en broedvogels in gebieden mét en zónder bodemdaling en in de periode vóór en ná start van de gaswinning (< 2007 en 2007-2011). Wij hebben gepoogd de rapportage kort te houden en zoveel mogelijk te beperken tot nieuwe informatie. Voor details en meer uitleg over de gevolgde werkwijze wordt verwezen naar eerdere voortgangsrapportages (Ens *et al.*, 2012; Wiersma *et al.*, 2010; Wiersma *et al.*, 2011).

In deze deelrapportage zijn de telgegevens van watervogels tot en met het seizoen 2010/2011 en van broedvogels tot en met het broedseizoen van

2011 geanalyseerd. Voor watervogels is een vergelijking gemaakt tussen kombergingen met en zonder bodemdaling door de nieuwe gaswinning (jaar van aanvang is 2006), waarbij telgebieden zo goed mogelijk zijn toegekend aan een bepaalde komberging (Ens *et al.*, 2008b). Voor broedvogels zijn de monitoring plots of kolonies gekoppeld aan de geschatte bodemdaling als gevolg van nieuwe gaswinning en is een onderscheid gemaakt tussen plots met en zonder bodemdaling door nieuwe gaswinning. Na toepassing van de Holm-Bonferroni correctie is er voor geen van de in totaal 29 soorten watervogels en 12 soorten broedvogels een significant verschil in de trends binnen en buiten gebieden met gaswinning na het begin van de nieuwe gaswinning.

Inleiding

De onderhavige rapportage maakt deel uit van de vierde voortgangsrapportage van de monitoring van mogelijke effecten van bodemdaling op de vogels in de Waddenzee. Deze deelrapportage omvat een analyse van de trends in de aantallen tot en met het seizoen 2010/2011 voor de watervogels en tot en met het broedseizoen van 2011 voor de broedvogels. Hiermee wordt gepoogd inhoud te geven aan het principe van “monitoring met de hand aan de kraan” (Ens *et al.*, 2008a). Eerder werd beargumenteerd waarom 1990/1991 als beginperiode is gekozen. Voor watervogels is een vergelijking gemaakt tussen kombergingen met en zonder bodemdaling door nieuwe gaswinning, waarbij telgebieden zo goed mogelijk zijn toegekend aan een bepaalde komberging (Ens *et al.*, 2008b). Voor broedvogels zijn de moni-

toring plots of kolonies gekoppeld aan de geschatte bodemdaling als gevolg van nieuwe gaswinning en is een onderscheid gemaakt tussen plots met en zonder bodemdaling.

De andere deelrapportages behandelen het onderzoek dat is uitgevoerd naar het mogelijke effect van bodemdaling op de verspreiding van broedvogels over de kwelder en het overstromingsrisico van nesten en naar de veranderingen in de draagkracht van het wad voor overwinterende Scholeksters.

Er is gepoogd de onderhavige rapportage kort te houden en zoveel mogelijk te beperken tot de nieuwe informatie. Voor details en meer uitleg over de gevolgde werkwijze wordt verwezen naar eerdere voortgangsrapportages (Ens *et al.*, 2012; Wiersma *et al.*, 2010; Wiersma *et al.*, 2011).

Methode

In dit hoofdstuk wordt een beknopte beschrijving gegeven van de wijze waarop de monitoring van vogels door Sovon wordt uitgevoerd en de manier waarop de statistische bewerking heeft plaatsgevonden. Deze waren overeenkomstig de voorgaande voortgangsrapportages en worden daarin uitgebreid besproken (Van Dijk & Boele, 2011; van Strien, 2007) en hieronder beknopt gepresenteerd.

Onderzoeksoepzet algemeen

De monitoring in de Waddenzee is opgedeeld in twee hoofdonderdelen: watervogel- en broedvogeltellingen, beide onderdeel van het nationale Netwerk Ecologische Monitoring (Hornman *et al.*, 2011). Onderdeel van deze tellingen zijn onder andere alle zoete en zoute rijkswatersystemen en alle vogelrichtlijngedebieden. Bij ganzen en zwanen wordt ook het agrarisch gebied afgedekt. De watervogeltellingen in de Waddenzee zijn tevens onderdeel van het TMAP-programma, een samenwerkingsverband met de Duitse en Deense Waddenzee (Koffijberg *et al.*, 2006). Bij de watervogeltellingen wordt de Waddenzee tijdens hoogwater geteld (hoogwatervluchtplaatsen), inclusief de strook binnenlandse gebieden direct achter de dijk. Deze hoogwatertellingen vormen de basis van de hier gepresenteerde watervogelgegevens. 40% van de gebieden wordt maandelijks geteld, de overige gebieden worden in vier vaste maanden van het jaar geteld (september, november, januari en mei) alsmede in een steeds alternerende maand. Op die wijze wordt in de loop der tijd het gehele jaar met tellingen afgedekt. Algemeen voorkomende broedvogels worden geteld in steekproefgebieden verspreid over het Waddengebied, als onderdeel van het Broedvogel Monitoring Project – BMP (Van Dijk & Boele, 2011). Koloniebroedvogels en zeldzame soorten worden jaarlijks integraal in het hele Waddengebied geteld als onderdeel van het Landelijk Soortonderzoek Broedvogels – LSB (Van Dijk & Boele, 2011). De resultaten van deze broedvogelmonitoring leveren dus een jaarlijkse populatieschatting op van de in de Waddenzee broedende soorten. Tabel 1 geeft een overzicht van de soorten die bij de analyse zijn meegenomen, en de wijze waarop ze worden geteld (steekproef of integraal).

Aantalschattingen watervogels voor niet-getelde gebieden

Bij het analyseren van tijdreeksen is het belangrijk dat variaties in telinspanning niet doorklinken in de aantalsontwikkeling. Ontbrekende tellingen moeten

dus worden ‘bijgeschat’. Bij de watervogeltellingen is dit bovendien een belangrijk aspect omdat niet in alle maanden van het jaar wordt geteld. Voor dit ‘bijschatten’ wordt de ontbrekende telling geschat op grond van (1) de verhouding tussen de gemiddelde aantallen in het telgebied en de overige gebieden (plotfactor); (2) de verhouding tussen de gemiddelde aantallen in de ontbrekende maand en de andere maanden (maandfactor), en (3) de verhouding tussen de gemiddelde aantallen in het jaar met de ontbrekende telling en de andere jaren (jaarfactor). Telgebieden worden voor deze bewerkingstappen in een aantal regio’s ingedeeld, die overeenkomen wat betreft habitat, seizoensverloop en aantalsontwikkelingen. De Waddenzee bestaat uit vier strata: west, oost, Eems-Dollard en Noordzee stranden. Deze werkwijze levert in het algemeen goede schattingen op, zij het dat ze natuurlijk nooit echte tellingen kunnen vervangen.

De bijstellingen worden uitgevoerd op het laagste niveau, dat van een maandelijks telling in een telgebied, met het programma U-index (Bell, 1995). Wanneer voor een regio in een maand het deel van de totale aantallen van telgebieden dat uit geschatte gegevens bestaat meer dan 90% is dan wordt de schatting onbetrouwbaar geacht en achterwege gelaten. Voor analyses op de schaal van afzonderlijke regio’s worden deze jaren in de trendberekening niet meegenomen. In vergelijking met de trends die in voorgaande jaren zijn berekend (Ens *et al.*, 2012; Wiersma *et al.*, 2010; Wiersma *et al.*, 2011) kunnen de nieuwe aantallen en trends licht verschillen door het effect van latere tellingen op bijgeschatte getallen.

De seizoenssommen die als basis dienen voor de verdere trendberekeningen bevatten doorgaans alle relevante maanden van het jaar voor een bepaalde soort. Voor ontbrekende maanden wordt het aantal vogels verwaarloosbaar geacht of gaat het uitsluitend om de eigen broedvogels. Onder die aanname wordt de seizoenssom gedeeld door 12 en wordt het seizoensgemiddelde bepaald, dat verder als parameter bij de trendberekening (zie hieronder) wordt gebruikt (in plaats van indexen). Gebruik van dit seizoensgemiddelde om trends uit te drukken is vergelijkbaar met de bekende werkwijze met vogeldagen. Hornman *et al.* (2011) geven een volledig overzicht van de routines die worden gebruikt bij deze impu-

Tabel 1. Selectie van broedvogels (brv) en watervogels (wavo) die in de trendevaluaties zijn gebruikt, de methode waarmee ze worden geteld, het startjaar vanaf wanneer trends redelijk lineair verlopen en het aantal gebied/jaar combinaties dat in de analyses van effecten van bodemdaling is gebruikt.

Euring	Soortnaam	Telmethode	Startjaar	# Gebied/Jaarcombinaties
720	Aalscholver	wavo	2000	1139
1730	Bergeend	wavo	1990	2605
		brv, steekproef	2000	530
4700	Bontbekplevier	wavo	1994	1010
		brv, integraal	1996	608
5120	Bonte Strandloper	wavo	1990	2589
1670	Brandgans	wavo	2000	1044
4970	Drieteenstrandloper	wavo	1990	561
4850	Goudplevier	wavo	1990	2196
10110	Graspieper	brv, steekproef	1991	905
1610	Grauwe Gans	wavo	1990	2393
5480	Groenpootruiter	wavo	1990	1161
6000	Grote Mantelmeeuw	wavo	2001	666
4960	Kanoetstrandloper	wavo	1995	1503
4930	Kievit	wavo	1997	1678
		brv, steekproef	1991	892
4560	Kluut	wavo	1990	1555
		brv, integraal	1991	967
5820	Kokmeeuw	wavo	1993	3108
		brv, integraal	1991	1416
1820	Krakeend	brv, steekproef	1991	636
1440	Lepelaar	wavo	1990	367
6160	Noordse Stern	brv, integraal	1998	808
1890	Pijlstaart	wavo	2000	892
18770	Rietgors	brv, steekproef	1994	688
5340	Rosse Grutto	wavo	2001	1217
1680	Rotgans	wavo	1990	2587
4500	Scholekster	wavo	1996	2831
		brv, steekproef	1991	1021
1790	Smient	wavo	1996	2073
5610	Steenloper	wavo	1995	1343
5900	Stormmeeuw	wavo	1990	3280
5460	Tureluur	wavo	1990	2160
		brv, steekproef	1991	915
1860	Wilde Eend	wavo	2000	1935
		brv, steekproef	1991	956
1840	Wintertaling	wavo	2000	1045
5410	Wulp	wavo	1990	3032
5920	Zilvermeeuw	wavo	1992	3186
4860	Zilverplevier	wavo	1994	1750
5450	Zwarte Ruiter	wavo	1997	422

Trendberekening

Watervogels

Trendberekeningen worden uitgevoerd op basis van de seizoensgemiddelden. De trendanalyses worden berekend met behulp van het programma TrendSpotter van het RIVM (Soldaat *et al.*, 2007; Visser, 2004). Wij berekenen de trend over de periode van seizoen 1990/91 tot en met 2010/11. Voor alle geselecteerde watervogelsoorten zijn de tellingen samengevoegd per type komberging: nieuwe gaswinning of controle (geen dan wel reeds lang bestaande gaswinning). De trendlijnen zijn geïndexeerd (waarbij het gemiddelde op 100 is gesteld). De classificatie van trends volgt de terminologie zoals die inmiddels voor alle meetnetten in het Netwerk Ecologische Monitoring wordt gehanteerd (Tabel 2).

Broedvogels

Trends in aantallen zijn berekend met het pakket TRIM (Pannekoek & van Strien, 2001). Hierbij vindt een correctie plaats voor ontbrekende jaren. De trends worden uitgedrukt als index, met 1993 als basisjaar (100), omdat er voor 1991 geen aantallen beschikbaar waren voor het gebied met bodemdaling (de Paezemerlannen). Beoordeling van de trends volgt de classificatie in Tabel 2. Zowel de trendanalyse als de beoordeling van de trends zijn overeenkomstig de methodiek die ook binnen het Netwerk Ecologische Monitoring wordt gebruikt en die ontwikkeld is door het Centraal Bureau van de Statistiek. Boele *et al.* (2011) geven een volledig overzicht van de methodiek die wordt gebruikt bij imputing en trendberekeningen.

Dataselectie

Watervogels

Om het effect van nieuwe gaswinning te toetsen is eerst een soort- en gebiedselectie uitgevoerd. Hierbij is dezelfde soortenlijst gehanteerd en zijn dezelfde selectiecriteria voor gebieden gehanteerd als in de voortgangsrapportage van 2010 (Wiersma *et al.*, 2010).

Voor de watervogels zijn deze:

- Per soort moet het telgebied minimaal twee jaar zijn geteld in de relevante periode.
- Per soort moet het gemiddelde werkelijk getelde aantal per telgebied (zonder bijstellingen) in de relevante periode groter zijn dan vier.
- De 'relevante periode' verschilt per soort en is gegeven in Tabel 1.

Uitgangspunt bij de analyses is dat de met hoogwater getelde vogels toegekend worden aan een kombergingsgebied waar ze met laagwater foerageren (Ens *et al.*, 2012; Wiersma *et al.*, 2010; Wiersma *et al.*, 2011). In de Nederlandse Waddenzee worden 10 kombergingsgebieden onderscheiden. Deze zijn in te delen in (1) kombergingen met bodemdaling door nieuwe gaswinning en (2) kombergingen waar zo goed als geen bodemdaling is of zal optreden, of waar deze is opgetreden als gevolg van reeds bestaande gaswinning (tabel 3).

In de beginperiode zijn telgegevens soms niet opgeslagen per telgebied, maar op een veel hoger aggregatie niveau, bijvoorbeeld een heel Waddeneiland. Dergelijke tellingen konden niet redelijkerwijs worden toegekend aan een bepaald kombergingsgebied en zijn dus weggelaten. Daarnaast zijn er telgebieden die op de grens van een kombergingsgebied liggen.

Tabel 2. Trendclassificatie voor NEM-meetnetten. De zwarte stippen zijn de berekende trendwaarden, de horizontale lijnen zijn de 95% betrouwbaarheidsintervallen (BI). Ook de beoordeling van de trend en het daarbij behorende symbool is weergegeven.

Beoordeling	Symbool	gemiddelde jaarlijkse verandering			Criteria (BI = betrouwbaarheidsinterval)	Omschrijving	
		0,95	1,00	1,05			
sterke toename (strong increase)	++				•	ondergrens BI >1,05	sign. >5% toename/jaar (verdubbeling in 15 jaar)
matige toename (moderate increase)	+				•	1,00 < ondergrens BI ≤ 1,05	sign. toename, maar niet zeker of deze > 5% / jaar is
stabiel (stable)	0				•	BI omvat 1,00 maar ondergrens BI ≥ 0,95 en bovengrens BI ≤ 1,05	geen significante aantalsverandering
matige afname (moderate decline)	-				•	0,95 ≤ bovengrens BI < 1,00	sign. afname, maar niet zeker of deze >5% / jaar is
sterke afname (steep decline)	--				•	bovengrens BI <0,95	sign. >5% afname/jaar (halvering in 15 jaar)
onzeker (uncertain)	?				•	BI omvat 1,00 en ondergrens BI <0,95 of bovengrens BI >1,05	BI te groot voor betrouwbare trendclassificatie

• = gemiddelde jaarlijkse verandering (bijv. 0,95 betekent dat de soort ieder jaar gemiddeld met 5% afneemt)
 — = betrouwbaarheidsinterval van de berekende gemiddelde jaarlijkse verandering

Als het om een grens gaat tussen kombergingen van verschillend type dan zijn ook deze gebieden wegge-
laten in de analyses.

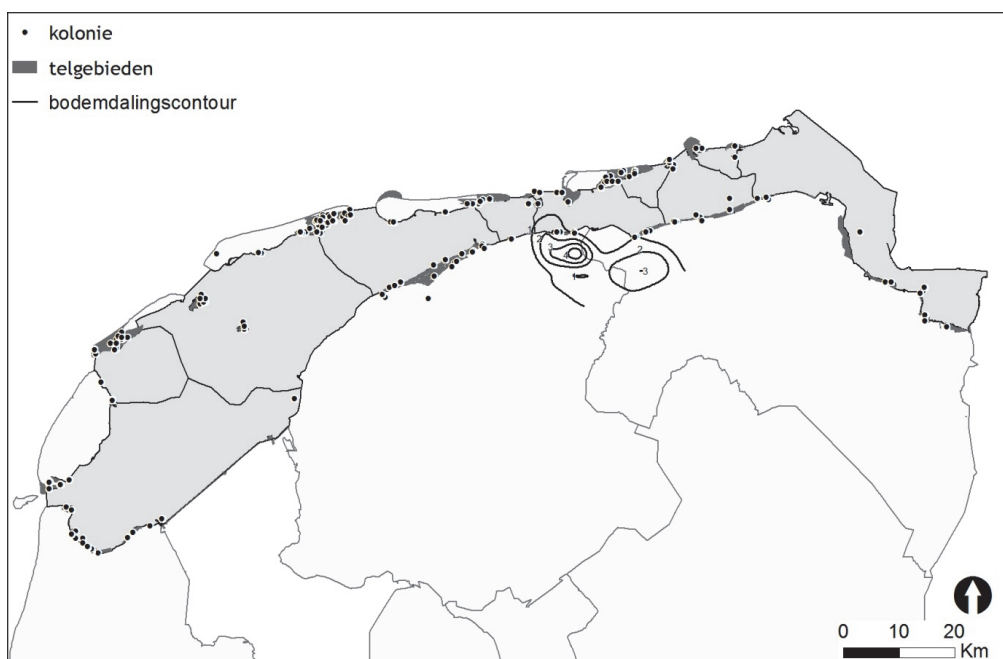
Broedvogels

Voor de broedvogels zijn uit het Nationale Meetnet
Broedvogels alle steekproefgebieden, telgebieden en

kolonielocaties geselecteerd die in de Waddenzee
zijn gelegen en die onder invloed staan van het getij
(meestal kwelders), inclusief de zomerpolders langs
de Friese kust. Voor elk telgebied is beoordeeld of
er bodemdaling als gevolg van nieuwe gaswinning is
opgetreden in de periode 1 januari 2007 tot 1 janu-
ari 2012 aan de hand van door de NAM geleverde

Tabel 3. Classificatie van kombergingsgebieden op basis van het al of niet optreden van bodemdaling door gaswinning. Nieuw (code 1): gebied met voorspelde bodemdaling t.g.v. recent gestarte booractiviteit, controle (code 2): gebied zonder bodemdaling door nieuwe gaswinning, inclusief bodemdaling door eerder gestarte gaswinning. Gebieden op de grens van Nieuw en Controle vallen onder de noemer 'Twijfel'. De twijfelgebieden zijn in de analyses achterwege gelaten. Per type komberging is het aantal telgebieden gegeven. Sommige telgebieden komen meerdere malen in de tabel voor omdat deze soms zijn opgedeeld in meerdere kleinere telgebieden.

Nummer	Naam komberging	Code	Aantal telgebieden		
			Controle	Nieuw	Twijfel
I	Marsdiep	2	69	0	0
II	Eierlandse Gat	2	18	0	0
III	Vlie	2	55	0	0
IV	Borndiep	2	44	0	8
V	Pinkegat	1	0	2	3
VI	Zoutkamperlaag	1	0	29	0
VII	Eilanderbalg	2	4	0	4
VIII	Lauwers	2	16	0	0
IX	Schild	2	3	0	0
X	Eems-Dollard	2	39	0	0
Totaal			248	31	15



Figuur 1. Contouren van bodemdaling t/m 2012 als gevolg van de nieuwe gaswinning (resolutie 1 cm; bron NAM), en ligging van telgebieden en kolonies (zwarte stippen) in gebied met bodemdaling en in controlegebieden. De grijze lijnen geven de begrenzing van kombergingen weer.

GIS-bestanden met bodemdalingcontouren met een resolutie van 1 cm. Alleen de 'Paezemerlannen' en het 'kweldertje bij Wierum' hebben te maken met bodemdaling door nieuwe gaswinning. Dit zijn in totaal zes telgebieden (BMP plots en kolonies). Alle overige plots en kolonies (518) gelden als referentie. Ook hier zijn van de steekproefgebieden alleen die gebieden geselecteerd die in tenminste twee jaar in de periode 1991-2012 waren geteld.

Statistische analyses

Net als in de vorige voortgangsrapportages (Ens *et al.*, 2012; Wiersma *et al.*, 2010; Wiersma *et al.*, 2011) gebruiken we loglineaire modellen, omdat de gemiddelde aantallen vaak een zeer grote spreiding vertonen en zeer scheef zijn verdeeld (hoge skew). Het statistische model "Aantal is een functie van Telgebied + Jaar", waarin de factor Telgebied niveauverschillen tussen telplots modelleert en Jaar het lineaire effect in de tijd representeert, geeft dan een schatting van de procentuele jaarlijkse toe- of afname. Voor de watervogels wordt aan dit model nog een factor Maand toegevoegd; deze representeert verschillen in niveau tussen maanden. Daarnaast is een model met Jaar als factor in plaats van continue variabele meegenomen. In de eerste methode wordt er uitgegaan van vier lineaire effecten (voor en na in zowel referentie- als bodemdalingsgebieden). Als de periode voor begin van bodemdaling erg lang is, is de veronderstelling van een lineair jaar-effect mogelijk niet houdbaar en kan Jaar beter als factor worden meegenomen. Bovenop dit model wordt dan een lineaire tijdtrend voor de NAM-plots aangepast. Door te toetsen of deze trend een knik heeft op het moment van begin van bodemdaling kan een effect worden aangetoond.

Het effect van nieuwe gaswinning hebben we getoetst in een generalised linear model (GLM) met log-getransformeerde aantallen. Bij de aantallen is 1 opgeteld i.v.m. nullen. Analyses zijn uitgevoerd in GenStat v.12 (Payne *et al.*, 2009) volgens dezelfde methodiek die gevolgd is in de vorige voortgangsrapportages (Ens *et al.*, 2012; Wiersma *et al.*, 2010; Wiersma *et al.*, 2011). Het GLM-model met Jaar als continue variabele (vJaar) ziet er als volgt uit:

$$\log(Aantal+1) \sim c+fGebied + fMaand + fDaling.vJaar + vJaar[na 2006] +vJaar[na 2006].fDaling$$

waar de toevoeging f staat voor factor en v voor continue variabele. fDaling heeft twee niveaus: 1='nieuw' dan wel 'bodemdaling' of 0='controle, inclusief oude bodemdaling'. fMaand is toegevoegd als

factor, alleen in het geval van watervogels, en vJaar als continue variabele die maximaal 21 telperiodes codeert, van 1990/91 of later tot en met 2010/11. Voor de watervogeltellingen loopt een telperiode van juli van jaar 1 t/m juni van jaar 2. De term 'vJaar[na 2006]' duidt op de variabele Jaar, maar alleen als jaar (of seizoen) groter is dan 2006(/07). In het model wordt met deze term het tijdstip van de trendbreuk (start bodemdaling) geïntroduceerd. Het model met Jaar als factor (fJaar) ziet er als volgt uit:

$$\log(Aantal+1) \sim c+fGebied+fMaand+fJaar+vJaar.fDaling[1]+fDaling[1].vJaar[na 2006]$$

waar fDaling[1] slaat op de selectie van gebieden waar nieuwe gaswinning plaatsvindt (zie boven). Jaar is in de term 'fJaar' een factor, maar in de laatste twee termen ('vJaar.fDaling[1]' en 'fDaling[1].vJaar[na 2006]') wederom een continue variabele, omdat hier trends voor en na de start van de gaswinning worden vergeleken.

Correctie voor meervoudig toetsen

Doordat er een groot aantal toetsen wordt uitgevoerd, voor elke soort één, dient er een correctie van de significantie-drempelwaarde ($\alpha=0.05$) te worden uitgevoerd. Door veelvuldig testen is de kans groot dat er type-I fouten worden gemaakt, wat betekent dat er significante effecten worden gevonden die niet terecht zijn. Dit effect kan worden vermeden met een Bonferroni-correctie waarbij α wordt gedeeld door het totaal aantal toetsen, 29 in het geval van de watervogels. Echter, doordat de veranderingen in aantallen van de verschillende soorten niet geheel onafhankelijk zijn maar vermoedelijk deels af zullen hangen van factoren die meerdere soorten op eenzelfde manier beïnvloeden, is deze correctie mogelijk te conservatief. Daarom hebben we er voor gekozen een Holm-Bonferroni-correctie toe te passen die minder conservatief is (Sokal & Rohlf, 1995). Met deze correctie wordt α (0.05) gradueel aangepast: de laagste P-waarde van alle toetsen wordt getoetst tegen een α van 0.05 gedeeld door het totaal aantal uitgevoerde toetsen (hier 29); de een na laagste P-waarde door $\alpha/(29-1)$, tot de hoogste P-waarde, die wordt getoetst tegen een α -waarde van 0.05/1.

Resultaten

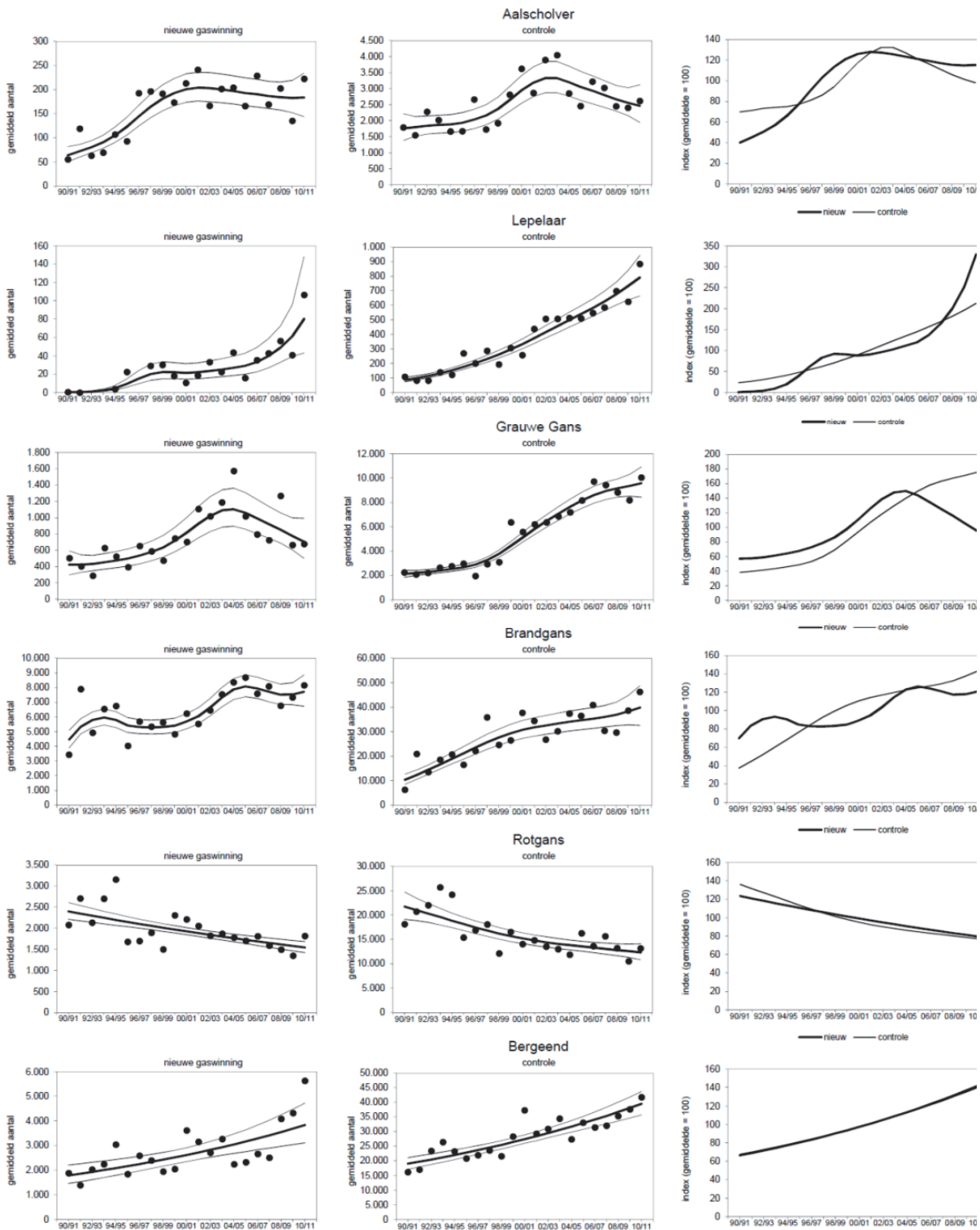
Watervogels

Van alle hier behandelde watervogels zijn de tellingen grafisch weergegeven in Figuur 2 t/m 6. De gemiddelde aantallen zijn gebaseerd op de werkelijk getelde aantallen en de bijgeschatte aantallen. In de linker figuur staan telkens de gemiddelde aantallen en trendlijn in gebieden onder invloed van nieuwe gaswinning en in de middelste figuur staan aantallen en trendlijn in de controle gebieden. De rechter figuur laat beide trendlijnen samen zien waarbij het

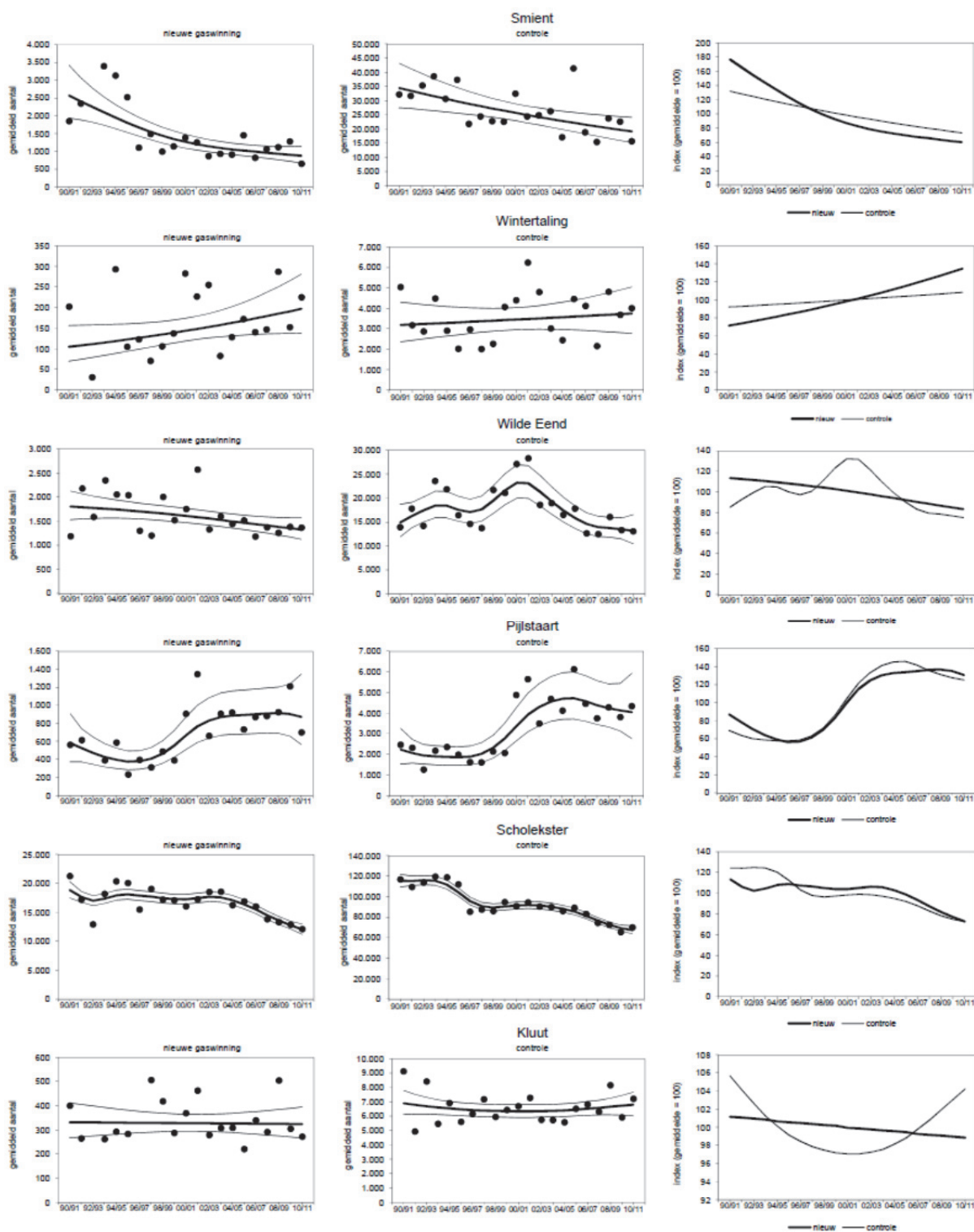
gemiddelde van elke lijn is gelijk gesteld aan 100 zodat ze goed kunnen worden vergeleken. De resultaten die worden weergegeven in Figuur 2 t/m Figuur 4 zijn samengevat in tabel 4. Ook staan in tabel 4 de gemiddelde aantallen per type telgebied (wel of niet onder invloed van nieuwe gaswinning). Trends lijken over het algemeen redelijk goed overeen te komen tussen gebieden die wel en gebieden die niet onder invloed zijn van nieuwe gaswinning.

Tabel 4. Het gemiddelde aantal getelde watervogels per telling, de gemiddelde trend over de periode 1990/91 - 2010/11 en classificatie van die trend (zie tabel 2), voor gebieden met nieuwe gaswinning en controle gebieden. Aantallen gebaseerd op werkelijk getelde aantallen inclusief bijgeschatte aantallen.

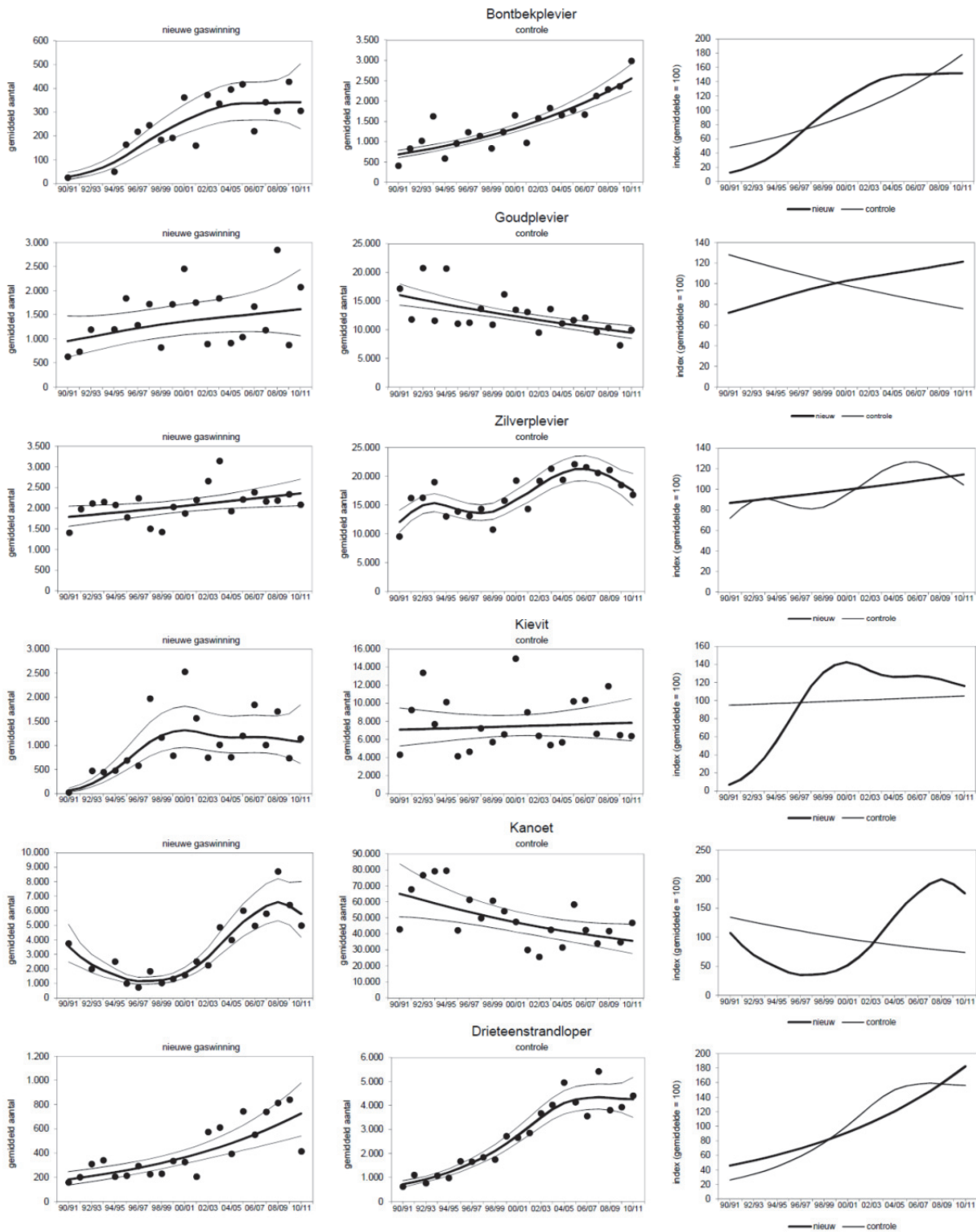
Soort	Gemiddeld aantal		Trend		Classificatie trend	
	controle	nieuw	controle	nieuw	controle	nieuw
Aalscholver	2556	163	1.02	1.05	+	+
Lepelaar	376	26	1.12	1.32	++	++
Grauwe Gans	5523	759	1.08	1.03	++	+
Brandgans	28343	6470	1.07	1.03	++	+
Rotgans	16183	1972	0.97	0.98	-	-
Bergeend	28271	2766	1.04	1.04	+	+
Smient	26755	1536	0.97	0.95	-	-
Wintertaling	3627	175	1.01	1.03	0	?
Wilde Eend	17823	1629	0.99	0.98	0	-
Pijlstaart	3320	680	1.03	1.02	+	?
Scholekster	93042	16708	0.97	0.98	-	-
Kluut	6591	345	1.00	1.00	0	0
Bontbekplevier	1471	246	1.07	1.13	++	++
Goudplevier	12751	1390	0.97	1.03	-	?
Zilverplevier	16975	2092	1.02	1.01	+	+
Kievit	7942	1004	1.01	1.15	0	++
Kanoet	50105	3329	0.97	1.02	-	+
Drieteenstrandloper	2755	418	1.09	1.07	++	+
Bonte Strandloper	156603	17210	1.02	1.03	+	+
Rosse Grutto	44869	3008	1.04	0.99	+	0
Wulp	69152	9931	1.01	1.00	+	0
Zwarte Ruiter	1035	176	0.98	1.04	0	?
Tureluur	13276	1320	1.02	1.05	+	+
Groenpootruiter	1348	353	1.01	1.02	0	+
Steenloper	1804	327	0.97	1.02	-	+
Kokmeeuw	54054	6323	1.00	1.02	0	0
Stormmeeuw	26668	3426	1.01	1.00	0	0
Zilvermeeuw	33551	2327	0.97	0.99	-	0
Grote Mantelmeeuw	1801	109	0.98	1.03	-	?



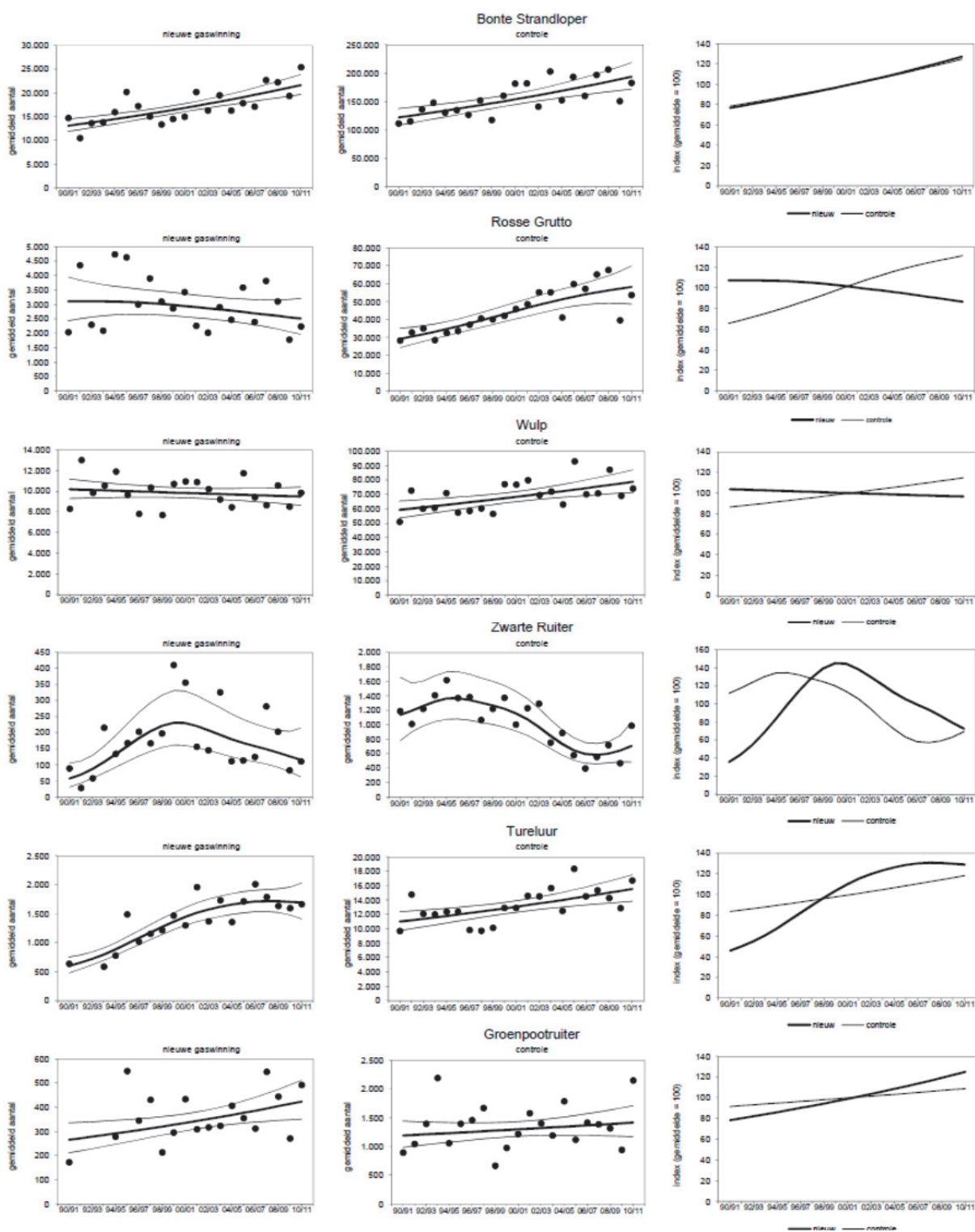
Figuur 2. Aantalontwikkeling (het jaarlijkse gemiddelde is weergegeven als punt, samen met de met trendspotter berekende trendlijn en 95% betrouwbaarheidsinterval) van Aalscholver, Lepelaar, Grauwe Gans, Brandgans, Rotgans en Bergeend, opgesplitst in kombergingen met nieuwe gaswinning en controlegebieden (kombergingen met bestaande gaswinning dan wel zonder gaswinning). In de rechter figuur zijn steeds de twee met trendspotter berekende trendlijnen geïndexeerd met 100 als gemiddelde waarde.



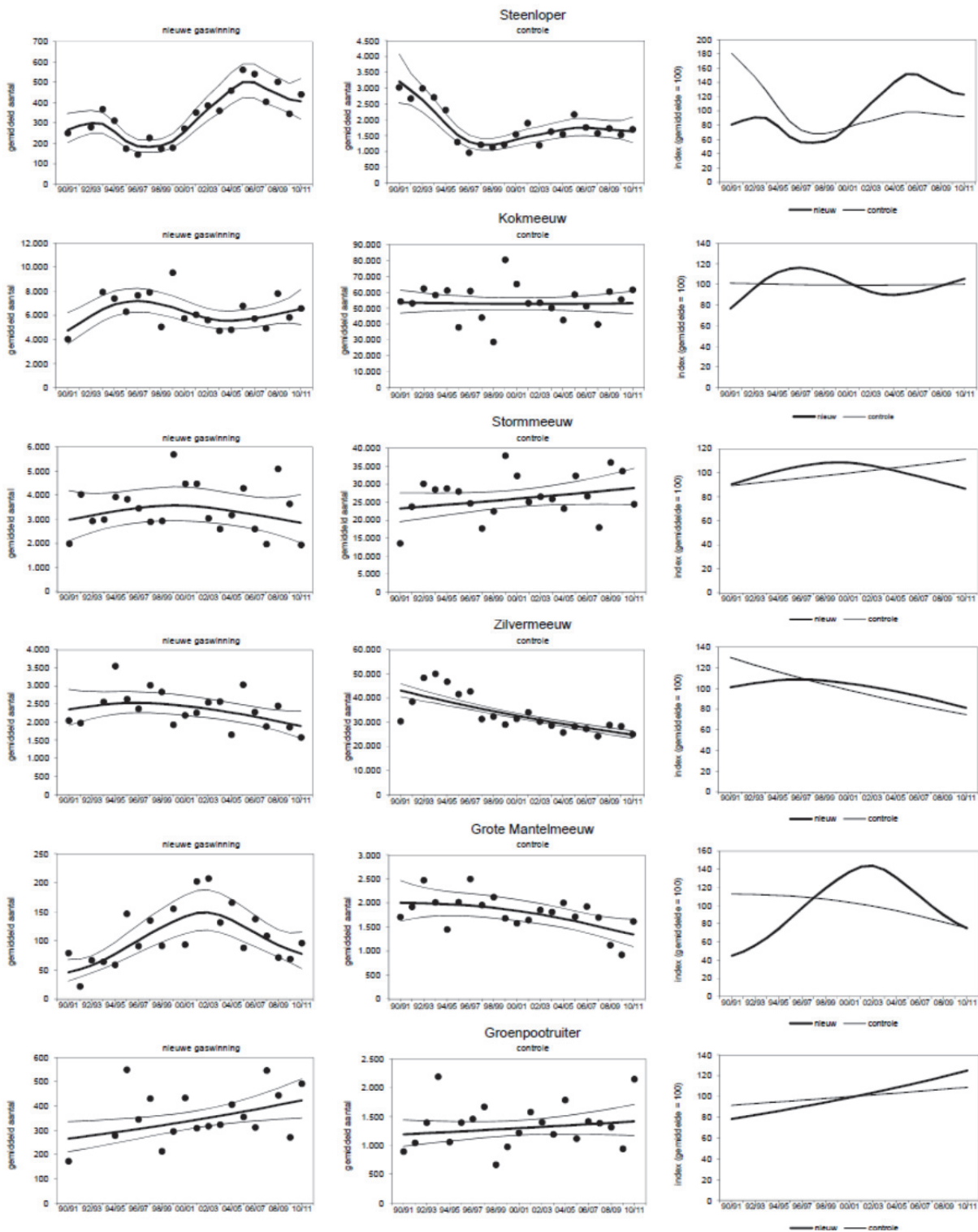
Figuur 3. Aantalontwikkeling (het jaarlijkse gemiddelde is weergegeven als punt, samen met de met trendspotter berekende trendlijn en 95% betrouwbaarheidsinterval) van Smient, Wintertaling, Wilde Eend, Pijlstaart, Scholekster en Kluut, opgesplitst in kombergingen met nieuwe gaswinning en controlegebieden (kombergingen met bestaande gaswinning dan wel zonder gaswinning). In de rechter figuur zijn steeds de twee met trendspotter berekende trendlijnen geïndexeerd met 100 als gemiddelde waarde.



Figuur 4. Aantalsontwikkeling (het jaarlijkse gemiddelde is weergegeven als punt, samen met de met trendspotter berekende trendlijn en 95% betrouwbaarheidsinterval) van Bontbekplevier, Goudplevier, Zilverplevier, Kievit, Kanoet en Drieteenstrandloper, opgesplitst in kombergingen met nieuwe gaswinning en controlegebieden (kombergingen met bestaande gaswinning dan wel zonder gaswinning). In de rechter figuur zijn steeds de twee met trendspotter berekende trendlijnen geïndexeerd met 100 als gemiddelde waarde.



Figuur 5. Aantalsontwikkeling (het jaarlijkse gemiddelde is weergegeven als punt, samen met de met trendspotter berekende trendlijn en 95% betrouwbaarheidsinterval) van Bonte Strandloper, Rosse Grutto, Wulp, Zwarte Ruiter, Tureluur en Groenpootruiter, opgesplitst in kombergingen met nieuwe gaswinning en controlegebieden (kombergingen met bestaande gaswinning dan wel zonder gaswinning). In de rechter figuur zijn steeds de twee met trendspotter berekende trendlijnen geïndexeerd met 100 als gemiddelde waarde.



Figuur 6. Aantalsontwikkeling (het jaarlijkse gemiddelde is weergegeven als punt, samen met de met trendspotter berekende trendlijn en 95% betrouwbaarheidsinterval) van Steenloper, Kokmeeuw, Stormmeeuw, Zilvermeeuw en Grote Mantelmeeuw, opgesplitst in kombergingen met nieuwe gaswinning en controlegebieden (kombergingen met bestaande gaswinning dan wel zonder gaswinning). In de rechter figuur zijn steeds de twee met trendspotter berekende trendlijnen geïndexeerd met 100 als gemiddelde waarde.

De resultaten van de statistische analyses van het effect van gaswinning op het aantalsverloop van watervogels zijn samengevat in tabel 5. Bij 26 soorten is er geen significant effect van de start van gaswinning aantoonbaar, en alleen bij de Brandgans, Smient en Bonte strandloper is het effect wel significant. Dit effect is bij de Smient en Bonte strandloper echter positief: in gebieden met gaswinning vertonen de aantallen in de periode met gaswinning een posi-

tievere trend dan in de referentiegebieden. Na een Holm-Bonferroni-correctie is dit effect ook voor deze drie soorten niet meer significant, zelfs niet wanneer eenzijdig wordt getoetst (tweezijdig: $\alpha_{(H-B)} = 0,002$ voor alle drie soorten, éézijdig: $\alpha_{(H-B)} = 0,003$ voor Brandgans en $\alpha_{(H-B)} = 0,004$ voor Smient en Bonte strandloper). Samengevat is er dus voor geen enkele soort sprake van significante verschillen tussen gebieden met en zonder bodemdaling, in de periode

Tabel 5. Resultaten van regressie-analyses van het effect van gaswinning op aantallen watervogels. Het regressiemoedel houdt rekening met veranderingen in controlegebieden. Resultaten zijn gebaseerd op een selectie van de gegevens. 'b' is de helling van de variabelen-interactie Gebied×Jaar[na 2006] (zie Statistische Analyse) en is een maat voor de grootte van het effect van gaswinning, met standaardfout SE. Als $b < 0$ werden er na de start van de nieuwe gaswinning gemiddeld minder vogels geteld in de betreffende gebieden. Significante resultaten ($P < 0,05$) zijn vetgedrukt weergegeven. Wanneer de P-waarde kleiner is dan de gecorrigeerde α ($\alpha_{(H-B)}$) dan is het effect nog steeds significant na de Holm-Bonferroni correctie voor meervoudige toetsen.

Soort	Jaar lineair					Jaar als Factor				
	b	SE	t	P	$\alpha_{(H-B)}$	b	SE	t	P	$\alpha_{(H-B)}$
Aalscholver	-0.023	0.055	-0.41	0.683	0.010	-0.025	0.055	-0.46	0.648	0.006
Lepelaar	0.080	0.044	1.81	0.070	0.002	0.079	0.044	1.78	0.075	0.002
Grauwe Gans	-0.027	0.017	-1.58	0.113	0.002	-0.029	0.017	-1.67	0.095	0.002
Brandgans	-0.172	0.071		0.016	0.002	-0.173	0.071		0.015	0.002
Rotgans	-0.006	0.019	-0.31	0.757	0.013	-0.007	0.019	-0.37	0.711	0.008
Bergeend	0.008	0.019	0.43	0.666	0.006	0.012	0.019	0.64	0.522	0.004
Smient	0.098	0.042	2.34	0.019	0.002	0.097	0.042	2.32	0.020	0.002
Wintertaling	0.083	0.084	0.98	0.327	0.003	0.087	0.084	1.03	0.301	0.003
Wilde Eend	-0.058	0.051	-1.15	0.251	0.002	-0.057	0.051	-1.13	0.260	0.002
Pijlstaart	0.069	0.084	0.82	0.414	0.003	0.067	0.084	0.81	0.421	0.003
Scholekster	-0.049	0.03	-1.66	0.097	0.002	-0.05	0.030	-1.68	0.093	0.002
Kluut	0.014	0.031	0.45	0.654	0.006	0.015	0.031	0.48	0.632	0.006
Bontbekplevier	-0.012	0.029	-0.42	0.677	0.007	-0.01	0.029	-0.35	0.727	0.010
Goudplevier	0.034	0.026	1.32	0.188	0.002	0.034	0.026	1.3	0.194	0.002
Zilverplevier	0.028	0.033	0.85	0.397	0.003	0.032	0.033	0.99	0.324	0.003
Kievit	0.007	0.037	0.18	0.857	0.025	0.005	0.037	0.13	0.895	0.050
Kanoetstrandloper	0.007	0.042	0.17	0.864	0.050	0.012	0.042	0.29	0.774	0.017
Drieteenstrandloper	0.064	0.043	1.49	0.136	0.002	0.064	0.043	1.5	0.135	0.002
Bonte Strandloper	0.052	0.027	1.91	0.056	0.002	0.059	0.027	2.2	0.028	0.002
Rosse Grutto	-0.064	0.100	-0.64	0.524	0.004	-0.059	0.100	-0.59	0.555	0.004
Wulp	-0.014	0.021	-0.64	0.522	0.004	-0.011	0.021	-0.52	0.605	0.005
Zwarte Ruiter	0.032	0.054	0.61	0.545	0.005	0.03	0.054	0.57	0.571	0.005
Tureluur	-0.013	0.023	-0.54	0.588	0.005	-0.007	0.023	-0.29	0.769	0.013
Groenpootruiter	-0.005	0.019	-0.25	0.806	0.017	-0.004	0.019	-0.23	0.817	0.025
Steenloper	-0.023	0.026	-0.9	0.368	0.003	-0.02	0.026	-0.78	0.435	0.003
Kokmeeuw	0.011	0.026	0.41	0.681	0.008	0.011	0.026	0.43	0.666	0.007
Stormmeeuw	-0.015	0.022	-0.68	0.498	0.004	-0.013	0.022	-0.59	0.557	0.004
Zilvermeeuw	0.019	0.02	0.94	0.348	0.003	0.019	0.020	0.97	0.333	0.003
Grote Mantelmeeuw	0.077	0.093	0.83	0.406	0.003	0.068	0.093	0.73	0.463	0.003

dat bodemdaling plaatsvond.

Broedvogels

Van de hier behandelde broedvogels zijn de tellingen grafisch weergegeven in figuur 7 en 8. De gemiddelde aantallen zijn gebaseerd op de werkelijk getelde aantallen plus de bijgeschatte aantallen. In de linker figuur staan steeds de gemiddelde aantallen in gebieden met gemeten bodemdaling en in de middelste figuur staan aantallen en trendlijn in gebieden zonder bodemdaling. De rechter figuur laat beide trendlijnen samen zien waarbij het gemiddelde van elke lijn is gelijk gesteld aan 100 zodat ze goed kunnen worden vergeleken. De resultaten zijn samengevat in tabel 6. Ook staan in tabel 6 de gemiddelde aantallen per type telgebied (wel of niet met bodemdaling door nieuwe gaswinning).

De resultaten van de statistische analyses van het effect van bodemdaling op het aantalsverloop van broedvogels zijn samengevat in tabel 7. Bij 2 van de 12 onderzochte soorten is een significant effect van bodemdaling aantoonbaar. In beide gevallen gaat het om een positief effect: de aantallen blijven constant

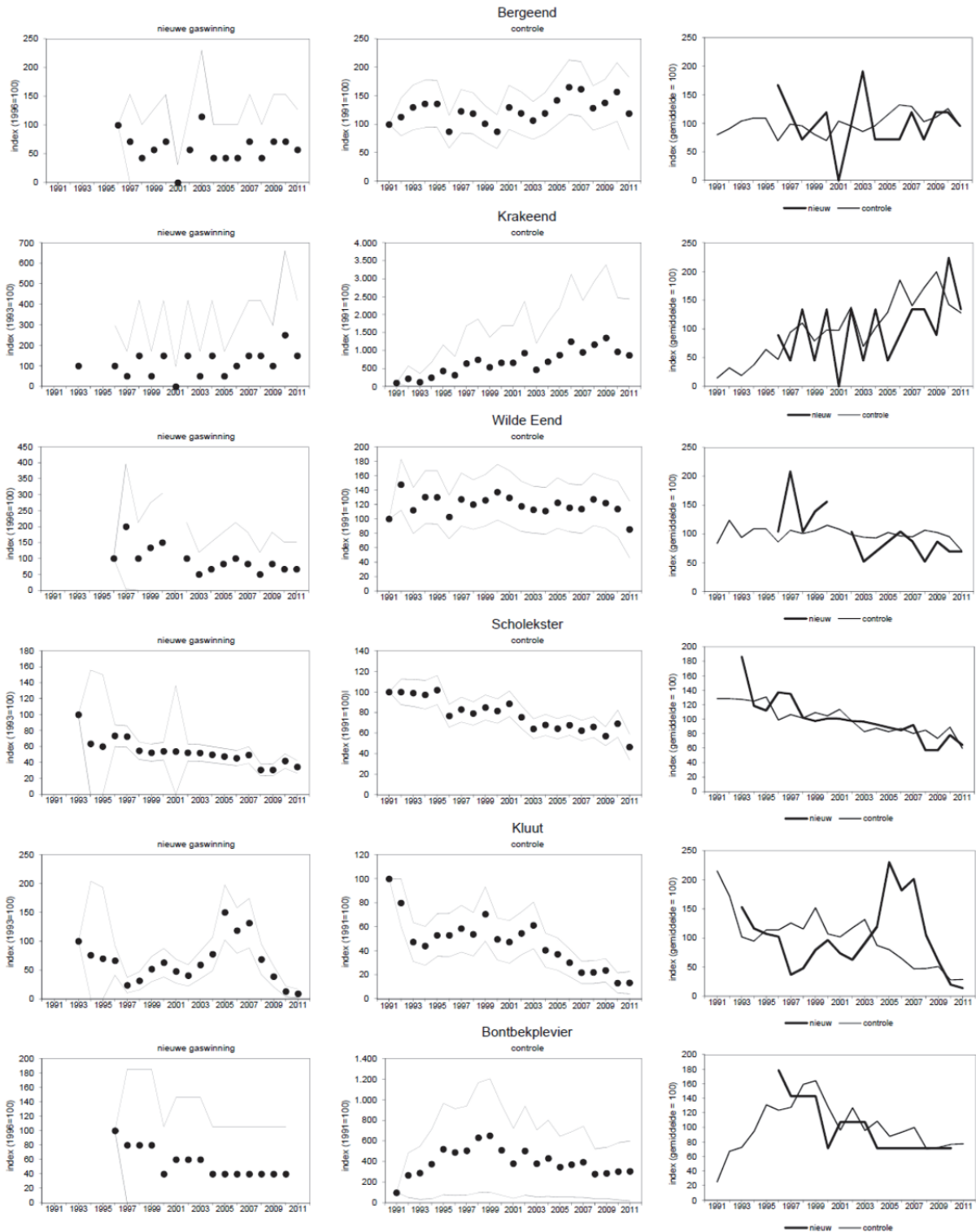
(Kokmeeuw) of nemen licht toe (Rietgors) in de gebieden met bodemdaling sinds de start van de gaswinning, maar nemen in deze gebieden af in de periode voor de start van de gaswinning en nemen af of zijn stabiel in de referentiegebieden. Bij de Kokmeeuw is dit effect echter bedrieglijk. De aantallen in de Paezemerlannen zijn daar eind jaren '90 gedaald tot (vrijwel) nul, waardoor deze niet verder kunnen afnemen (figuur 8).

De resultaten van de statistische toetsen lijken niet altijd overeen te komen met de resultaten uit tabel 7. Dit heeft te maken met het feit dat het in tabel 7 om een langjarige trend gaat vanaf 1991, terwijl de toetsen worden uitgevoerd over de periode met lineaire trend vóór de start van de gaswinning. Voor de toetsen wordt dus vaak een ander startjaar gebruikt. Na Holm-Bonferroni-correctie is het effect van bodemdaling echter bij geen van de soorten significant ($\alpha_{(H-B)} = 0.004$ voor Kokmeeuw en $\alpha_{(H-B)} = 0.005$ voor Rietgors).

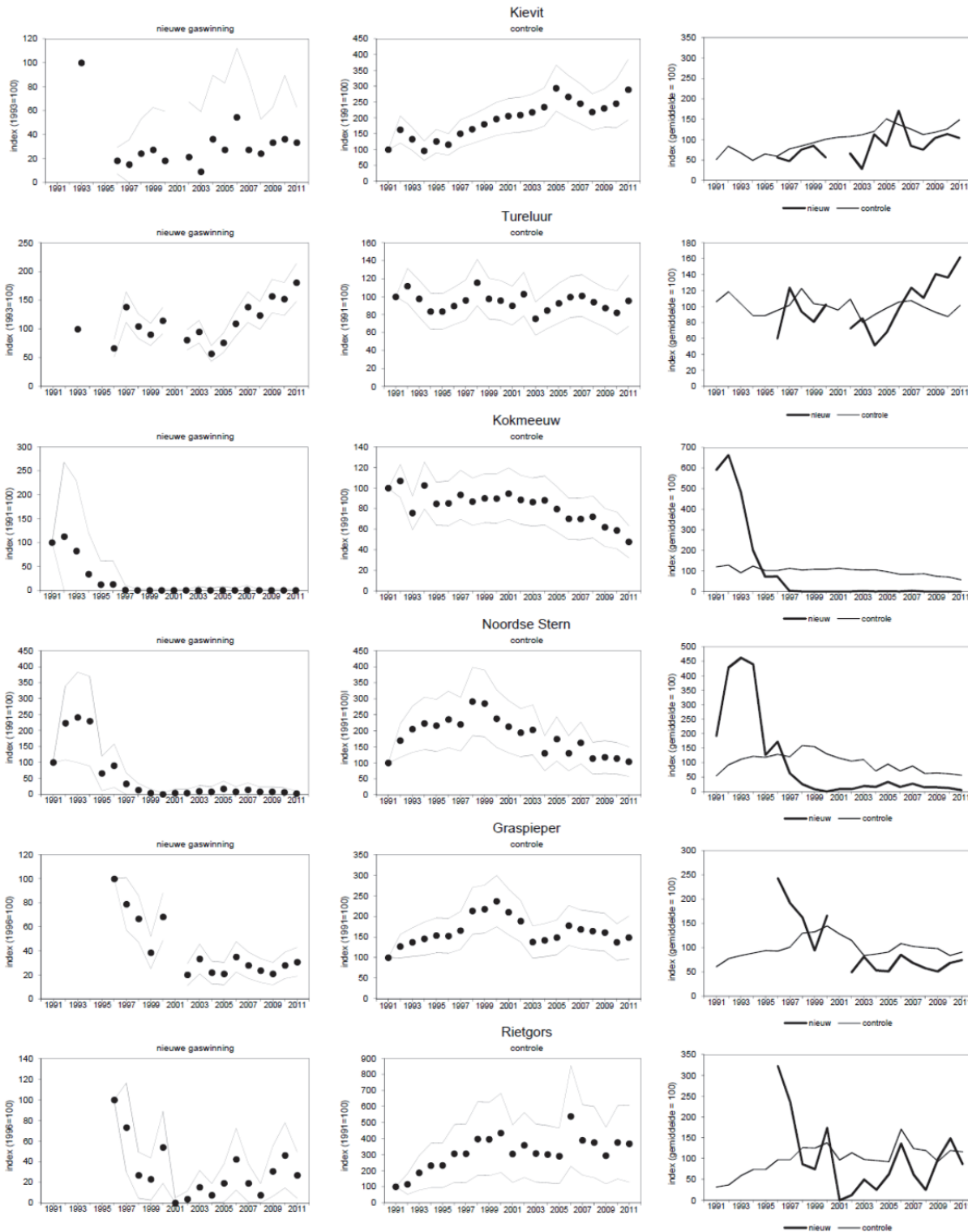
Samengevat is er dus voor geen enkele soort sprake van significante verschillen tussen gebieden met en zonder bodemdaling door nieuwe gaswinning, in de periode dat bodemdaling plaatsvond.

Tabel 6. Het gemiddelde aantal broedparen per jaar, de gemiddelde trend over de periode 1991 - 2011 en classificatie van de trend (zie tabel 2), voor de gebieden met bodemdaling als gevolg van nieuwe gaswinning (de Paezemerlannen en het kweldertje bij Wierum) en de controlegebieden zonder bodemdaling als gevolg van nieuwe gaswinning. Aantal broedparen gebaseerd op werkelijk getelde broedparen plus bijgeschatte broedparen waar tellingen ontbreken.

Euring	Soort	Gemiddeld aantal		Trend		Classificatie trend	
		controle	daling	controle	daling	controle	daling
1730	Bergeend	329	3	1.01	1.02	+	?
1820	Krakeend	19	2	1.11	1.03	++	?
1860	Wilde Eend	274	6	0.99	0.99	0	0
4500	Scholekster	2950	92	0.97	0.96	-	-
4560	Kluut	2138	33	0.93	0.96	--	?
4700	Bontbekplevier	53	4	1.00	0.99	0	0
4930	Kievit	456	9	1.05	1.05	+	?
5460	Tureluur	791	22	1.00	1.02	0	+
5820	Kokmeeuw	51343	752	0.97	0.67	-	?
6160	Noordse Stern	1405	78	0.97	0.83	-	--
10110	Graspieper	910	47	1.01	0.92	0	--
18770	Rietgors	158	7	1.05	1.01	+	?



Figuur 7. Aantalsontwikkeling van broedparen, weergegeven als index, van Bergeend, Krakeend, Wilde Eend, Scholekster, Kluut en Bontbekplevier, opgesplitst in gebieden met bodemdaling door nieuwe gaswinning en gebieden zonder bodemdaling door nieuwe gaswinning (controle). De jaarlijkse (gemiddelde) aantalsindex is weergegeven als punt, samen met de met TRIM berekende 95% betrouwbaarheidsinterval. De eerst beschikbare telling in de reeks is gelijkgesteld aan 100. In de rechter figuur zijn steeds de twee met TRIM berekende trendlijnen geïndexeerd met 100 als gemiddelde waarde.



Figuur 8. Aantalsontwikkeling van broedparen, weergegeven als index, van Kievit, Tureluur, Kokmeeuw, Noordse Stern, Graspieper en Rietgors, opgesplitst in gebieden met bodemdaling door nieuwe gaswinning en gebieden zonder bodemdaling door nieuwe gaswinning (controle). De jaarlijkse (gemiddelde) aantalsindex is weergegeven als punt, samen met de met TRIM berekende 95% betrouwbaarheidsinterval. De eerst beschikbare telling in de reeks is gelijkgesteld aan 100. In de rechter figuur zijn steeds de twee met TRIM berekende trendlijnen geïndexeerd met 100 als gemiddelde waarde.

Tabel 7. Resultaten van regressie-analyses van het effect van gaswinning op aantal broedparen. Het regressiemodel houdt rekening met veranderingen in controlegebieden. Resultaten zijn gebaseerd op een selectie van de gegevens. 'b' is de helling van de variabelen-interactie Gebied×Jaar[na 2006] (zie Statistische Analyse) en is een maat voor de grootte van het effect van de gebieden met bodemdaling, met standaardfout SE(b). Als $b < 0$ dan nemen de aantallen na de start van de nieuwe gaswinning gemiddeld sterker af in de betreffende gebieden. Significante resultaten ($P < 0,05$) zijn vetgedrukt weergegeven. Wanneer de P-waarde kleiner is dan de gecorrigeerde α ($\alpha_{(H-B)}$) dan is het effect nog steeds significant na de Holm-Bonferroni correctie voor meervoudige toetsen.

Soort	Jaar lineair					Jaar als factor				
	b	SE(b)	t	P	$\alpha_{(H-B)}$	b	SE(b)	t	P	$\alpha_{(H-B)}$
Bergeend	0.048	0.188	0.25	0.800	0.050	0.049	0.186	0.26	0.794	0.050
Krakeend	0.071	0.042	1.68	0.094	0.005	0.076	0.043	1.79	0.074	0.005
Wilde Eend	0.091	0.064	1.41	0.158	0.006	0.095	0.064	1.48	0.139	0.006
Scholekster	0.017	0.050	0.35	0.728	0.025	0.025	0.050	0.50	0.615	0.013
Kluut	-0.141	0.143	-0.99	0.325	0.008	-0.143	0.144	-0.99	0.320	0.010
Bontbekplevier	0.099	0.062	1.60	0.111	0.006	0.096	0.062	1.55	0.122	0.006
Kievit	0.023	0.055	0.43	0.670	0.017	0.026	0.055	0.47	0.637	0.025
Tureluur	0.044	0.073	0.60	0.546	0.013	0.035	0.073	0.48	0.630	0.017
Kokmeeuw	0.416	0.174	2.39	0.017	0.004	0.418	0.174	2.41	0.016	0.004
Noordse Stern	-0.274	0.226	-1.21	0.225	0.007	-0.275	0.226	-1.22	0.225	0.007
Graspieper	-0.062	0.079	-0.79	0.432	0.010	-0.073	0.079	-0.93	0.354	0.008
Rietgors	0.176	0.077	2.29	0.022	0.005	0.159	0.076	2.08	0.038	0.005

Discussie en conclusies

Na toepassing van de Holm-Bonferroni correctie is er voor geen van de in totaal 29 soorten watervogels en 12 soorten broedvogels een significant verschil in de trends binnen en buiten gebieden met bodemdaling na de start van de nieuwe gaswinning, ook niet wanneer eenzijdig getoetst wordt op een negatief effect van nieuwe gaswinning.

Wanneer geen correctie zou worden toegepast zou dit verschil bij drie soorten watervogels en twee soorten broedvogels significant zijn, maar ook dan kan nauwelijks worden gesproken van een negatief effect van bodemdaling; zowel Smient als Bonte Strandloper (watervogels) en Kokmeeuw en Rietgors (broedvogels) vertonen een positievere trend in de periode en gebieden met bodemdaling. Alleen bij de Brandgans (watervogel) werd een negatief effect van bodemdaling aangetroffen.

Ook in de eerdere voortgangsrapportage van 2012 werden na de Holm-Bonferroni correctie geen significante effecten gevonden. Wanneer geen correctie werd toegepast was er evenals in dit onderzoek een significant effect van bodemdaling op de Smient, Kokmeeuw en Rietgors (tabel 8). Bij de Brandgans was dit effect toen net niet ($p < 0,1$) en bij de Bonte Strandloper niet ($p < 0,2$) significant. De grotere steekproef zorgt er bij deze soorten waarschijnlijk

voor dat het effect nu wel significant is. Omgekeerd was het effect in 2012 wél significant bij de Drieteenstrandloper en Kievit, terwijl dit in 2013 niet het geval was. Dit wijst erop dat hier sprake was van toeval en niet van een daadwerkelijk effect van bodemdaling. Aangezien de significantie van de effecten in drie van de vier jaren verdwijnt na toepassing van de Holm-Bonferroni correctie lijkt het erop dat dit ook geldt voor de overige soorten waar een significant effect is aangetroffen.

Dat er tot op heden geen duidelijk effect van bodemdaling wordt aangetroffen heeft deels te maken met het feit dat bodemdaling door gaswinning naar verwachting een klein effect zal hebben, als het effect al meetbaar is. Allerlei andere activiteiten in de Waddenzee zullen waarschijnlijk een veel groter effect hebben (bijvoorbeeld handmatige kokkelvisserij en verstoring door recreanten, maar ook bodemdaling veroorzaakt door oude gaswinning, die vaak sterker is dan die veroorzaakt door de nieuwe winningen). Wanneer de steekproef groot genoeg is zullen deze storende effecten uitmiddelen. Het is echter de vraag of dit hier het geval is, vooral voor de broedvogels, waar momenteel in slechts twee gebieden (de Paezemerlannen en het kweldertje bij Wierum) bodemdaling heeft plaatsgevonden.

Tabel 8. De soorten waarbij in minimaal één van de vier voortgangsrapportages een significant effect van bodemdaling werd aangetroffen (zonder correctie voor meervoudig toetsen). N.s. : niet significant, + : positief verband, - : negatief verband.

Categorie	Soort	2010	2011	2012	2013
Watervogels	Smient	+	n.s.	+	+
	Brandgans	n.s.	n.s.	n.s.	-
	Bonte strandloper	n.s.	n.s.	n.s.	+
	Drieteenstrandloper	n.s.	+	+	n.s.
	Grauwe gans	-	n.s.	n.s.	n.s.
	Groenpootruiter	+	n.s.	n.s.	n.s.
	Grote mantelmeeuw	-	n.s.	n.s.	n.s.
Broedvogels	Kokmeeuw	n.s.	+	+	+
	Kievit	n.s.	-	-	n.s.
	Rietgors	n.s.	n.s.	+	+

Literatuur

- BELL, M.C., 1995. UINDEX4: a computer programme for estimating population index numbers by the Underhill method. The Wilfdowl & Wetlands Trust, Slimbridge
- BOELE, A., BRUGGEN, J.V., DIJK, A.V., HUSTINGS, VERGEER, J.W., & PLATE, C., 2011. Broedvogels in Nederland 2009. 2011/01, SOVON Vogelonderzoek, Nijmegen
- ENS, B.J., GOEDHART, P., KOFFIJBERG, K., & RAPPOLDT, C., 2008a. Monitoring van vogels in de Waddenzee met de hand aan de kraan. SOVON-onderzoeksrapport 2008/19, Sovon Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen
- ENS, B.J., KOFFIJBERG, K., OOMEN, D., VAN ROOMEN, M.W.J., VAN WINDEN, E., & ZOETEBIER, D., 2008b. Nulrapportage monitoring vogels Waddenzee (1991-2006) in het kader van de nieuwe gaswinningen. SOVON-onderzoeksrapport 2008-07, Sovon Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen
- ENS, B.J., ROODBERGEN, M., VAN WINDEN, E., KOFFIJBERG, K., & ZOETEBIER, D., 2012. Voortgangsrapportage monitoring vogels in de Waddenzee in het kader van de nieuwe gaswinningen over de periode 1990-2010. SOVON-rapport 2012/09, SOVON Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen
- HORNMAN, M., HUSTINGS, F., KOFFIJBERG, K., VAN WINDEN, E., SOVON GANZEN EN ZWANENWERK GROEP, & SOLDAAT, L., 2011. Watervogels in Nederland in 2008/2009. 2011/03, Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen
- KOFFIJBERG, K., DIJKSEN, L., HÄLTERLEIN, B., LAURSEN, K., POTE, P., & SÜDBECK, P., 2006. Breeding Birds in the Wadden Sea in 2001. 22, CWSS, TMAG, JMBB
- PANNEKOEK, J. & VAN STRIEN, A., 2001. TRIM 3 Manual (Trends and Indices for Monitoring data). Research paper 0102, CBS, Voorburg
- PAYNE, R.W., MURRAY, D.A., HARDING, S.A., BAIRD, D.B., & SOUTAR, D.M., 2009. GenStat for Windows (12th Edition) Introduction. Hemel Hempstead, VSN International 12:
- SOKAL, R.R. & ROHLF, F.J., 1995. Biometry: the Principles and Practice of Statistics in Biological Research. Freeman, New York
- SOLDAAT, L., VISSER, H., VAN ROOMEN, M., & VAN STRIEN, A., 2007. Smoothing and trend detection in waterbird monitoring data using Structural Time-Series Analysis and the Kalman filter. Journal of Ornithology 148: S351-S357
- VAN DIJK, A. & BOELE, A., 2011. Handleiding SOVON Broedvogelonderzoek. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen
- VAN STRIEN, A., 2007. Landelijke natuurmeetnetten van het NEM in 2006; kwaliteitsrapportage NEM. CBS, Voorburg/Heerlen
- VISSER, H., 2004. Estimation and detection of flexible trends. Atmospheric Environment 38: 4135-4145
- WIERSMA, P., V.W.E., K.K., Z.D., & E.B., 2010. Voortgangsrapportage monitoring vogels in de Waddenzee in het kader van de nieuwe gaswinningen over de periode 1990-2008. SOVON-onderzoeksrapport 2010-04, Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen
- WIERSMA, P., WINDEN, E.V., KOFFIJBERG, K., OOSTERBEEK, K., ZOETEBIER, D., & ENS, B.J., 2011. Voortgangsrapportage monitoring vogels in de Waddenzee in het kader van de nieuwe gaswinningen over de periode 1990 - 2009. 2011/01, SOVON Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen