



# Voortgangsrapportage monitoring vogels in de Waddenzee in het kader van de nieuwe gaswinningen over de periode 1990-2009

Popko Wiersma, Erik van Winden, Kees Koffijberg, Kees Oosterbeek, Dirk Zoetebier & Bruno J. Ens



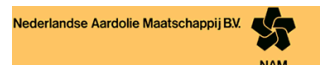


# Voortgangsrapportage monitoring vogels in de Waddenzee in het kader van de nieuwe gaswinningen over de periode 1990-2009

Popko Wiersma, Erik van Winden, Kees Koffijberg, Kees Oosterbeek, Dirk Zoetebier & Bruno J. Ens



SOVON-onderzoeksrapport 2011/01  
Deze rapportage is opgesteld in opdracht van de  
Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V. (NAM)  
in het kader van het  
Monitoringplan Gaswinning Waddenzee.



## **Colofon**

© SOVON Vogelonderzoek Nederland

Lay-out: Peter Eekelder

Foto's omslag: Peter Eekelder

Wijze van citeren: Wiersma P., van Winden E., 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. SOVON-onderzoeksrapport 2011-01. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.

ISSN: 1382-6247

## Inhoud

Samenvatting	4
1. Inleiding	5
2. Methodes	7
2.1 Onderzoeksopzet algemeen	7
2.2 Telmethode	7
2.3 Soort- en gebiedselectie	8
2.4 Invoer, controle en selectie van watervogeltellingen	8
2.5 Aantalsschattingen watervogels voor niet-getelde gebieden	9
2.6 Trendberekening	9
2.7 Analyses vogeltellingen in kader nieuwe gaswinning	10
2.8 Statistische analyses	13
2.9 Correctie voor meervoudige toetsen	14
3. Resultaten	15
3.1 Watervogels	15
3.2 Broedvogels	21
4. Discussie	25
5. Nesthoogtes en verspreiding broedvogels	26
5.1 Inleiding	26
5.2 Resultaten	26
6. Veldmetingen om het model WEBTICS te valideren	28
6.1 Inleiding	28
6.2 Zenders	28
6.3 Data zendervogels 2010	30
6.4 Aanvullend onderzoek naar voedselbeschikbaarheid	37
6.5 Discussie	38
7. Dankwoord	39
8. Referenties	40
Bijlage	

## Samenvatting

In de “Nulrapportage monitoring vogels Waddenzee (1991-2006) in het kader van de nieuwe gaswinningen” (Ens *et al.* 2008b) werden een aantal problemen gesignaleerd m.b.t. het gebruik van de reguliere vogelmonitoring als monitoring “met de hand aan de kraan”. Deze problemen zijn nader onderzocht in het rapport “Monitoring van vogels in de Waddenzee met de hand aan de kraan” (Ens *et al.* 2008a). De inzichten uit de eerdere rapportages en de voortgangsrapportage van 2009 (Wiersma *et al.* 2010) zijn waar mogelijk toegepast in deze voortgangsrapportage over 2010 van de monitoring van mogelijke effecten van bodemdaling op de aantallen wadvogels en broedvogels als gevolg van de in 2007 gestarte gaswinning in de Waddenzee. Een poweranalyse van de monitoring-gegevens liet zien dat de statistische power van de reguliere monitoring laag is (Wiersma *et al.* 2009). Sinds de voortgangsrapportage van vorig jaar is de statistische methode verder aangescherpt om betrouwbaarder te kunnen toetsen.

De opzet van dit rapport is voor wat betreft de watervogeltellingen en broedvogelinventarisaties vergelijkbaar met de vorige voortgangsrapportage van 2009 (Wiersma *et al.* 2010). Wij maken gebruik van vogeltelreeksen vanaf 1990 om te onderzoeken of er een trendbreuk optreedt in de aantaltrends van vogels in telgebieden waar bodemdaling optreedt. We vergelijken hiervoor de telreeksen van verschillende vogelsoorten in gebieden onderhevig aan bodemdaling met telreeksen in controlegebieden.

De analyses werden uitgevoerd voor 29 soorten overwinterende of doortrekkende watervogels en voor 12 soorten broedvogels. Daarbij werd getoetst of er sprake was van een sterkere negatieve trendbreuk in het dalingsgebied dan in de controlegebieden. In het geval van de watervogeltellingen werden telgebieden toegewezen aan kombergingen met en zonder bodemdaling door nieuwe gaswinning. In het geval van de broedvogeltellingen werd van buitendijkse telgebieden nagegaan of ze wel

of niet onderhevig waren aan bodemdaling door nieuwe gaswinning. In vergelijking met de vorige voortgangsrapportage zijn de huidige analyses aangescherpt door een kleine aanpassing in de statistische modellen.

Na toepassing van de Holm-Bonferroni correctie is er voor geen van de in totaal 29 soorten watervogels een significant verschil in de trends binnen en buiten gebieden met gaswinning na het begin van de nieuwe gaswinning. Hetzelfde geldt voor de 12 onderzochte soorten broedvogels. Zonder Holm-Bonferroni correctie is er een significant effect voor de niet-broedende Drieteenstrandloper en voor de broedvogels Kievit en Kokmeeuw. Omdat de statistische significantie van deze effecten verdwijnt na toepassing van de Holm-Bonferroni correctie lijkt het aannemelijk dat hier sprake is van toeval en niet van een daadwerkelijk effect van bodemdaling. In de hier gekozen benadering is ervoor gekozen om de gebieden die onder invloed staan van bodemdaling door nieuwe gaswinning te vergelijken met een zo groot mogelijke steekproef controle gebieden, waaronder gebieden waar al langere tijd bodemdaling door “oude” gaswinning plaatsvindt. Behalve over monitoring “met de hand aan de kraan” op basis van de watervogeltellingen en broedvogelinventarisaties, wordt in dit rapport ook verslag gedaan over (1) de voortgang in de metingen van nesthoogtes en verspreiding in kweldergebieden onderhevig aan bodemdaling en bijbehorende referentiegebieden, (2) de voortgang in het onderzoek naar het ruimtegebruik van met een GPS-zender uitgeruste Scholeksters. De nesthoogtes van op de kwelder broedende vogels worden gemeten omdat bodemdaling het overstromingsrisico van nesten kan verhogen. Metingen van het ruimtegebruik van gezenderde Scholeksters dragen bij aan een validatie van het model WEBTICS dat in 2012 zal worden ingezet om het effect van bodemdaling op draagkracht voor overwinterende Scholeksters door te rekenen.

## 1. Inleiding

De NAM is in 2007 begonnen met aardgaswinning in het Waddenzegeebied vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen. In de vergunning voor de nieuwe gaswinning (LNV 2006) is vastgelegd dat er met “de hand aan de kraan” gas gewonnen zal worden. In het monitoringprogramma (NAM 2007) wordt het principe van “hand aan de kraan” als volgt ingevuld:

1. Gaswinning heeft via bodemdaling in eerste instantie een effect op het abiotische systeem en kan alleen via het abiotische systeem een effect hebben op biologische waarden.
2. Er wordt van uit gegaan dat er alleen effecten op de ecologie kunnen optreden indien de natuurgrens (kritische bodemdalingsnelheid) wordt overschreden.
3. Er wordt van uit gegaan dat een afwijkende ontwikkeling van een monitoringparameter in een komberging met gaswinning alleen op een effect van gaswinning duidt als een correlatie met bodemdaling door gaswinning aannemelijk is gemaakt.

Het monitoringprogramma voor de biologische parameters heeft een signalerende functie. In het monitoringprogramma staat hierover: “Dit houdt in dat aan de hand van de monitoringgegevens de ontwikkelingen in de parameters moeten kunnen worden gevolgd om eventuele veranderingen in ontwikkelingen te achterhalen en te onderzoeken op een correlatie met gaswinning. Het doel van het monitoringprogramma is dan ook de ontwikkelingen in de parameters goed in beeld te brengen. Omdat bodemdaling door gaswinning vergeleken met de natuurlijke dynamiek in de hoogteligging van het wad, klein en traag is, is het van belang dat ontwikkelingen in de parameters worden bekeken in meer dan alleen de bodemdalinggebieden zelf en de periode waarin bodemdaling plaatsvindt. In de terminologie van de monitoring wordt dan gesproken over “het kijken naar ontwikkelingen in zowel de ruimte (referentiegebieden) als in tijd (trends). Als referentiegebied zullen kombergingen in de Nederlandse Waddenzee worden gebruikt terwijl voor de trends gebruikt zal worden gemaakt van gegevens uit het verleden en de beoogde monitoringperiode.” In overleg tussen de NAM en de overheid is afgesproken dat ook voor de biologische parameters het principe van “hand aan de kraan” zal moeten gelden. Wanneer zich in een komberging met gaswinning dramatische afwijkende ontwikkelingen in een biologische parameter voordoen zal volgens LNV moeten worden aangetoond dat de veranderingen niet het gevolg zijn van bodemdaling door gaswinning. Volgens de door overheid ingestelde Auditcommissie moet op basis van de monitoringrapportage bepaald worden of er

wetenschappelijk gezien redelijkerwijs geen twijfel bestaat, dat er geen schadelijke gevolgen zijn voor de door gaswinning beïnvloede Natura-2000 gebieden (Auditcommissie 2007).

Selectie van parameters voor de biotische monitoring heeft plaatsgevonden op basis van de volgende criteria (NAM 2007):

- De parameter moet een zo direct mogelijke relatie hebben met de beïnvloede abiotische variabelen (hoogteligging, sedimentatie/erosie)
- De parameter moet deel uitmaken van de conceptinstandhoudingsdoelen van de Waddenzee, de soorten of habitats op grond waarvan de Waddenzee als Vogelrichtlijngebied, natuurmonument en Habitatrictlijngebied is aangewezen, c.q. aangemeld en/of het toetsingskader binnen de PKB Derde Nota Waddenzee.
- De parameter moet deel uitmaken van een bestaand monitoringprogramma met enige historie (i.v.m. trends) en een zekere dekking (i.v.m. referenties) zodat een trendmatige ontwikkeling kan worden bepaald en een vergelijking kan worden gemaakt met referentiegebieden. Daarbij moet worden gedacht aan:
  - Het registreren van trendbreuken in de ontwikkeling van biotische variabelen t.o.v. de ontwikkelingen in referentiegebieden
  - Het registreren van afwijkingen van gemiddelden/patronen groter dan de natuurlijke variatie in het gebied of in referentiegebieden.

Op basis van deze criteria zijn door de NAM (2007) de volgende door SOVON al langere tijd gecoördineerde monitoringprogramma's geselecteerd:

- broedvogels van het intergetijdegebied/kwelers
- wad/watervogels

Beide programma's vormen onderdeel van het Netwerk Ecologische Monitoring (NEM). De kwaliteit van de monitoringprogramma's van het NEM wordt jaarlijks door het CBS beoordeeld (CBS 2007).

Een belangrijk punt is dat de vogelmonitoring in het kader van NEM niet is opgezet met als doel om trendbreuken als gevolg van bodemdaling te signaleren. Daarom worden aanvullende gegevens verzameld en zijn nieuwe analysemethoden ontwikkeld om de lopende vogelmonitoring hiervoor te gebruiken (zei Wiersma *et al.* 2009). In bijlage 5 van het monitoringprogramma wordt hierover het volgende opgemerkt: “In deze monitoring is sterk

ingezet op een vergelijking van de ontwikkelingen in verschillende kwelders en kombergingen (referenties).

De onderhavige rapportage betreft de tweede monitoringrapportage van mogelijke effecten van bodemdaling op trends in de aantallen van verschillende vogelsoorten. De rapportage omvat een analyse van de trends in de aantallen t/m het seizoen 2009/2010 voor de watervogels en voor de broedvogels t/m 2009. In Ens *et al.* (2008b) wordt 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. 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.



## 2. Methodes

In dit hoofdstuk wordt een beschrijving gegeven van de wijze waarop de monitoring van vogels door SOVON plaatsvindt en de manier waarop de statistische bewerking heeft plaatsgevonden.

### 2.1 Onderzoekopzet algemeen

#### *Watervogels*

Alle watervogelsoorten worden geteld in de monitoringgebieden. Bij deze gebieden gaat het met name om Rijkswatersystemen (zoet en zout) en Vogelrichtlijngebieden (voor zover ze mede voor niet-broedvogels zijn aangewezen). Vanwege de grote aantallen ganzen en zwanen buiten de grote wateren (met name voorkomend in agrarisch gebied) worden op pleisterplaatsen specifiek alle ganzen en zwanen geteld. De telgegevens van alle drie categorieën gebieden worden gebruikt voor de trendberekeningen. In januari wordt in het kader van de midwintertelling ook een groot aantal andere gebieden geteld op watervogels. Achtergronden over de onderzoekopzet geven Koffijberg *et al.* (2000), van Roomen *et al.* (2002) en Soldaat *et al.* (2004).

#### *Broedvogels*

De opzet van de broedvogelmonitoring in de Waddenzee (en Nederland) verschilt per soortgroep. Algemeen verspreid voorkomende soorten als Scholekster, Kieviten en Veldleeuwerik worden jaarlijks in een vaste selectie van steekproefgebieden geteld die verspreid over de Waddenzee liggen en representatief worden geacht voor het gebied als geheel (het zogenaamde Broedvogel Monitoring Project – BMP, (van Dijk 2004)). Koloniebroedvogels (Lepelaar, meeuwen en sterns) en zeldzame soorten (o.a. Kluut, Strandplevier, Bontbekplevier) worden jaarlijks integraal in het hele Waddengebied geteld (onderdeel van het Landelijk Soortonderzoek Broedvogels – LSB; van Dijk *et al.* 2004). De resultaten van dit projectonderdeel leveren dus een jaarlijkse populatieschatting op van de in de Waddenzee broedende soorten. Zowel BMP als LSB zijn onderdeel van het nationale Netwerk Ecologische Monitoring (van Dijk *et al.* 2007; van Strien 2007). Een belangrijk deel van de steekproefgebieden en alle zeldzame soorten en koloniebroedvogels worden tevens geteld in het kader van het Trilateral Monitoring and Assessment Program (TMAP), onderdeel van de trilaterale samenwerking in de Waddenzee (Koffijberg *et al.* 2006). De hier besproken broedvogelgegevens hebben betrekking op de jaren 1991-2009. Tabel 1 geeft een overzicht van de soorten die bij de analyse zijn meegenomen, en de wijze waarop ze worden geteld (steekproef of integraal).

Tabel 1. Selectie van broedvogels die in de trendevaluatie zijn gebruikt en de methode waarmee ze worden geteld.

Euringnr.	Soortnaam	Telmethode
1730	Bergeend	steekproef
4700	Bontbekplevier	integraal
10110	Graspieper	steekproef
4930	Kievit	steekproef
4560	Kluut	integraal
5820	Kokmeeuw	integraal
1820	Krakeend	steekproef
6160	Noordse Stern	integraal
18770	Rietgors	steekproef
4500	Scholekster	steekproef
5460	Tureluur	steekproef
1860	Wilde Eend	steekproef

### 2.2 Telmethode

#### *Watervogels*

De watervogeltellingen vinden plaats volgens gestandaardiseerde methoden (van Roomen *et al.* 2003). De belangrijkste richtlijnen zijn: (a) tellingen worden overdag uitgevoerd, waarbij watervogels zich (meestal) in de foerageergebieden bevinden; (b) in de Waddenzee wordt geteld op het tijdstip van hoogwater, dus op de hoogwatervluchtplaatsen; (c) alleen watervogels die een binding met het telgebied hebben worden geteld, dus geen overvliegende vogels; (d) ook in de broedtijd worden alle zichtbare watervogels in het telgebied geteld, maar er wordt niet speciaal naar broedvogels gezocht. De monitoringgebieden zijn ingedeeld in vast begrensde ruimtelijke eenheden die op kaarten zijn aangegeven. Deze telgebieden worden zo goed mogelijk integraal afgezocht op de onderzoekssoorten. Meestal gebeurt dat fietsend, lopend of vanuit een auto.

#### *Broedvogels*

Het veldwerk voor de broedvogelkarteringen in de Waddenzee wordt volgens de gestandaardiseerde richtlijnen van het broedvogelmeetnet van SOVON uitgevoerd. Voor de algemene soorten in de steekproefgebieden worden daarvoor gemiddeld vijf bezoeken in de periode april-juni gebracht, waarbij alle territorium-indicatieve waarnemingen (zang, balts, etc.) op kaarten worden ingetekend en na afloop van het seizoen worden gecombineerd (zie van Dijk *et al.* 2004 voor details). Koloniebroedvogels en zeldzame soorten worden elk met soortspecifieke methoden geteld, waarbij in een bepaald gebied jaarlijks dezelfde werkwijze wordt gehanteerd om het aantal broedparen of territoria te bepalen

(zie van Dijk *et al.* 2004). Het veldwerk wordt uitgevoerd door vrijwilligers, veldmedewerkers van SOVON en medewerkers van terreinbeheerders als Staatsbosbeheer en Natuurmonumenten.

## 2.3 Soort- en gebiedselectie

### *Watervogels*

Op basis van de gemiddelde aantallen van de verschillende soorten watervogels is een selectie van soorten gemaakt die zullen worden geanalyseerd (Ens *et al.* 2008b; Wiersma *et al.* 2009). Kanoet, en Drieteenstrandloper werden in eerste instantie niet geschikt gevonden voor analyse, maar vanwege het belang van de Waddenzee voor deze soorten is besloten ze toch mee te nemen.

Om de langjarige aantalsontwikkeling van watervogels te beschrijven wordt gebruik gemaakt van alle ter beschikking staande telgegevens van de monitoringgebieden vanaf 1990/91. Vooral in oudere jaren zijn er minder gebieden geteld (figuur 1). Voor het bepalen van trends worden deze ontbrekende tellingen bijgeschat (zie later).

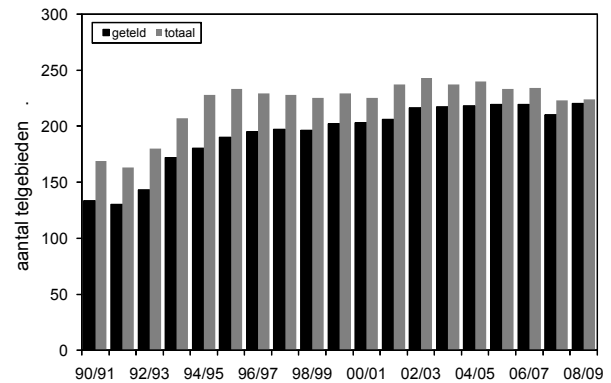
Eerder zijn poweranalyses uitgevoerd voor het bepalen van de kans van het vinden van statistisch significante effecten van gaswinning op vogelaantallen onder verschillende omstandigheden (Wiersma *et al.* 2009). De uitkomsten lieten zien dat de *power* van statistische toetsen sterk beïnvloed kan worden door het wel of niet weglaten van gebieden met veel ontbrekende tellingen, of door het weglaten van gebieden met een relatief laag voorkomen van een soort. Daarom hebben we voor de hier uitgevoerde analyses een selectie van de gegevens gebruikt. De selectiecriteria zijn conservatief gekozen om te voorkomen dat te veel data wordt weggelaten. Telgebieden moesten voldoen aan de volgende twee criteria:

- Per soort moet het telgebied minimaal 2 keer zijn geteld in de periode 1990/91 – 2009/10.
- Per soort moet het gemiddelde werkelijk getelde aantal per telgebied (zonder bijstellingen) groter zijn dan 4 in de periode 1990/91 – 2009/10.

Van de 6435 soort/telgebied-combinaties met ten minste 1 getelde vogel voldeden 2448 niet aan de selectiecriteria en zijn dus weggelaten uit de analyses. Per soort waren gemiddeld 212 (117-268) telgebieden beschikbaar met tenminste 1 getelde vogel.

### *Broedvogels*

Uit het nationale meetnet broedvogels zijn alle steekproefgebieden, telgebieden en kolonielocaties geselecteerd die in de Waddenzee zijn gelegen. Deze zijn vervolgens geconfronteerd met de bodemdaling als gevolg van de nieuwe gaswinning. Uiteindelijk



Figuur 1. Overzicht van het aantal daadwerkelijk getelde telgebieden en het totaal aantal beschikbare telgebieden in het waddengebied in de periode 1990/91-2008/09. Aantallen zijn het maximum aantal geteld in een seizoen; in sommige maanden zullen niet alle telgebieden geteld zijn.

zijn die gebieden geselecteerd die buitendijks liggen en onder invloed staan van het getij (meestal kwelders), incl. de zomerpolders langs de Friese kust. Op de eilanden zijn alle kwelders en strandvlaktes meegenomen, deels incl. lage duinen aan de wadzijde van de duinenrij (die niet te scheiden waren van lager gelegen delen van een telgebied). Ook de platen (Richel, Griend, Engelsmanplaat, Simonszand, Rottumerplaat, Rottumeroog en Zuiderduin, De Hond) zijn meegenomen. Alle binnendijks gelegen polders en de duingebieden op de eilanden vallen buiten de selectie, net als het Lauwersmeergebied, de Eemshaven en het industrieterrein van Delfzijl (die in de monitoring van SOVON wel tot het Waddengebied worden gerekend). Er is slechts een monitoringplot dat binnen de bodemdalingscontouren valt (Paezemerlannen) en er zijn 57 tot 99 plots zonder nieuwe bodemdaling die als controleplots dienen.

## 2.4 Invoer, controle en selectie van watervogeltellingen

### *Invoer en database*

Invoering van telgegevens van watervogels gebeurt dubbel, zodat typefouten achteraf kunnen worden gecorrigeerd. Zowel de gegevens van formulieren, digitaal doorgegeven tellingen als tellingen vanuit bestanden werden uiteindelijk in een Paradox-watervogeldatabase verwerkt. Nultellingen, van belang bij trendbewerkingen, worden later toegevoegd. Hierbij wordt uiteraard rekening gehouden met het type telling (alle soorten watervogels geteld, alleen ganzen en zwanen, of een bepaalde soort wel/niet).

### *Controle*

Bij digitaal ingestuurde gegevens is een controlepro-

cedure ingebouwd waarbij waarnemers direct wordt voorgelegd of opvallende meldingen kloppen. Bij de gegevens die via formulieren binnenkomen wordt in eerste instantie door de regiocoördinator een controle uitgevoerd. Onduidelijke formulieren, opvallende aantallen of zeldzame soorten worden op die wijze in een vroeg stadium gesignaleerd en met de waarnemer besproken. Na invoer en completering van alle bestanden wordt nog een keer een automatische controle uitgevoerd op het SOVON-kantoor. Door de aantallen te confronteren met een referentiebestand met tellingen uit voorgaande jaren, worden opmerkelijke verschillen opgespoord en kunnen fouten waar nodig gecorrigeerd worden. Vervolgens worden nog eens tabellen en kaarten uitgedraaid om eventuele dubbeltellingen op het spoor te komen, bijvoorbeeld opvallende vogelconcentraties bij elkaar in de buurt, geteld op verschillende data binnen de telperiode. Gebieden waarvan bekend is dat er veel uitwisseling optreedt krijgen speciale aandacht, net als soorten die zeer geconcentreerd voorkomen.

## 2.5 Aantalschattingen watervogels voor niet-getelde gebieden

### *Watervogels*

Bij het analyseren van tijdreeksen is het belangrijk dat variaties in telinspanning niet doorklinken in de aantalontwikkeling. Ontbrekende tellingen moeten dus worden 'bijgeschat'. Dit geldt voor een klein deel van de tellingen in het actuele seizoen (een telling die vanwege ziekte van de waarnemer, slecht weer of om andere redenen uitvalt) en voor een groter aantal tellingen in het verleden. Voor dit 'bij-schatten' 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 aantalontwikkelingen. De Waddenzee is één stratum. Deze werkwijze levert in het algemeen goede schattingen op, zij het dat ze natuurlijk nooit echte tellingen kunnen vervangen.

De bij-schattingen worden uitgevoerd met het programma U-index (Bell 1995). Het ontbreken van standaardfouten in U-index wordt niet als een probleem gezien; de teldekking van het watervogelmeetnet is dusdanig hoog (zowel wat betreft gebieden als aandeel van de aanwezige watervogels dat wordt geteld) dat deze standaardfouten minder relevant zijn. Hieronder worden de hoofdlijnen van het bij-schatten beschreven.

In een eerste stap worden met behulp van U-index schattingen gemaakt voor ontbrekende tellingen op het laagste niveau, dat van een maandelijkse telling in een telgebied. Door vervolgens alle telgebieden in een monitoringgebied op te tellen en een seizoenssom te berekenen voor alleen de getelde en de totale aantallen (inclusief bij-schattingen), kan worden nagegaan welk deel van de totale aantallen uit geschatte gegevens bestaat. Is dit aandeel meer dan 90% dan wordt de schatting onbetrouwbaar geacht en wordt geen seizoenssom bepaald. Meestal is het percentage bij-schatting overigens veel lager. We hebben dan dus een bestand met seizoenssommen voor de monitoringgebieden met hier en daar nog een ontbrekende waarde. Voor analyses op de schaal van afzonderlijke monitoringgebieden worden deze jaren in de trendberekening niet meegenomen. In vergelijking met de trends die een jaar geleden zijn berekend (Wiersma et al. 2010) kunnen de nieuwe aantallen licht verschillen door het effect van latere tellingen op bijgeschatte getallen.

De seizoenssommen die als basis dienen voor de verdere trendanalyse 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.

## 2.6 Trendberekening

### *Watervogels*

Trendberekeningen worden uitgevoerd op basis van de seizoensgemiddelden. Aangezien de getallen van de broedvogelmonitoring vanaf 1991 betrouwbaar zijn is ervoor gekozen de trendberekeningen voor de watervogels ook te laten beginnen vanaf het seizoen 1990/1991 (zie ook de nulrapportage: Ens et al. 2008). De trendanalyses worden berekend met behulp van het programma TrendSpotter van het RIVM (Visser 2004; Soldaat et al. 2007). De trends die met behulp van TrendSpotter worden berekend hebben het uiterlijk van de lopende gemiddeldes die in eerdere watervogelrapporten door de jaar-indexen werden berekend. In plaats van indexen wordt nu echter gewerkt met echte aantallen (het seizoensgemiddelde), zodat ook direct een indruk wordt verkregen om welke aantallen het gaat. Met TrendSpotter kunnen ook betrouwbaarheidsintervallen rond de trendlijn worden weer gegeven. Deze geven de mogelijkheid na te gaan of bepaalde jaren significant afwijken van de trendlijn (extreem hoge

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

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.

of lage aantallen in een bepaald jaar liggen buiten het betrouwbaarheidsinterval, bijv. tijdens een strenge of zeer milde winter). Daarnaast berekent TrendSpotter de verschillen in trendwaarden (de denkbeeldige punten op de trendlijn) tussen ieder jaar en het laatste jaar met de betrouwbaarheidsintervallen die bij dat verschil horen. Wij berekenen de trend over de periode van seizoen 1990/91 t/m 2009/10. Voor alle geselecteerde watervogelsoorten zijn de tellingen samengevoegd per type komberging: nieuwe gaswinning of controle (geen dan wel reeds lange bestaande gaswinning). De trendlijnen zijn geïndexeerd (waarbij het gemiddelde op 100 is gesteld). De classificatie van trends, oftewel de beoordeling van de waargenomen aantalverandering, volgt de terminologie zoals die inmiddels voor alle meetnetten in het Netwerk Ecologische Monitoring wordt gehanteerd (tabel 2).

### Broedvogels

Alle telresultaten worden opgeslagen in een relationele (paradox) database. Uit deze database zijn per soort de jaarlijkse aantallen broedparen of territoria geselecteerd. Van de steekproefgebieden zijn alleen die gebieden geselecteerd die in tenminste twee jaar in de periode 1991-2009 waren geteld. Trends in aantallen zijn berekend met het pakket TRIM (Pannekoek & van Strien 2001). De aantalsontwikkeling wordt hier met behulp van log-lineaire Poissonregressie geanalyseerd. Er vindt een correctie plaats voor ontbrekende jaren. De trends worden uitgedrukt als index, met 1991 als basisjaar (100). Omdat er voor 1991 geen aantallen beschikbaar waren voor het gebied met bodemdaling (de Paezemerlannen) is 1993 gekozen als basisjaar. 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

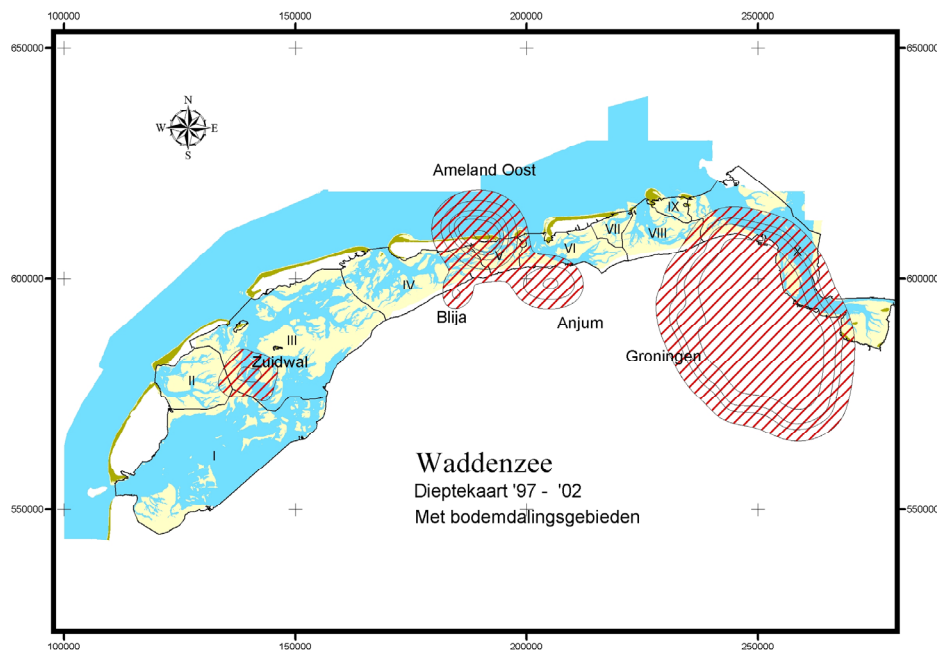
Bureau van de Statistiek.

## 2.7 Analyses vogeltellingen in kader nieuwe gaswinning

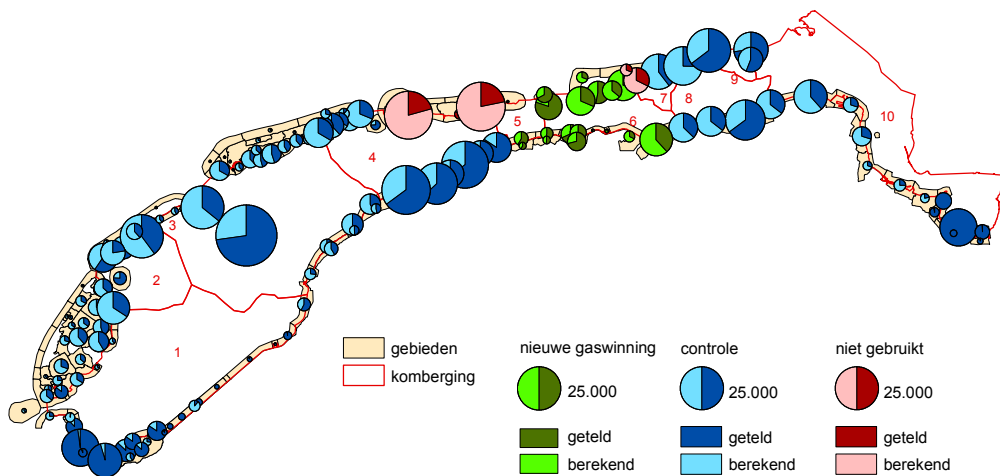
### Watervogels

Uitgangspunt bij de hier uitgevoerde analyse is dat de met hoogwater getelde vogels toegekend worden aan een kombergingsgebied waar ze met laagwater foerageren. In de Nederlandse Waddenzee worden 10 kombergingsgebieden onderscheiden (figuur 2). In een aantal van deze kombergingen vindt reeds bodemdaling als gevolg van gaswinning plaats. In de nulrapportage zijn daarom drie typen kombergingen onderscheiden: (1) kombergingen met bodemdaling door gaswinning, (2) kombergingen waar bodemdaling door nieuwe gaswinning zal optreden (en waar ook al bodemdaling door gaswinning is opgetreden) en (3) kombergingen waar zo goed als geen bodemdaling is opgetreden of zal optreden (tabel 3). In de nulrapportage (Ens *et al.* 2008) wordt gesuggereerd dat voor de Zoutkamperlaag kombergingen zonder bodemdaling als controle zouden kunnen dienen, terwijl voor het Pinkegat kombergingen met bodemdaling als controle zouden kunnen dienen. In de power analyse (Wiersma *et al.* 2009) is er echter voor gekozen geen onderscheid te maken tussen controle gebieden. Die systematiek wordt ook in dit rapport gevolgd. Er wordt alleen een onderscheid gemaakt tussen kombergingen met nieuwe gaswinningen en overige kombergingen die als controle dienen. In de discussie komen wij hierop terug.

Alle telgebieden werden toegekend aan een kombergingsgebied. Dat leverde een aantal problemen op. Zeker 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 be-



Figuur 2. Afgrenzing en nummering van de in deze rapportage onderscheiden kombergingsgebieden. Ook de bodemdalinggebieden van de bestaande gaswinning zijn aangegeven. Overgenomen uit Hoeksema et al. (2004).



Figuur 3. Zekerheid over de toekenning van de met hoogwater getelde vogels aan een bepaalde komberging. Er is een onderscheid gemaakt tussen de telgebieden die met vrij grote mate van zekerheid konden worden toegekend aan een komberging van een bepaald type (controle of nieuwe gaswinning) en telgebieden waarover grote twijfel bestond. De omvang van de cirkel geeft het gemiddelde aantal vogels weer dat in het telgebied is geteld in de periode 1990/1991 t/m 2005/2006. In donker het aandeel vogels dat werkelijk werd geteld en in licht het aantal vogels dat is bijgeschat.

Tabel 3. Classificatie van kombergingsgebieden op basis van het al of niet optreden van bodemdaling door gaswinning.

nummer	naam komberging	code	gaswinning		
			bestaand	nieuw	geen
I	Marsdiep	3			X
II	Eierlandse Gat	3			X
III	Vlie	1	X		
IV	Borndiep	1	X		
V	Pinkegat	2		X	
VI	Zoutkamperlaag	2		X	
VII	Eilanderbalg	3			X
VIII	Lauwers	1	X		
IX	Schild	3			X
X	Eems-Dollard	1	X		

paald kombergingsgebied. Daarnaast zijn er telgebieden die op de grens van een kombergingsgebied liggen. Dit is geen probleem als om een grens gaat tussen kombergingen van hetzelfde type (controle of nieuwe gaswinning). Als het om een grens gaat tussen kombergingen van verschillend type dan zijn dergelijke telgebieden aangeduid als “twijfelgebieden” (figuur 3). Exclusief uit meerdere kleinere telgebieden samengestelde gebieden, zijn 13 telgebieden aangewezen als twijfelgebied (niet allemaal zichtbaar in figuur 3), 24 als liggend in een gebied onder invloed van nieuwe gaswinning en 203 gebieden als controlegebieden (tabel 4 en zie tabel 12). Slechts een klein deel van de vogels houdt zich met hoogwater op in twijfelgebieden, maar niettemin zijn berekeningen uitgevoerd met weglating van de twijfelgebieden. In Appendix A zijn alle telgebieden opgesomd, met aanduiding van de toekenning aan een bepaald kombergingsgebied en de twijfel over die toekenning.

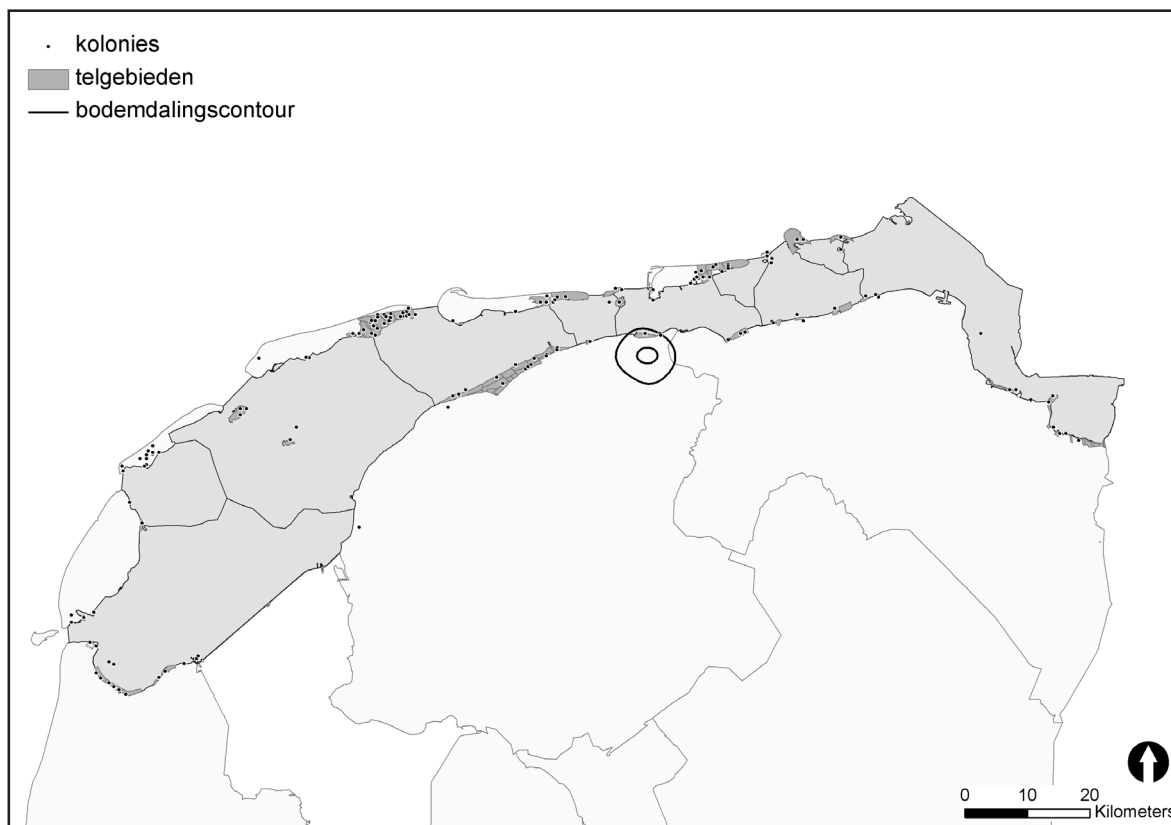
#### Broedvogels

Voor elk telgebied is beoordeeld of er bodemdaling als gevolg van nieuwe gaswinning is opgetreden in de periode 1 januari 2005 tot 1 januari 2009 aan de hand van door de NAM geleverde GIS-bestanden met bodemdalingcontouren met een resolutie van 1 cm (figuur 4). Alleen de Paezemerlannen hebben

buitendijks te maken met bodemdaling door nieuwe gaswinning. Alle overige plots en kolonies gelden als referentie.

Tabel 4. Aantal telgebieden per komberging liggend in gebied met voorspelde bodemdaling t.g.v. recent gestarte booractiviteit (Nieuw) of zonder bodemdaling inclusief eerder gestarte booractiviteit (Controle). Gebieden op de grens van Nieuw en Controle vallen onder de noemer ‘Twijfel’. Sommige telgebieden komen meerdere malen in de tabel voor omdat zij ook deel uitmaken van een telgebied dat is samengesteld uit meerdere kleinere telgebieden (zie tabel 12).

Kombergingnr.	Aantal telgebieden Gaswinning		
	Twijfel	Nieuw	Controle
1	0	0	69
2	0	0	18
3	0	0	55
4	8	0	44
5	3	2	0
6	0	29	0
7	4	0	4
8	0	0	16
9	0	0	3
10	0	0	39
Totaal	15	31	248



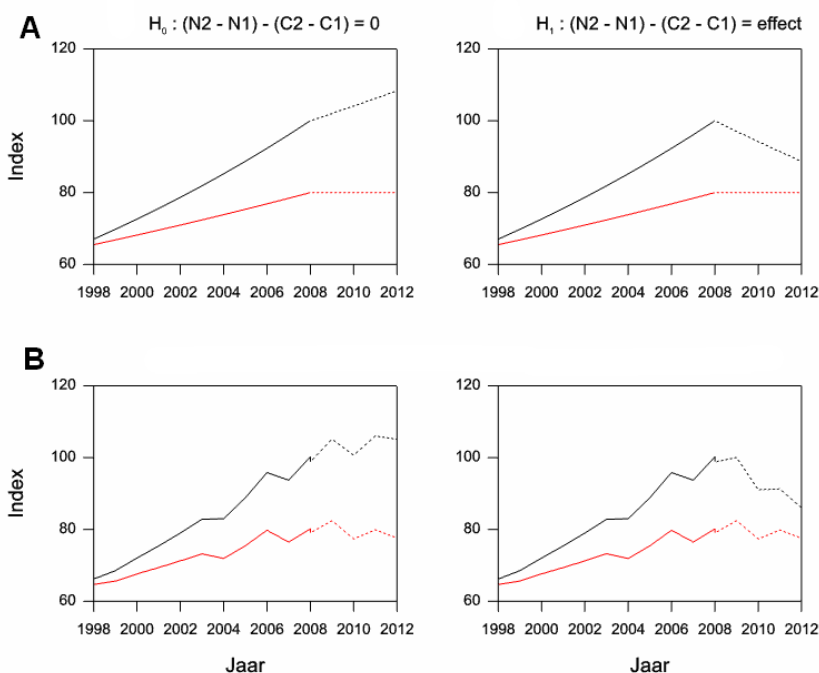
Figuur 4. Contouren van bodemdaling t/m 2008 als gevolg van de nieuwe gaswinning (resolutie 1 cm; bron NAM), en ligging van telgebieden en kolonies in gebied met bodemdaling en in controlegebieden. De grijze lijnen geven de begrenzing van kombergingen weer.

## 2.8 Statistische analyses

Telgegevens worden gewoonlijk geanalyseerd met loglineaire modellen waarbij meestal verondersteld wordt dat tellingen een Poissonverdeling volgen (ter Braak *et al.* 1994, Thomas 1996). In tegenstelling tot de analyses in de vorige voortgangsrapportage gebruiken we nu loglineaire modellen in plaats van een quasi-Poisson-verdelingen. Hiervoor is gekozen op basis van de vaak zeer grote spreiding in de gemiddelde aantallen die zeer scheef zijn verdeeld (hoge *skew*). Onder dergelijke omstandigheden zijn loglineaire modellen beter dan quasi-Poisson modellen – alle aantallen worden dus log-getransformeerd alvorens te analyseren. Het statistische model “Aantal is een functie van Telgebied + Seizoen”, waarin de factor Telgebied niveauverschillen tussen telplots modelleert en Seizoen 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. Een alternatief model dat niet in de vorige voortgangsrapportage was overwogen is een model met Jaar als factor in plaats van continue variabele. In de eerste methode wordt er uitgegaan van vier lineaire effecten (voor en na in zowel referentie- als bodemdalinggebieden; zie figuur 5). 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 (zie figuur 5).

De statistische power (onderscheidend vermogen) van de toets hangt af van verschillende factoren. Allereerst zijn grote veranderingen en verschillen gemakkelijker aantoonbaar dan kleine. Het aantonen van een effect wordt ook gemakkelijker als er meer plots worden geteld, als in een hogere frequentie wordt geteld en over een langere reeks van jaren. Verder hangt de power van de toets af van de statistische kansverdeling van de getelde aantallen. Voor de analyse van tellingen wordt vaak de Poissonverdeling gebruikt die onder meer veronderstelt dat de variantie gelijk is aan het gemiddelde. Echter vaak is bij vogeltellingen de variantie groter dan het gemiddelde, wat overdispersie wordt genoemd. Wij analyseren deze gegevens met een loglineair model welke beter overweg kunnen met deze scheef verdeelde gegevens dan modellen met (quasi-)Poisson verdelingen.

Voor de eerder uitgevoerde poweranalyses onderscheiden we twee analyse-opties, een zonder en een met controle- of referentiegebieden (Wiersma *et al.* 2009). Er werd geconcludeerd dat analyses met referentiegebieden zijn te prefereren omdat lokaal gevonden effecten mogelijk verband houden met meer grootschalige patronen, en veranderingen daardoor onterecht aan gaswinning toegeschreven kunnen worden. Een analyse met referentiegebieden wordt grafisch weergegeven in figuur 5, waar N staat voor plots met nieuwe gaswinning of, in het geval van broedvogels, met bodemdaling (NAM-plots) en C voor gebieden zonder nieuwe gaswinning/bodemdaling (Controleplots), en waar ‘1’ duidt op de aantaltrend voor gaswinning en ‘2’ op de aantaltrend na de start van nieuwe gaswinning. De nulhypothese wordt gegeven door  $H_0 : (N_2 - N_1) = (C_2 - C_1)$  en het alternatief door  $H_1 : (N_2 - N_1) - (C_2 - C_1) = \text{effect}$



Figuur 5. Grafische voorstelling van de gevolgde analysemethode. Zwarte lijnen geven plots met nieuwe gaswinning weer en rode lijnen de referentieplots. Het verloop vóór de nieuwe gaswinning wordt weergegeven met een doorgetrokken lijn, en ná de ingreep door een gestippelde lijn. De nulhypothese is dat de verandering in de gaswinningplots gelijk is aan de verandering in de controleplots. A) Jaar zit in het model als een continue variabele. B) Jaar is een factor.

( $\neq 0$ ). Deze methode vergelijkt dus de wijziging in de aantaltrend in de gaswinningplots met de wijziging in de aantaltrend in de referentiegebieden.

Het effect van nieuwe gaswinning hebben we getoetst in een *generalised linear model* met log-getransformeerde aantallen. Bij de aantallen is 1 opgeteld i.v.m. nullen. Analyses zijn uitgevoerd in GenStat v.11 (Payne 2008) volgens dezelfde methodiek die gevolgd is bij de poweranalyses (Wiersma *et al.* 2009). Het GLM-model met Jaar als continue variabele (figuur 5A) ziet er als volgt uit:

$$\log(\text{Aantal}+1) \sim c + a_1 \times \text{Maand} + a_2 \times \text{Gebied} \times \text{Jaar} + a_3 \times \text{Jaar}[\text{na } 2006] + a_5 \times \text{Jaar}[\text{na } 2006] \times \text{Gebied}$$

waar Gebied een van twee niveaus heeft (1='nieuw' dan wel 'bodemdaling' of 0='controle'). Maand is toegevoegd als factor, alleen in het geval van watervogels, en Jaar als continue variabele (covariabele) die maximaal 20 telperiodes codeert, van 1990/91 of later tot en met 2009/10. Voor de watervogeltellingen loopt een telperiode van juli van jaar 1 t/m juni van jaar 2. De term 'Jaar[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 geïntroduceerd.

Het model met Jaar als factor (figuur 5B) ziet er als volgt uit:

$$\log(\text{Aantal}+1) \sim c + a_1 \times \text{Maand} + a_2 \times \text{Jaar} + a_3 \times \text{Jaar} * \text{Gebied}[\text{gaswinning}] + a_4 \times \text{Gebied}[\text{gaswinning}] * \text{Jaar}[\text{na } 2006]$$

waar Gebied[*gaswinning*] slaat op de selectie van gebieden waar nieuwe gaswinning plaatsvindt.

## 2.9 Correctie voor meervoudig toetsen

Doordat er een groot aantal toetsen wordt uitgevoerd, voor elke soort een, 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  $\alpha$  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  $\alpha$  (0.05) gradueel aangepast: de laagste P-waarde van alle toetsen wordt getoetst tegen een  $\alpha$  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  $\alpha$ -waarde van 0.05/1.



### 3. Resultaten

#### 3.1 Watervogels

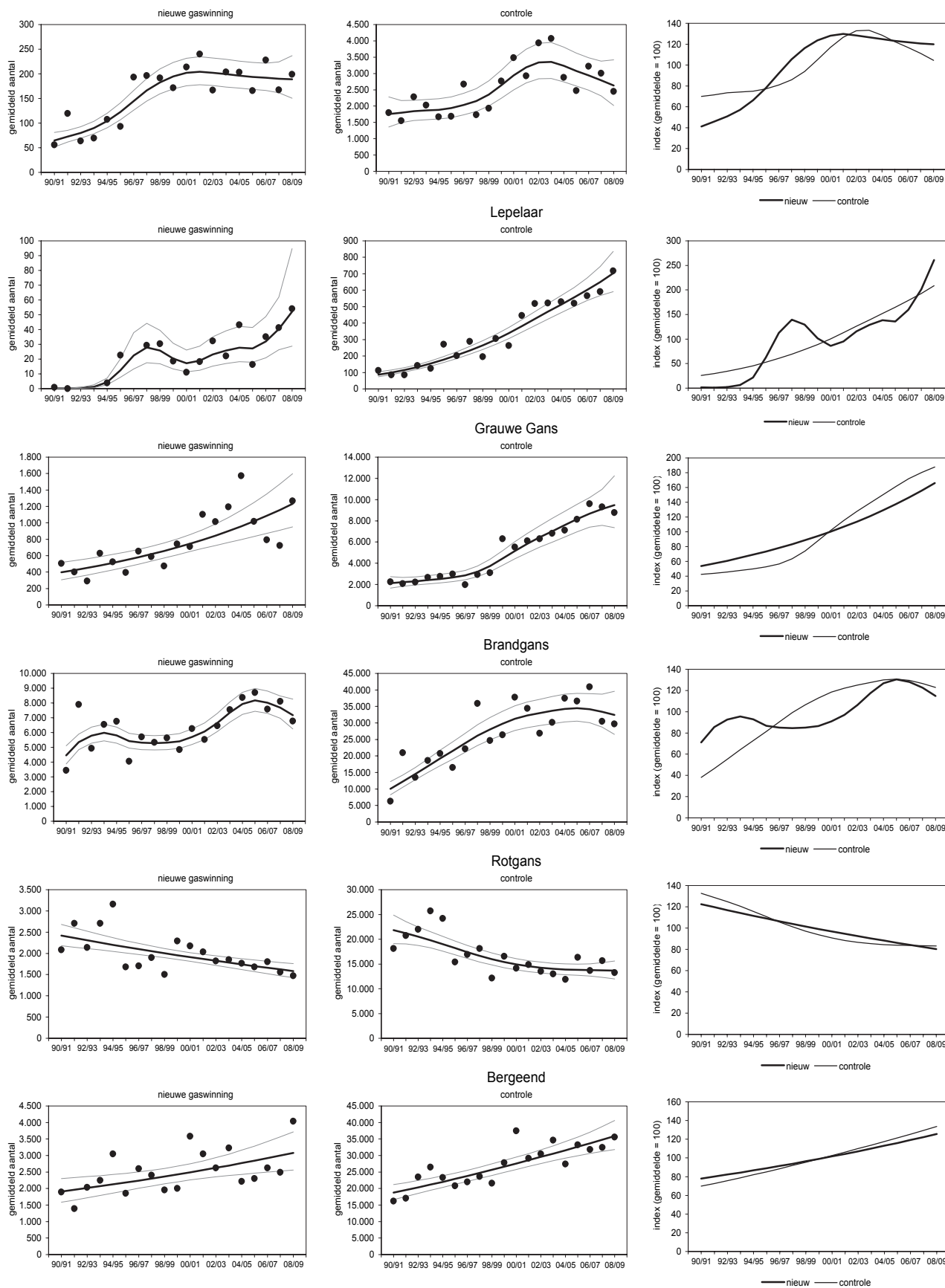
Van alle hier behandelde watervogels zijn de tellingen grafisch weergegeven in figuur 6 t/m 10. De gemiddelde aantallen zijn gebaseerd op de werkelijk getelde aantallen en de bijgeschatte aantallen. In de linker figuur staan telkens de gemiddelde aantallen in gebieden onder invloed van nieuwe gaswinning 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 6 t/m 10 zijn samengevat in tabel 5. Ook staan in tabel 5 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 wel of niet onder invloed van nieuwe gaswinning.

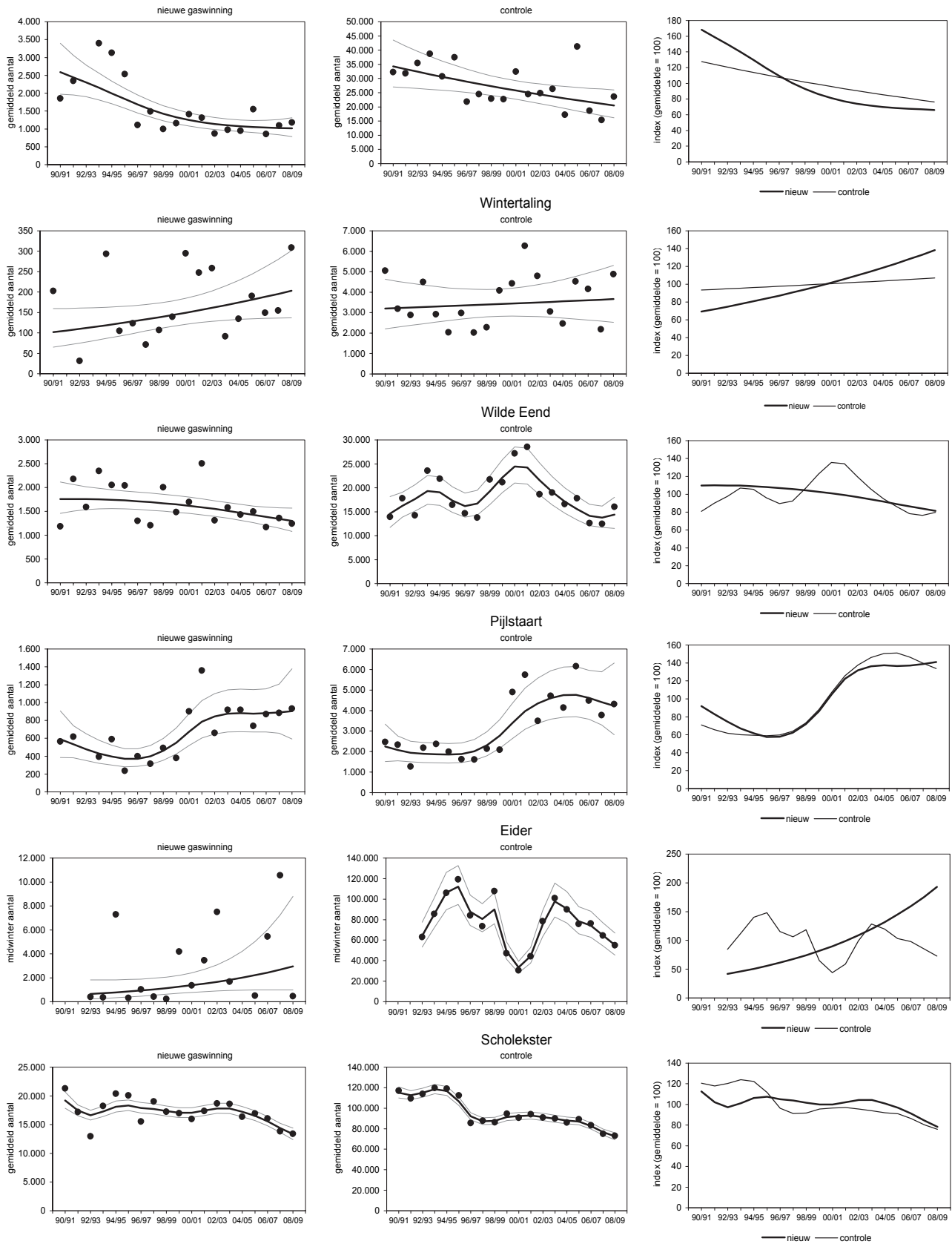
Vergeleken met de rapportage van 2009 (Wiersma *et al.* 2010) zijn er kleine verschillen in de trends in de beginperiode, t/m 1997/98. Dit heeft waarschijnlijk te maken met een lichte afwijking in de geselecteerde gebieden. Zo wijkt de trend van de Rotgans in gebieden met nieuwe gaswinning in de beginperiode enigszins af van de nieuwe trend. Voor de Drieteenstrandloper geldt dat de trend in de referentiegebieden lager is geworden. De veranderingen zijn echter dermate klein dat ze geen effect hebben op de uitkomsten van de analyses.

Tabel 5. Het gemiddelde aantal vogels per telling volgens de trendlijn, de gemiddelde trend over de periode 1990/91 – 2009/10 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. Tussen soorten varieert het aantal jaren over welke trends zijn berekend.

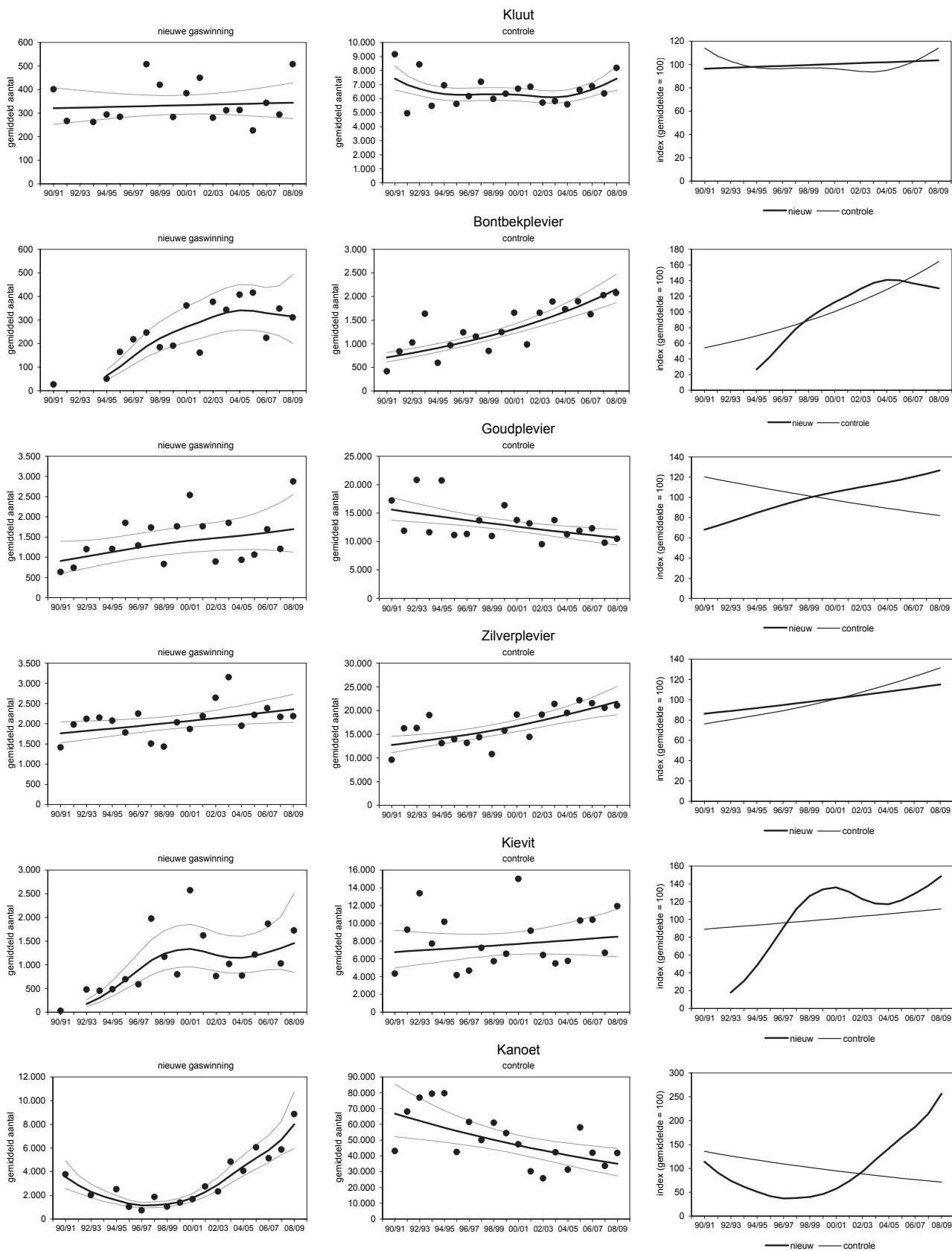
Soort	Gemiddeld aantal (per telling)		Trend (verandering per jaar)		Classificatie van de trend	
	controle	nieuw	controle	nieuw	Controle	nieuw
Aalscholver	2515	157	1.02	1.06	+	+
Lepelaar	337	20	1.12	1.32	++	++
Grauwe Gans	5053	742	1.09	1.06	++	+
Brandgans	26370	6256	1.07	1.03	++	+
Rotgans	16445	1974	0.97	0.98	-	-
Bergeend	26872	2452	1.04	1.03	+	+
Smient	26846	1536	0.97	0.95	-	-
Wintertaling	3423	147	1.01	1.04	0	?
Wilde Eend	18055	1601	1.00	0.98	0	-
Pijlstaart	3156	642	1.04	1.02	+	?
Eider	75873	1530	0.99	1.10	0	?
Scholekster	95582	17065	0.97	0.98	-	-
Kluut	6505	333	1.00	1.00	0	0
Bontbekplevier	1307	242	1.06	1.12	+	++
Goudplevier	12985	1338	0.98	1.04	-	?
Zilverplevier	16668	2047	1.03	1.02	+	+
Kievit	7602	980	1.01	1.17	0	++
Kanoet	49288	3121	0.96	1.05	-	+
Drieteenstrandloper	2606	385	1.11	1.08	++	++
Bonte Strandloper	153752	16520	1.03	1.02	+	+
Rosse Grutto	44519	3045	1.05	1.01	+	0
Wulp	68446	9931	1.02	1.00	+	0
Zwarte Ruiter	1038	167	0.96	1.07	-	+
Tureluur	13011	1280	1.02	1.06	+	+
Groenpootruiter	1285	351	1.01	1.02	0	+
Steenloper	1791	320	0.97	1.03	-	+
Kokmeeuw	52295	6204	1.00	1.01	0	0
Stormmeeuw	25748	3378	1.01	1.01	0	0
Zilvermeeuw	33731	2402	0.97	1.00	-	0
Grote Mantelmeeuw	1839	114	0.98	1.04	-	+



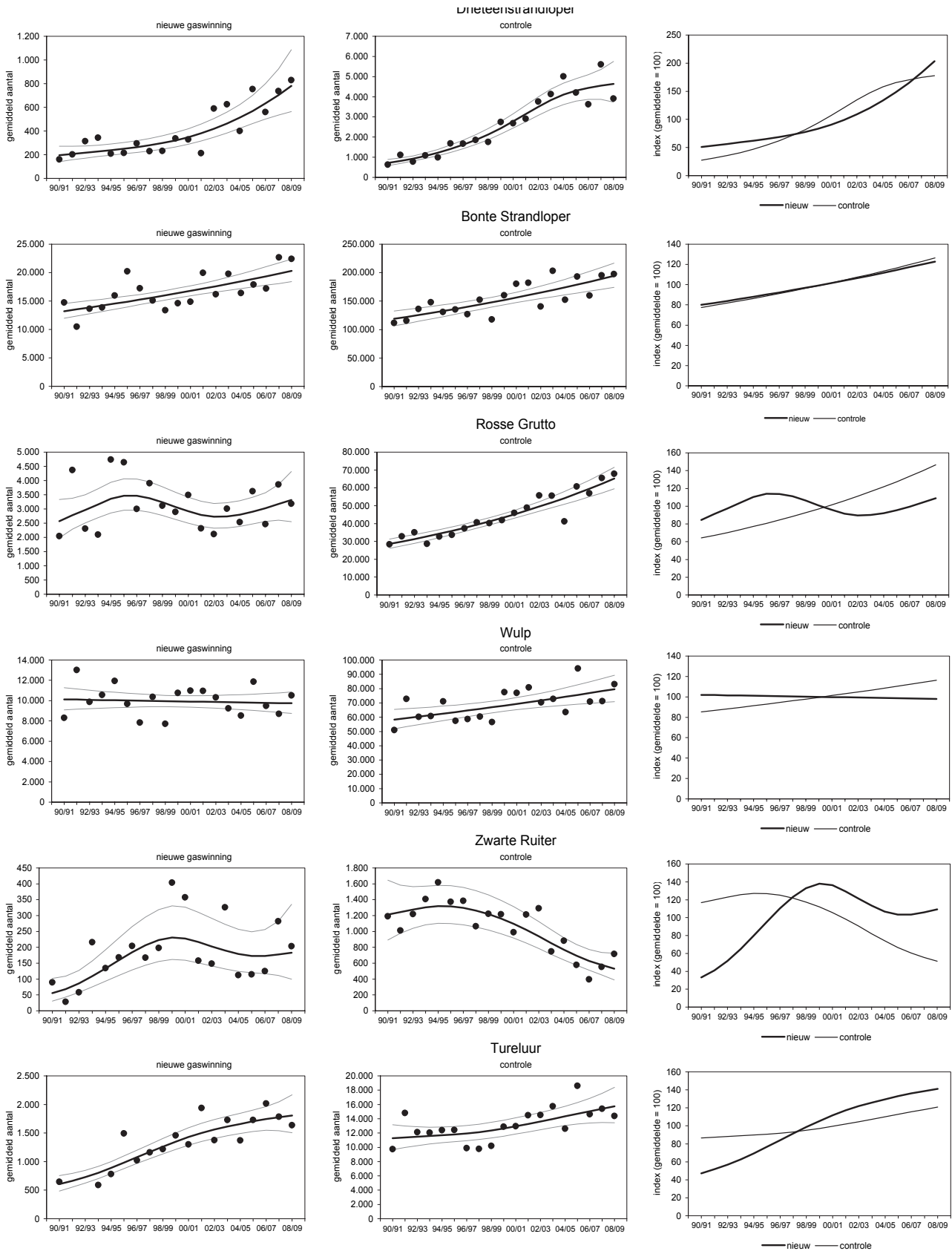
Figuur 6. Aantalsontwikkeling (het jaarlijkse gemiddelde is weergegeven als punt, samen met de met trendspotter berekende trendlijn en 95% betrouwbaarheidsinterval) van Aalscholver, Lepelaar, Grauwe Gans, Brandgans, Rotgans en Bergeend, opgesplitst in kombergingen met nieuwe gaswinning en controlegebieden (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.



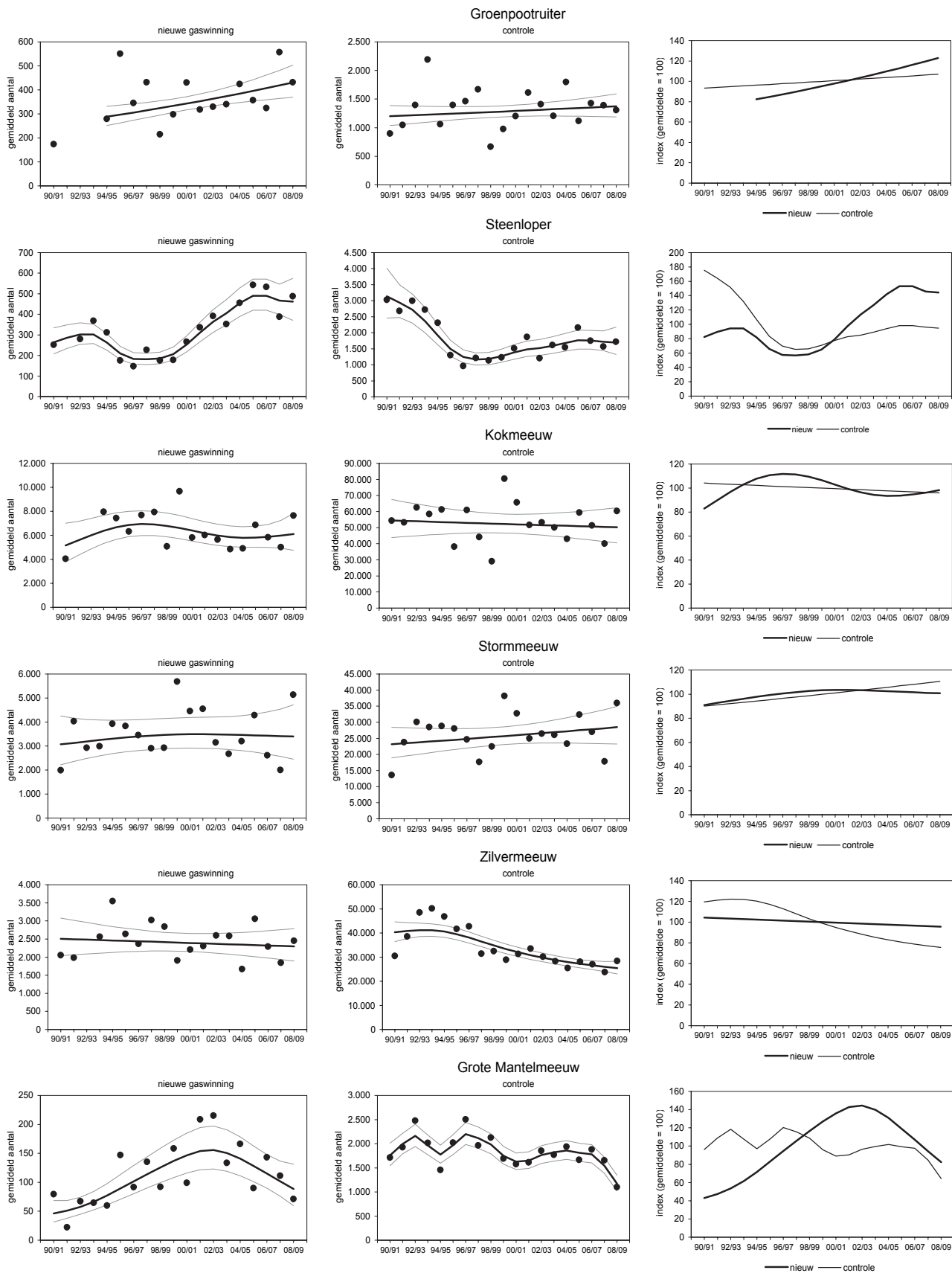
Figuur 7. Aantalsontwikkeling (het jaarlijkse gemiddelde is weergegeven als punt, samen met de met trendspotter berekende trendlijn en 95% betrouwbaarheidsinterval) van Smient, Wintertaling, Wilde Eend, Pijlstaart, Eider en Scholekster, opgesplitst in kombergingen met nieuwe gaswinning en controlegebieden (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 8. Aantalsontwikkeling (het jaarlijkse gemiddelde is weergegeven als punt, samen met de met trendspotter berekende trendlijn en 95% betrouwbaarheidsinterval) van Kluut, Bontbekplevier, Goudplevier, Zilverplevier, Kievit en Kanoet, 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 9. Aantalsontwikkeling (het jaarlijkse gemiddelde is weergegeven als punt, samen met de met trendspotter berekende trendlijn en 95% betrouwbaarheidsinterval) van Drieteenstrandloper, Bonte Strandloper, Rosse Grutto, Wulp, Zwarte Ruiter en Tureluur, 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 10. Aantalsontwikkeling (het jaarlijkse gemiddelde is weergegeven als punt, samen met de met trendspotter berekende trendlijn en 95% betrouwbaarheidsinterval) van Groenpootruiter, 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 het aantalsverloop zijn samengevat in tabel 6. Bij 28 soorten is er geen significant effect van gaswinning aantoonbaar, en alleen bij de Drieteenstrandloper wel. Dit effect is positief: in gebieden met gaswinning zijn aantallen sterker gestegen dan in de referentiegebieden (tabel 6). Na een Holm-Bonferroni-correctie is dit effect niet meer significant.

### 3.2 Broedvogels

Van de hier behandelde broedvogels zijn de tellingen grafisch weergegeven in figuur 11 en 12. De gemiddelde aantallen zijn gebaseerd op de werkelijk getelde aantallen plus de bijgeschatte aantallen. In de linker figuur staan telkens 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 die worden weergegeven in Figuren 11 en 12 zijn samengevat in tabel 7. Ook staan in tabel 7 de gemiddelde aantallen per type telgebied (wel of niet met bodemdaling).

De resultaten van de statistische analyses van het effect van bodemdaling op het aantalsverloop zijn samengevat in tabel 8. Bij 2 van de 12 onderzochte soorten is een significant effect van bodemdaling aantoonbaar. In het geval van de Kievit gaat het om een positief effect (toename na bodemdaling) en in het geval van de Kokmeeuw om een negatief effect. Na Holm-Bonferroni-correctie blijven er echter geen significante vindingen over.

Tabel 6. Resultaten van regressie-analyses van het effect van gaswinning op aantallen. 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 gaswinning, met standaardfout SE(b). Als  $b < 0$  werden er na de start van de nieuwe gaswinning gemiddeld minder vogels geteld in de betreffende gebieden.

Euring	Soort	beginjaar	Jaar lineair				Jaar als Factor			
			b	SE(b)	t	P	b	SE	t	P
720	Aalscholver	2000	-0.082	0.077	-1.07	0.286	-0.082	0.077	-1.07	0.285
1730	Bergeend	1990	-0.003	0.019	-0.13	0.894	0.000	0.019	-0.02	0.982
4700	Bontbekplevier	1994	-0.010	0.032	-0.32	0.748	-0.010	0.032	-0.30	0.765
5120	Bonte Strandloper	1990	0.025	0.027	0.94	0.347	0.029	0.027	1.09	0.277
1670	Brandgans	2000	-0.075	0.091	-0.82	0.411	-0.075	0.091	-0.83	0.409
<b>4970</b>	<b>Drieteenstrandloper</b>	<b>1990</b>	<b>0.088</b>	<b>0.043</b>	<b>2.04</b>	<b>0.041</b>	<b>0.088</b>	<b>0.043</b>	<b>2.05</b>	<b>0.041</b>
4850	Goudplevier	1990	0.040	0.027	1.45	0.147	0.040	0.027	1.48	0.140
1610	Grauwe Gans	1990	-0.016	0.018	-0.86	0.391	-0.018	0.018	-0.96	0.335
5480	Groenpootruiter	1990	-0.005	0.022	-0.22	0.826	-0.004	0.022	-0.19	0.851
6000	Grote Mantelmeeuw	2001	-0.032	0.107	-0.30	0.763	-0.033	0.107	-0.31	0.758
4960	Kanoetstrandloper	1995	0.060	0.048	1.25	0.210	0.061	0.048	1.28	0.200
4930	Kievit	1997	0.022	0.043	0.51	0.607	0.022	0.042	0.53	0.599
4560	Kluut	1990	0.006	0.029	0.19	0.848	0.006	0.029	0.20	0.843
5820	Kokmeeuw	1993	0.016	0.026	0.64	0.523	0.016	0.026	0.61	0.543
1440	Lepelaar	1990	0.093	0.049	1.92	0.055	0.093	0.049	1.91	0.057
1890	Pijlstaart	2000	0.153	0.107	1.44	0.151	0.153	0.107	1.43	0.152
5340	Rosse Grutto	2001	0.044	0.123	0.36	0.722	0.049	0.123	0.40	0.691
1680	Rotgans	1990	-0.020	0.020	-1.00	0.316	-0.021	0.020	-1.05	0.295
4500	Scholekster	1996	-0.040	0.034	-1.18	0.238	-0.041	0.034	-1.21	0.228
1790	Smient	1996	0.091	0.048	1.90	0.058	0.090	0.048	1.88	0.060
5610	Steenloper	1995	0.017	0.029	0.60	0.548	0.017	0.028	0.60	0.546
5900	Stormmeeuw	1990	0.002	0.021	0.08	0.937	0.002	0.021	0.10	0.923
5460	Tureluur	1990	-0.003	0.025	-0.10	0.920	0.004	0.025	0.16	0.875
1860	Wilde Eend	2000	-0.043	0.068	-0.64	0.520	-0.044	0.068	-0.66	0.513
1840	Wintertaling	2000	0.064	0.107	0.60	0.548	0.064	0.106	0.60	0.549
5410	Wulp	1990	0.001	0.021	0.05	0.958	0.002	0.021	0.10	0.923
5920	Zilvermeeuw	1992	0.024	0.022	1.05	0.295	0.024	0.022	1.08	0.282
4860	Zilverplevier	1994	-0.002	0.039	-0.06	0.949	0.000	0.039	-0.01	0.993
5450	Zwarte Ruiter	1997	0.030	0.059	0.50	0.616	0.028	0.059	0.48	0.628

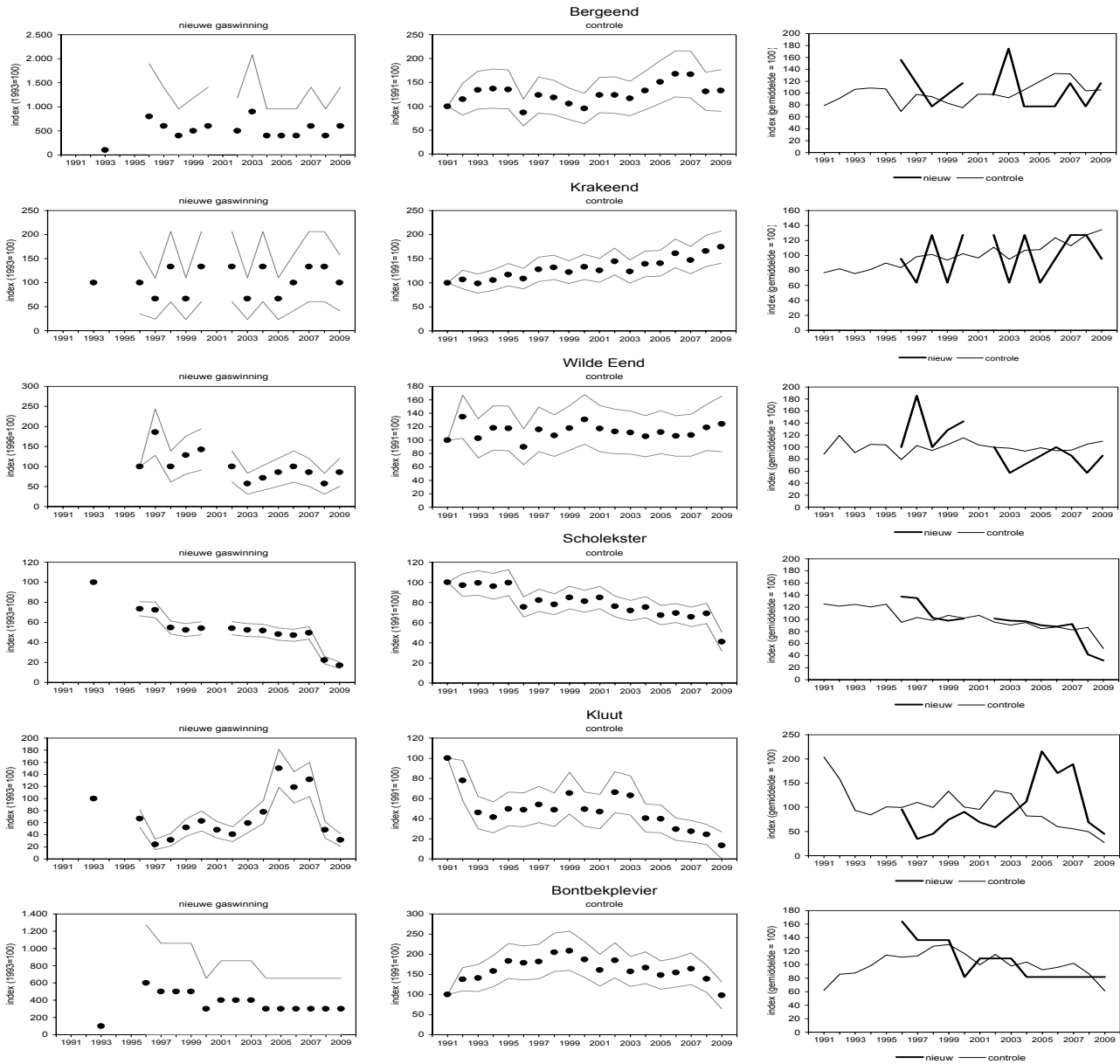
Tabel 7. Het gemiddelde aantal broedparen per jaar, de gemiddelde trend over de periode 1991 – 2009 en classificatie van die trend (zie tabel 2), voor het gebied met bodemdaling als gevolg van nieuwe gaswinning (de Paezemerlannen) en de controlegebieden zonder bodemdaling als gevolg van nieuwe gaswinning. Aantal broedparen gebaseerd op werkelijk getelde broedparen plus bijgeschatte broedparen waar tellingen ontbreken.

Soort	Gemiddeld aantal (per jaar)		Trend (verandering per jaar)		Classificatie van de trend	
	controle	daling	controle	daling	controle	daling
Bergeend	330	4	1.02	1.03	?	+
Bontbekplevier	55	3	1.01	0.99	0	0
Graspieper	880	46	1.02	0.98	?	+
Kievit	440	9	1.05	0.92	-	+
Kluut	2354	37	0.94	1.03	+	-
Kokmeeuw	52728	878	0.98	0.63	?	-
Krakeend	18	2	1.13	1.01	0	++
Noordse Stern	1463	86	0.98	0.82	--	-
Rietgors	152	8	1.07	0.98	?	+
Scholekster	2966	90	0.97	0.91	--	-
Tureluur	745	20	1.00	1.01	-	0
Wilde Eend	280	6	1.00	0.95	+	0

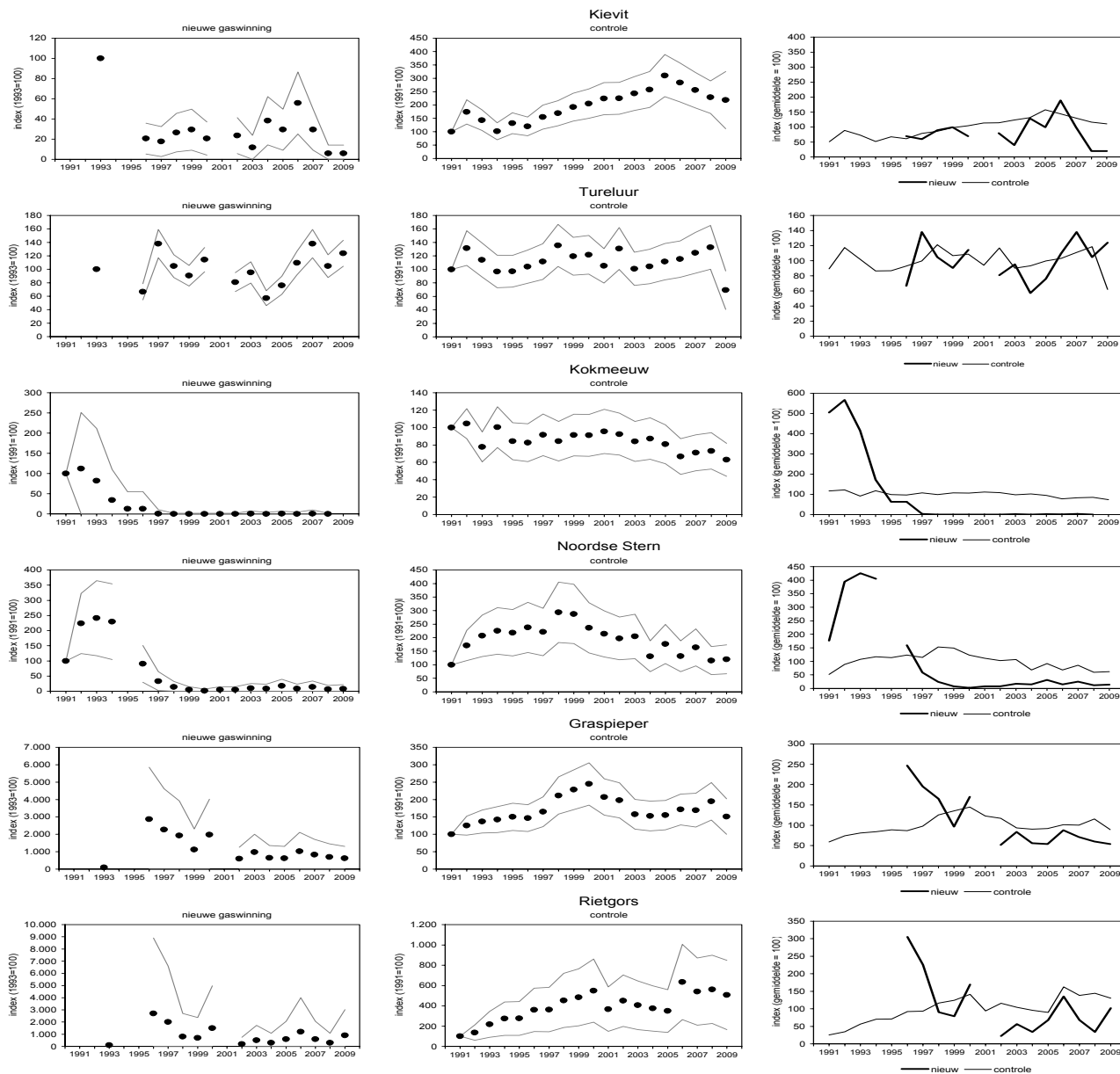
Tabel 8. Resultaten van regressie-analyses van het effect van gaswinning op aantal broedparen. Het regressiemodel houdt rekening met veranderingen in controlegebieden. Resultaten zijn gebaseerd op een selectie van de gegevens. Resultaten zijn gebaseerd op een selectie van de gegevens. 'b' is de helling 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(b). Als  $b < 0$  werden er na de start van de nieuwe gaswinning gemiddeld minder vogels geteld in de betreffende gebieden.

Euring	Soort	Jaar lineair				Jaar als factor			
		b	SE(b)	t	P	b	SE(b)	t	P
1730	Bergeend	0.201	0.218	-0.92	0.359	0.215	0.218	0.987	0.325
4700	Bontbekplevier	0.054	0.069	-0.79	0.432	0.057	0.069	0.830	0.407
10110	Graspieper	-0.070	0.065	1.08	0.282	-0.072	0.065	-1.125	0.261
<b>4930</b>	<b>Kievit</b>	<b>-0.144</b>	<b>0.057</b>	<b>2.52</b>	<b>0.012</b>	<b>-0.144</b>	<b>0.057</b>	<b>-2.524</b>	<b>0.012</b>
4560	Kluut	-0.026	0.124	0.21	0.832	-0.020	0.124	-0.161	0.872
<b>5820</b>	<b>Kokmeeuw</b>	<b>0.461</b>	<b>0.222</b>	<b>-2.08</b>	<b>0.038</b>	<b>0.449</b>	<b>0.221</b>	<b>2.026</b>	<b>0.043</b>
1820	Krakeend	0.027	0.033	-0.80	0.424	0.028	0.034	0.830	0.407
6160	Noordse Stern	-0.087	0.246	0.35	0.724	-0.087	0.246	-0.354	0.724
18770	Rietgors	0.107	0.074	-1.45	0.148	0.100	0.074	1.352	0.177
4500	Scholekster	-0.056	0.052	1.08	0.279	-0.054	0.052	-1.040	0.230
5460	Tureluur	0.036	0.060	-0.59	0.552	0.038	0.060	0.633	0.527
1860	Wilde Eend	0.018	0.062	-0.28	0.777	0.019	0.063	0.296	0.767





Figuur 11. 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 12. 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.

## 4. Discussie

Na toepassing van de Holm-Bonferroni correctie is er voor geen van de in totaal 29 soorten watervogels een significant verschil in de trends binnen en buiten gebieden met gaswinning na het begin van de nieuwe gaswinning. Hetzelfde geldt voor de 12 onderzochte soorten broedvogels. Zonder Holm-Bonferroni correctie is er een significant effect voor niet-broedvogel Drieteenstrandloper en voor de broedvogels Kievit en Kokmeeuw. Omdat de significantie van deze effecten verdwijnt na toepassing van de Holm-Bonferroni correctie lijkt het aannemelijk dat hier sprake is van toeval en niet van een daadwerkelijk effect van bodemdaling.

Bij de nu gekozen systematiek wordt geen onderscheid gemaakt tussen gebieden met bodemdaling door “oude” gaswinning en gebieden zonder bodemdaling door oude dan wel nieuwe gaswinning. Het grote voordeel van die aanpak is dat er nauwelijks telgebieden zijn die niet kunnen worden toegekend aan een van de twee categorieën: gebieden die beïnvloed worden door nieuwe gaswinning en controle gebieden. De steekproef is maximaal en dat versterkt de *power* van de toets. Wanneer controle gebieden worden onderscheiden naar gebieden met bodemdaling door “oude” gaswinning en gebieden zonder enige vorm van bodemdaling dan kun-

nen veel telgebieden niet meer toegekend worden aan een categorie, omdat ze op de grens liggen van kombergingen die verschillend worden geïnclassificeerd. Heel veel data kunnen dan niet meer gebruikt worden. Daar komt bij dat ook de beide kombergingen met bodemdaling door nieuwe gaswinning misschien wel verschillend geïnclassificeerd moeten worden. In de nulrapportage (Ens *et al.* 2008) wordt gesuggereerd dat voor de Zoutkamperlaag telgebieden in kombergingen zonder bodemdaling als controle zouden kunnen dienen, terwijl voor het Pinkegat telgebieden in kombergingen met bodemdaling als controle zouden kunnen dienen. Een dergelijke opsplitsing zou de beschikbare data voor de analyse nog verder beperken en de *power* van de toets nog verder aantasten. Daar komt bij dat wij verwachten dat bodemdaling door gaswinning (oud dan wel nieuw) een klein effect zal hebben, als het effect al meetbaar is. Naar verwachting zullen allerlei andere activiteiten in de Waddenzee een veel groter effect hebben, zoals handmatige kokkelvisserij en verstoring door recreanten. De hele opzet van de toets is gebaseerd op de verwachting dat al die storende effecten (oude gaswinning, handmatige kokkelvisserij, verstoring door recreatie etc) uit zullen middelen als de steekproef maar groot genoeg is.

## 5. Nesthoogtes en verspreiding broedvogels

### 5.1 Inleiding

Kwelders en andere buitendijkse gebieden zijn voor veel broedvogels in de Waddenzee van groot belang als broedplaats. Op de grens van water en land bieden ze doorgaans geschikte nestgelegenheid en een korte afstand tot de voedselgebieden. Er zijn echter ook risico's aan verbonden. Uit gegevens van het reproductiemeetnet van waddenbroedvogels van SOVON blijkt dat nesten geregeld wegspoelen of kuikens verdrinken als gevolg van stormvloeden in het broedseizoen. Uit een onlangs gepubliceerde studie blijkt dat klimaatverandering en zeespiegelstijging leiden tot frequentere en steeds extremere hoogwaterstanden (van de Pol *et al.* 2010). Dat is vooral van half mei tot eind juli het geval, juist op het moment dat veel legsels op punt van uitkomen staan of kleine kuikens aanwezig zijn.

Ook in 2010 kwam dit scenario uit: een hoge vloed op 19 juni zorgde voor grote verliezen bij onder andere Lepelaar, Dwergstern, Scholekster, Kluut, Visdief en Kokmeeuw. Voor Scholeksters, waarvan uit studies op Schiermonnikoog over een lange reeks van jaren het broedsucces nauwgezet is gevolgd, blijkt dat het voorspelde overstromingsrisico in de komende jaren zo groot wordt dat er niet meer voldoende jongen groot komen om de populatie op peil te houden (van de Pol *et al.* 2010).

De kans voor overstromingen houdt ook rechtstreeks verband met de hoogteligging van de broedplaatsen (Figuur 13). Indien door de nieuwe gaswinning bodemdaling optreedt, zal dat effecten hebben voor de overstromingskans. Door verspreidingsgegevens van kwelderbroedvogels over een reeks van jaren te volgen en af te zetten tegen de nulsituatie in 2006

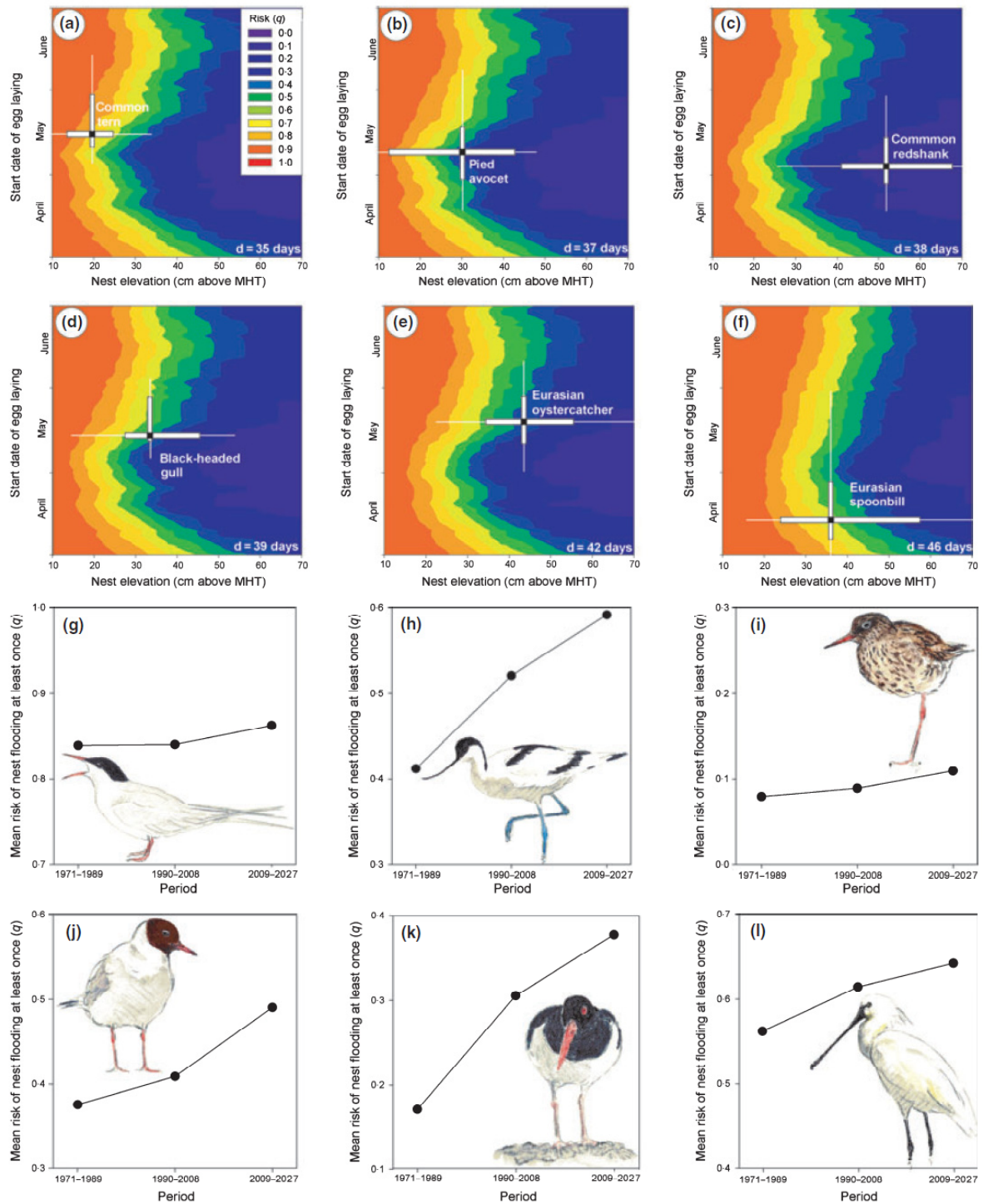
wordt inzicht verkregen in de respons van broedvogels op eventuele veranderingen in hoogteligging. Daarvoor is het echter ook noodzakelijk de hoogteligging van nesten te kennen binnen de bodemdalingscontouren en daarbuiten. Voor dat doel worden in 2010, 2011 en 2012 hoogtemetingen aan nesten uitgevoerd.

### 5.2 Resultaten

De hoogtemetingen in 2010 werden uitgevoerd in drie gebieden: het gebied de Peasumerlannen, gelegen binnen de bodemdalingscontouren van de nieuwe gaswinning, en de gebieden Noorderleeg en Linthorst-Homanpolder, gelegen buiten die bodemdalingscontouren en dus geschikt als referentiegebied. De metingen werden uitgevoerd na afloop van het broedseizoen in juli, door medewerkers van een gespecialiseerd meetbureau. De metingen zelf worden uitgevoerd met een digitale GPS (RTK-GPS, Magellan Z-max RTK) met een nauwkeurigheid van 2 cm. De legsels waren gedurende het broedseizoen door medewerkers van SOVON opgespoord en gemarkeerd. Onderstaande tabel 9 geeft per gebied een overzicht van het aantal nesten en de bijbehorende soorten. Langs de Groningse kust (Linthorst-Homanpolder) bleek het lastig voldoende nesten te vinden als gevolg van de daar optredende predatie. Aanvankelijk was het doel het onderzoek uit te voeren op de kwelder van de Julianapolder, maar door een te kleine steekproef van nesten werd in de tweede helft van het broedseizoen uitgeweken naar de Linthorst-Homanpolder. Analyse van de gegevens zal plaatsvinden bij afronding van het project in 2012.

Tabel 9. Aantal ingemeten nesten per soort in het bodemdalingsgebied Peasumerlannen en de twee referentiegebieden aan de Friese en Groningse kust.

Soort	Bodemdalingsgebied: Peasumerlannen Fr	Referentie 1: Noorderleeg Fr	Referentie 2: Linthorst-Homanpolder Gr
Krakeend		2	
Kluut	10	1	7
Scholekster	17	37	10
Kievit	7		
Tureluur	4	23	
Kokmeeuw			16
Visdief	2	4	
<i>Totaal alle soorten</i>	<i>40</i>	<i>67</i>	<i>20</i>



Figuur 13. (a-f) De drie kenmerken die het risico bepalen dat een nest onderstroomt in het broedseizoen: de hoogteligging (e; x-as), de datum waarop aan de eileg wordt begonnen (s; y-as) en de duur dat het nest risico loopt (d; verschillend tussen panelen). Twee-dimensionale plots kruisen bij de mediane waarde voor e en s van elke soort, waarbij het 5%-95% percentiel met een balk is weergegeven en de standaardfout met een lijn. Ook is het risico weergegeven dat het nest ten minste eenmaal onderstroomt door een hoge vloed (q), waarbij de kleur het risico aangeeft (data 1990-2008). (g-l) Historische (1971-1989), huidig (1990-2008) en toekomstig (2009-2027) overvloedingsrisico op basis van de gemiddelden over de volledige verdeling van e, s en d voor elke vogelsoort. Er wordt aangenomen dat de nestplaatskeuze gelijk was en is in de verschillende periodes. Overgenomen uit van de Pol et al. 2010.

## 6. Veldmetingen om het model WEBTICS te valideren

### 6.1 Inleiding

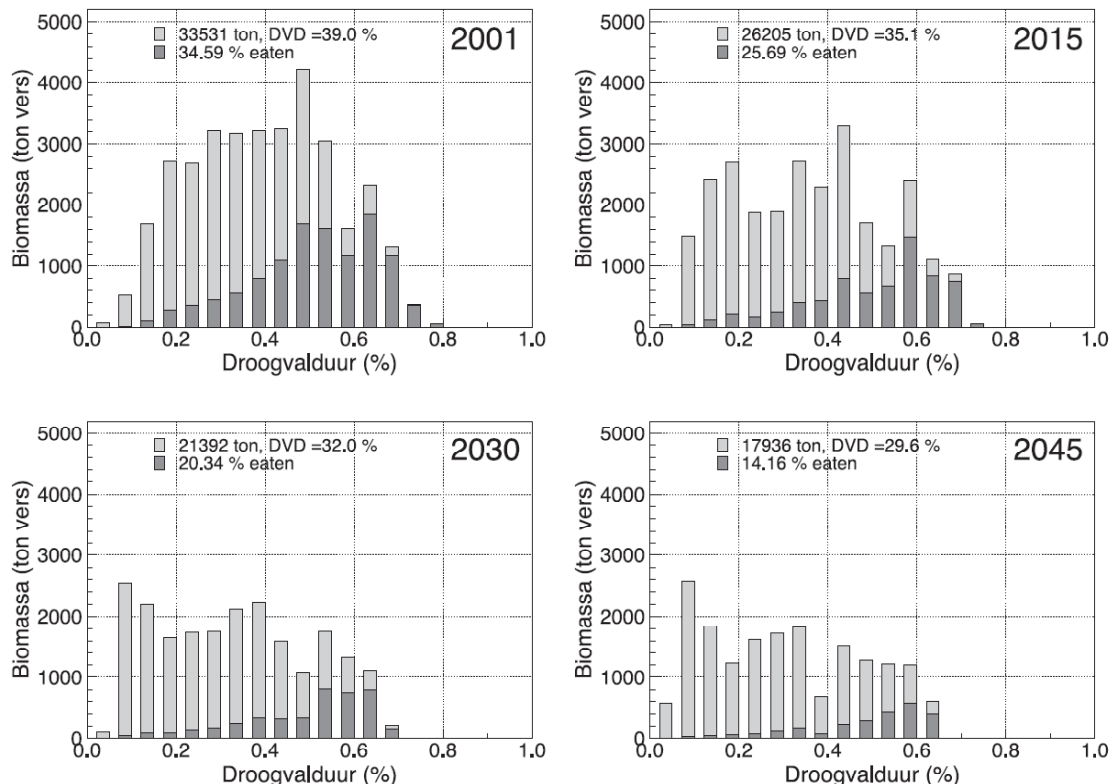
De meest fundamentele onzekerheid in elk model betreft de aannames die ten grondslag liggen aan het model. Een model gebaseerd op onjuiste aannames zal tot onjuiste voorspellingen leiden. Door de aannames en voorspellingen van het model te toetsen kan het vertrouwen in het model worden vergroot, tenminste, als de resultaten van de toetsing volgens verwachting zijn.

De gegevens waarop WEBTICS gebaseerd is suggereren dat Scholeksters in de winter veel tijd moeten besteden aan foerageren. De reden is dat de schelpdieren dan relatief weinig vlees bevatten (een factor twee minder dan in september) in combinatie met een hogere voedselbehoefte. In de winter verwachten we daarom dat de Scholeksters maximaal van de beschikbare foerageertijd gebruik zullen maken. Dat is een voorspelling die getoetst kan worden met veldmetingen, laagwatertellingen op de langst droogvallende schelpdierbanken, maar ook met gedetailleerd onderzoek aan gezenderde vogels.

Uit berekeningen voor de Oosterschelde (Rappoldt *et al.* 2006) komt verder naar voren dat de draagkracht vooral bepaald wordt door de lang droogliggende schelpdierbanken (Figuur 14). In de loop van de winter worden de lang droogliggende schelpdierbanken zeer sterk uitgeput, terwijl van de schelpdieren op de kort droogliggende schelpdierbanken slechts een klein deel door de Scholeksters wordt geconsumeerd. Droogligtijd heeft een direct verband met bodemdaling en toetsing van deze voorspelling over uitputting van de schelpdierbanken moet dus een hoge prioriteit krijgen. De meest voor de hand liggende aanpak is middels gedetailleerd onderzoek aan gezenderde vogels.

### 6.2 Zenders

De door de UvA ontwikkelde GPS-loggers bestaan uit een piepklein GPS-systeem gecombineerd met een opslagmedium en een zender/ontvangertje. Dit wordt gevoed door een klein zonnepaneel, waardoor de levensduur niet beperkt wordt door de batterij



Figuur 14. Droogvalduur van de kokkels in de modelbestanden voor de Oosterschelde voor de jaren 2001, 2015, 2030 en 2045. Het histogram geeft per droogvalduurklasse het versgewicht in september (na de zomergroei). De gemiddelde droogvalduur van de kokkels is in iedere figuur aangegeven. Het donkergrijze deel van het histogram geeft aan hoeveel kokkels in het model worden opgegeten door Scholeksters tussen september en maart. Deze hoeveelheid is berekend door voor ieder deelgebied een simulatie uit te voeren met het aantal scholeksters op draagkrachtniveau (Rappoldt *et al.* 2006).



*Figuur 15 (boven). Drie geringde scholeksters in een tepietceremonie. De rechtervogel draagt ook een GPS rugzakje. Foto Jeroen Onrust.*

*Figuur 16 (links). Een geringde scholekster die aan het foerageren is met een GPS rugzakje. Foto Jeroen Onrust.*

(die steeds weer wordt opgeladen), maar door slijtage van andere onderdelen. In principe kan de zender een aantal jaren goed functioneren, waarvan ook al voorbeelden zijn (Kleine Mantelmeeuwen die op en neer naar het Iberisch schiereiland zijn getrokken en Wespendienven die op en neer naar de Afrikaanse regenwouden zijn getrokken). Bij elkaar weegt het systeem slechts 14 gram waardoor het zonder al te veel hinder op de rug van een vogel gebonden kan worden (Figuur 15, Figuur 16). De zenders slaan autonoom posities en registraties van het gedrag van de vogel op en geven deze gegevens door aan een basisstation op het moment dat de vogel binnen het ontvangstbereik van dit station is. Daardoor kan steeds nauwkeurig hun positie, snelheid en vleugelslagfrequentie en de omgevingstemperatuur vastgelegd worden, tijdens hun bewegingen over zowel korte als lange afstanden. Het meetprogramma van de GPS-logger kan via een draadloze verbinding worden aangepast en de gegevens kunnen worden uitgelezen, zonder dat de vogel daarvoor gevangen hoeft te worden.

In 2008 en 2009 is op bescheiden schaal onderzoek gedaan met de zenders op de Scholeksters. De resultaten van dit onderzoek hebben een aantal kinderziektes in het ontwerp naar voren gebracht. Deze kinderziektes zijn inmiddels verholpen.

Bij de analyse van de data zal een verband gelegd moeten worden met de hoogteligging van de schelpdierbanken, de dagelijkse beschikbaarheid afhankelijk van tij en weer, de voedselbehoefte van de vogels en het seizoen. Het is belangrijk om al in een vroeg stadium berekeningen over het terreingebruik en predatiedruk uit te voeren, om eventueel aanvullend veldwerk te kunnen sturen en om een adequate respons te ontwikkelen voor eventuele problemen bij de analyse. De belangrijkste resultaten zullen bestaan uit:

1. Een toetsing van de voorspelling dat de Scholeksters vooral aan het einde van de winter, als hun energiebehoefte hoog is en de conditie van de schelpdieren laag, een groot deel van hun

Tabel 10. Per onderzoeksgebied het aantal Scholeksters dat is uitgerust met een GPS-tag en het aantal daarvan dat met zekerheid nog actief was op 1 januari 2011.

Gebied	aantal vogels uitgerust met GPS-tag	aantal actieve tags op 1 januari 2011
Ameland	15	6
Schiermonnikoog	19	12
Balgzand	5	3

tijd aan foerageren besteden en ook intensief foerageren op de hoog liggende vaak minder aantrekkelijke schelpdierbanken.

2. Een toetsing van de voorspelling dat de predatiedruk, over de hele winter gemeten, op de lang droogliggende schelpdierbanken hoger is dan op de kort droogliggende schelpdierbanken.
3. Een kwantificering van de individuele variatie in de tijd besteed aan foerageren en de benutting van de verschillende schelpdierbanken.

### 6.3 Data zendervogels 2010

In 2010 werden op 3 plaatsen in de Waddenzee Scholeksters uitgerust met GPS-tags. Het onderzoek wordt uitgevoerd op het Balgzand bij Den Helder, het Oostelijk deel van Ameland en Oosterkwelder op Schiermonnikoog met aangrenzende wadplaten. De keuze voor deze gebieden werd ingegeven door het uitgebreide onderzoek dat op deze locaties al plaats vindt naar de voedsel-ecologie en populatiebiologie van Scholeksters. Afstemming op deze bestaande onderzoeksactiviteiten maakt de interpretatie van de verzamelde gegevens eenvoudiger en levert een meerwaarde op voor alle projecten.

In het voorjaar van 2010 werd begonnen met het opzetten van ontvangstsystemen en het testen van deze systemen in alle drie gebieden. De eerste 40 GPS-tags werden half mei geleverd en vanaf dat moment werden op Ameland en Schiermonnikoog 15 respectievelijk 19 lokale broedvogels gevangen en voorzien van een zender. De vogels werden gevangen op het nest en in de meeste gevallen werden beide partners van een paar uitgerust met een zender. Het vangen en aanbrengen van zenders leverde uiteraard enige verstoring op, maar bij het overgrote deel van de paren heeft dit niet tot schade of verlies van de legsels geleid.

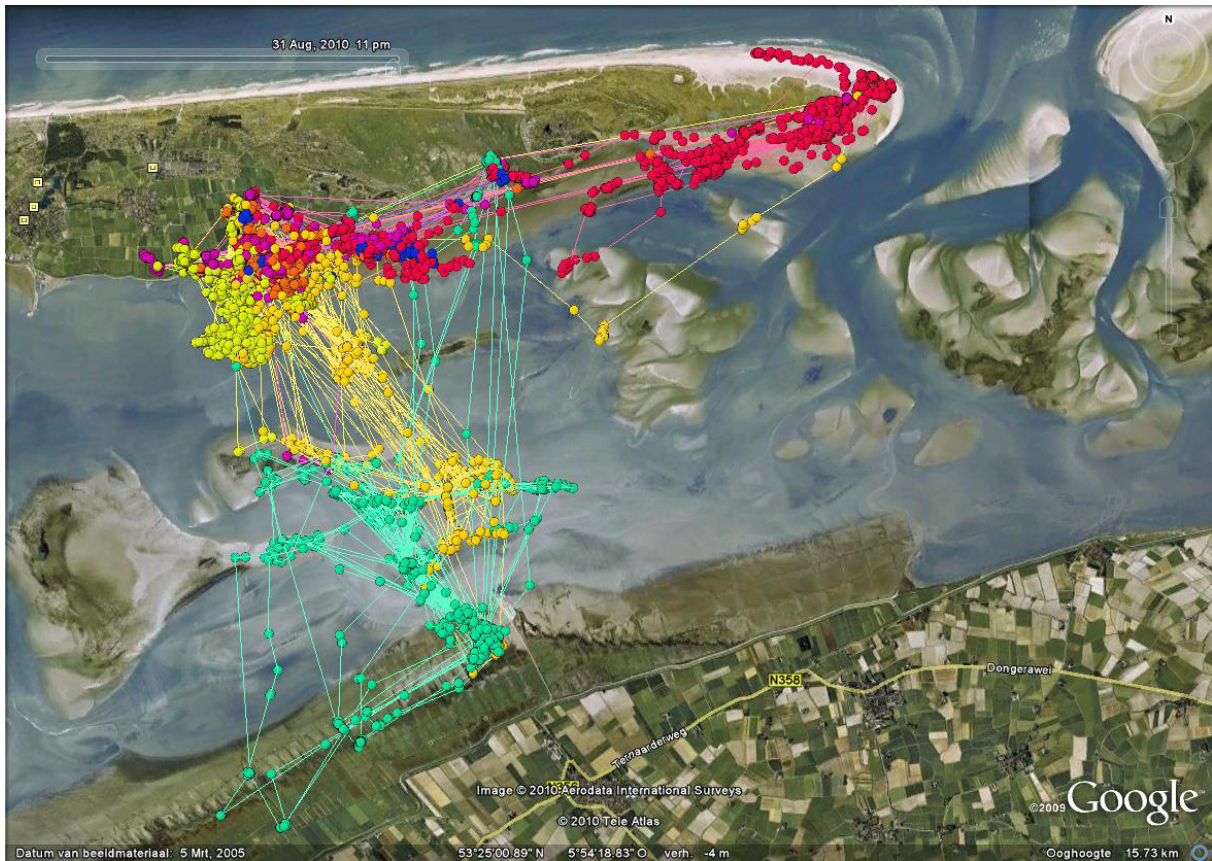
Voor de Balgzandstudie werd op 25 juli 2010 een kannonnetvangst op het Marineterrein van Den Helder uitgevoerd. Uit de 24 gevangen vogels werden 5 adulte exemplaren in goede conditie gekozen en voorzien van een zender. Vanwege timing en keuze van individuen verwachten we ook hier voornamelijk met lokale broedvogels van doen te hebben.

De overige 20 GPS-tags werden in de loop van het najaar geleverd. De bedoeling was om ook deze zenders al voor de winter in te zetten, maar na een aantal mislukte vangpogingen, logistieke problemen en het zeer vroeg invallen van een strenge vorstperiode vanaf eind november is dit uitgesteld tot het voorjaar van 2011.

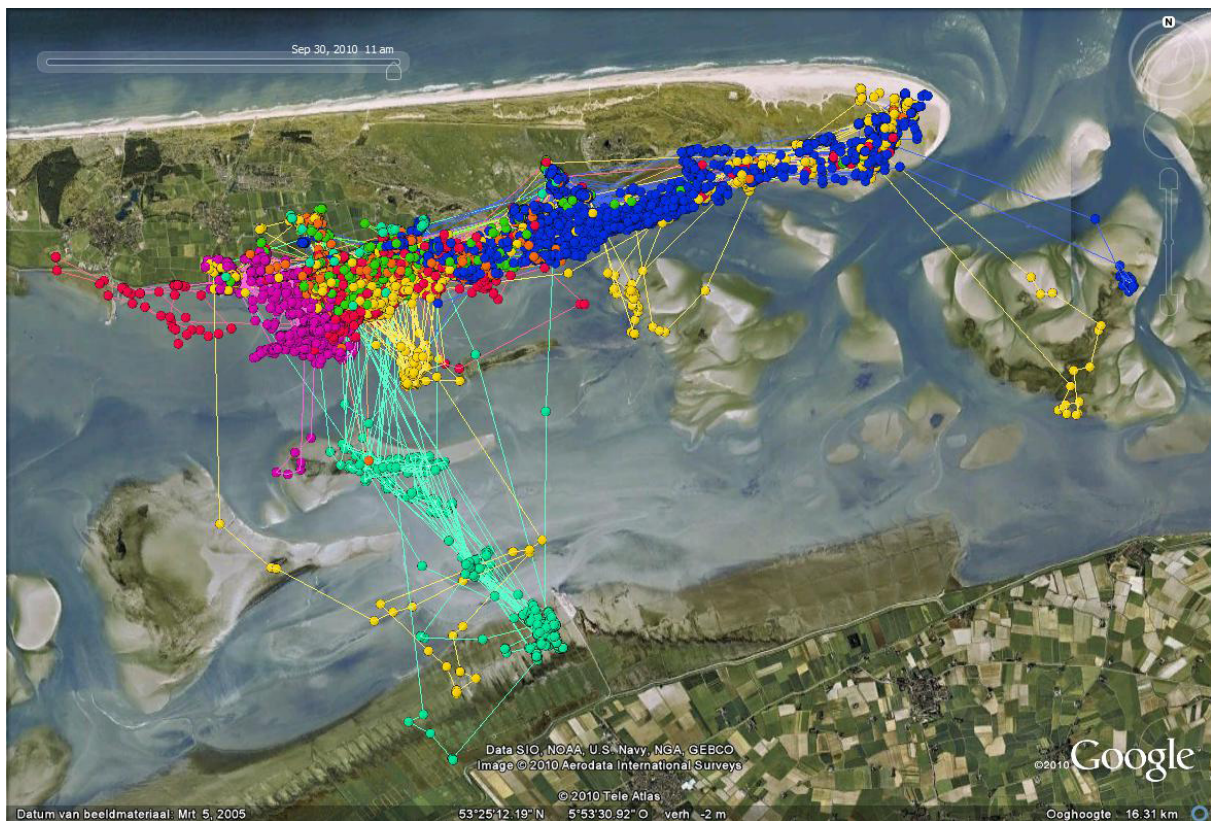
Het project verloopt min of meer naar verwachting: na enige opstartproblemen verloopt de communicatie tussen tags en ontvangststation zonder problemen en leveren de GPS-tags een enorme datastroom aan gegevens op. Zie figuren 17 t/m 28 voor een overzicht van het ruimtegebruik van de vogels in de periode augustus tot december. Een tegenslag is echter dat een deel van de zenders al vrij snel stopte met functioneren en vier vogels met een zender in de loop van zomer en najaar zijn omgekomen. Aanvullend onderzoek tijdens het voorjaar van 2011 zal moeten uitwijzen wat hier de oorzaak van is. Dat er vogels sterven is normaal. De belangrijke vraag is of de zenders de sterftkans significant verhogen.

In tabel 10 is de huidige stand van zaken wat betreft actieve GPS-tags weergegeven.

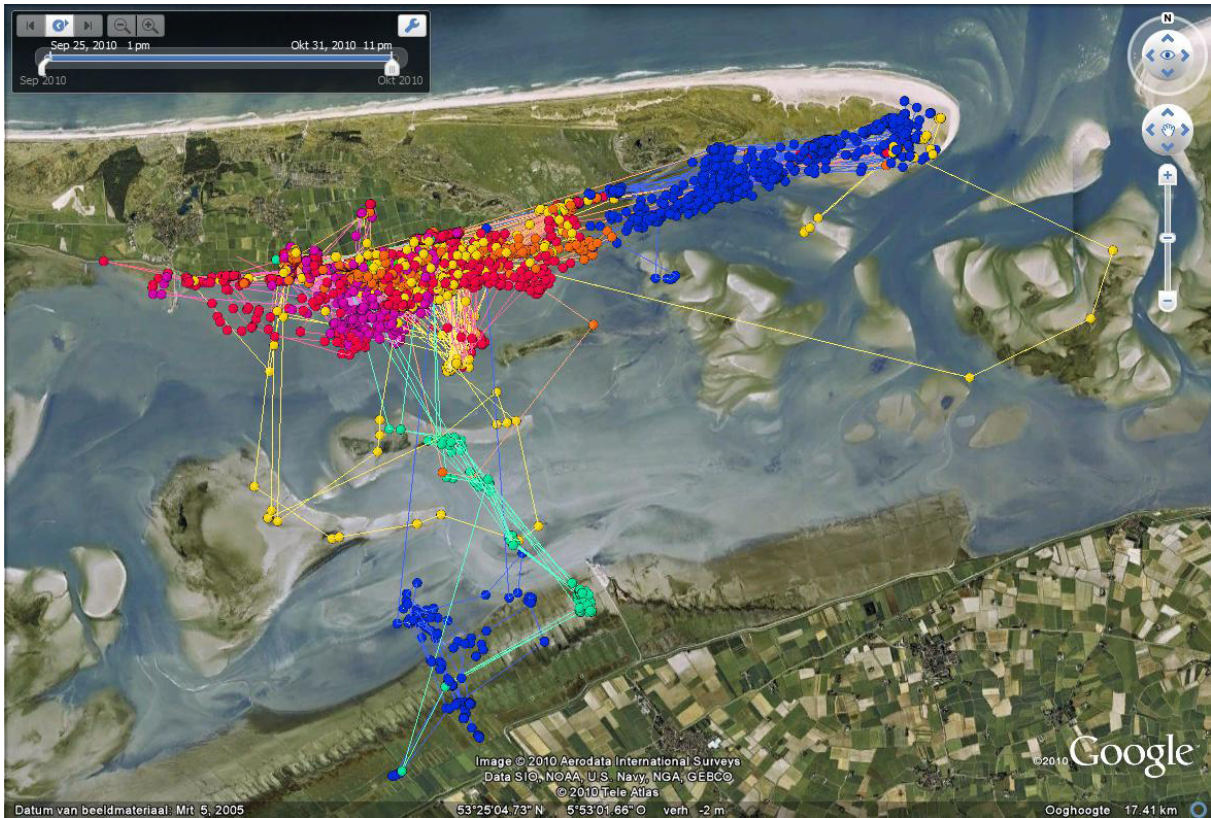




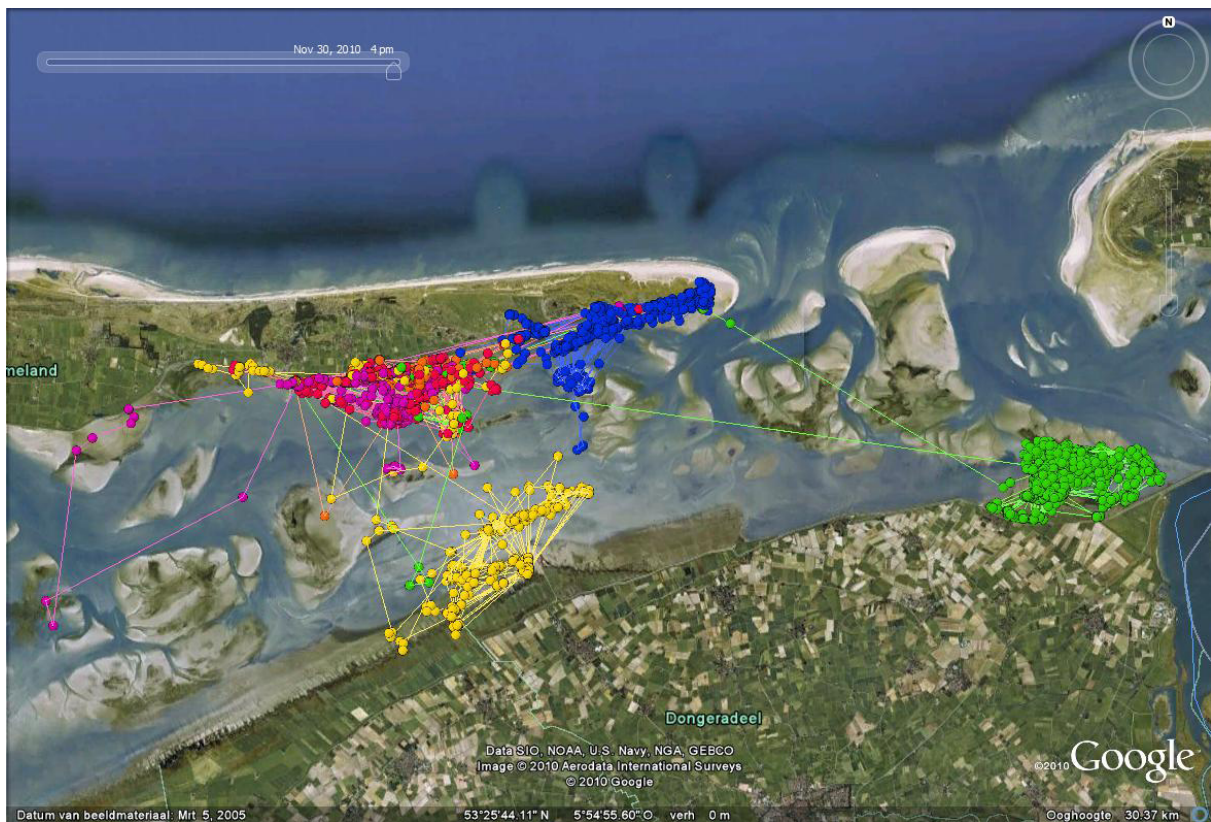
Figuur 17. Terreingebruik Scholeksters met GPS-tag in augustus op Ameland.



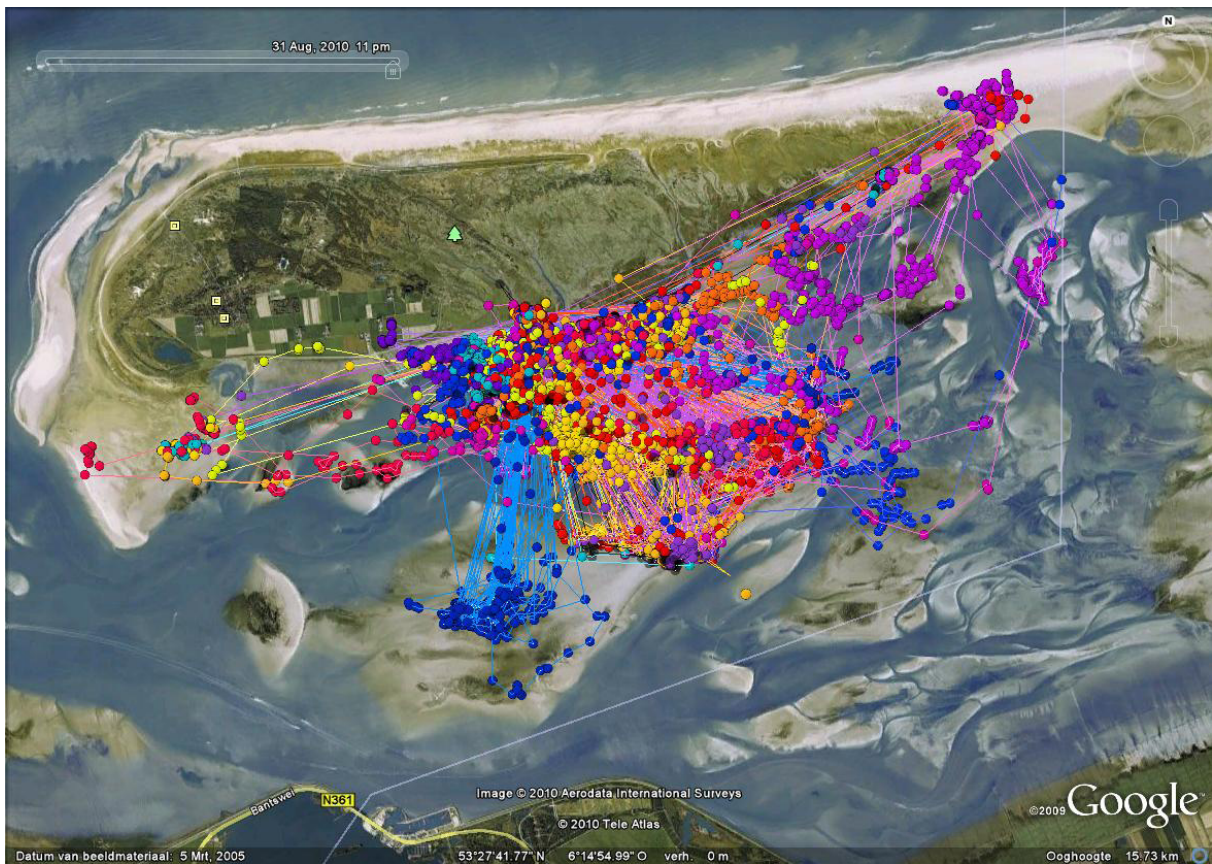
Figuur 18. Terreingebruik Scholeksters met GPS-tag in september op Ameland.



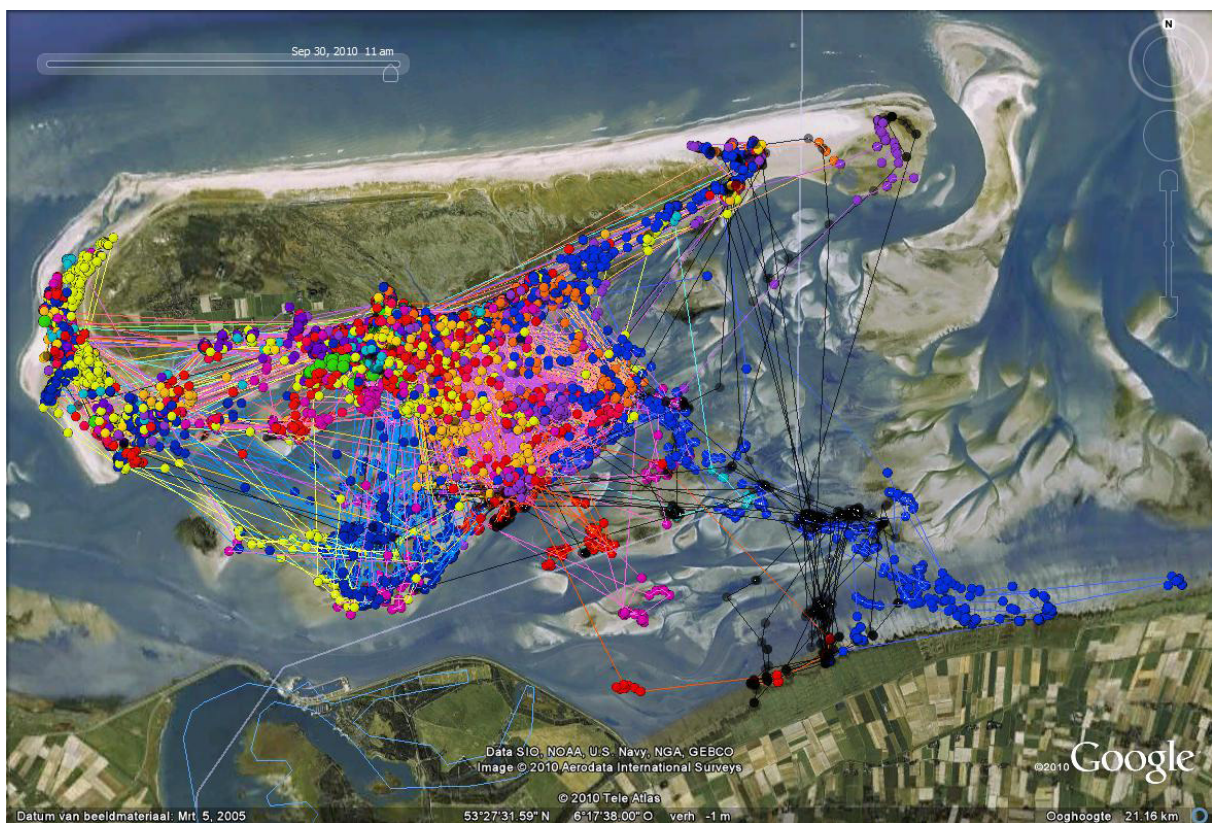
Figuur 19. Terreingebruik Scholeksters met GPS-tag in oktober op Ameland.



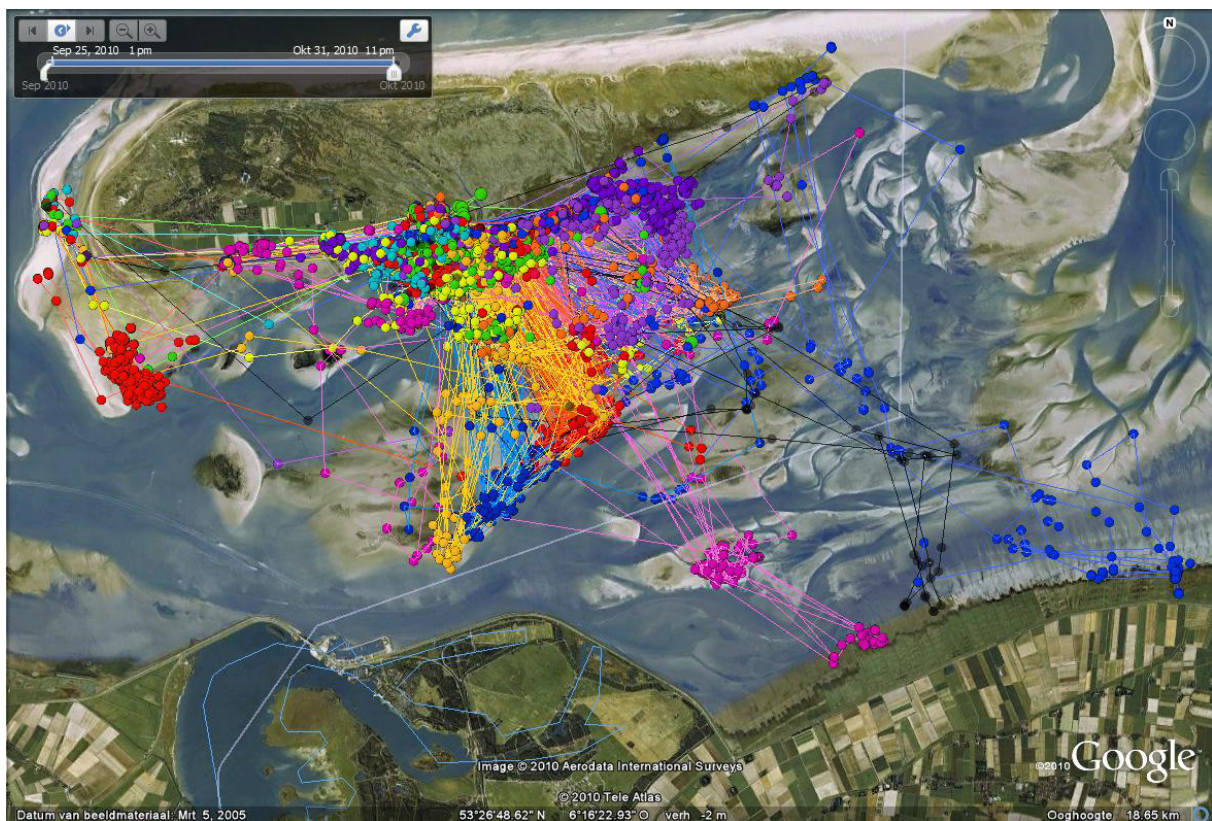
Figuur 20. Terreingebruik Scholeksters met GPS-tag in november op Ameland.



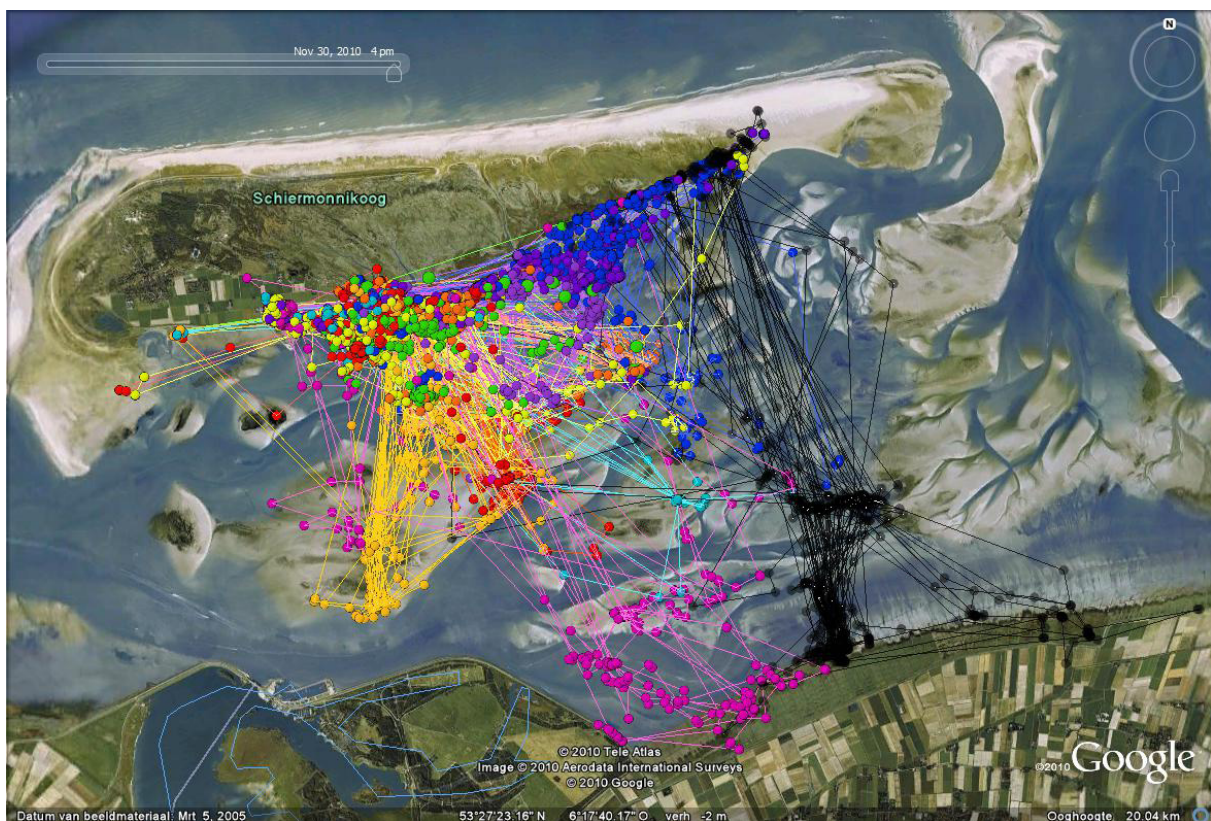
Figuur 21. Terreingebruik Scholeksters met GPS-tag in augustus op Schiermonnikoog.



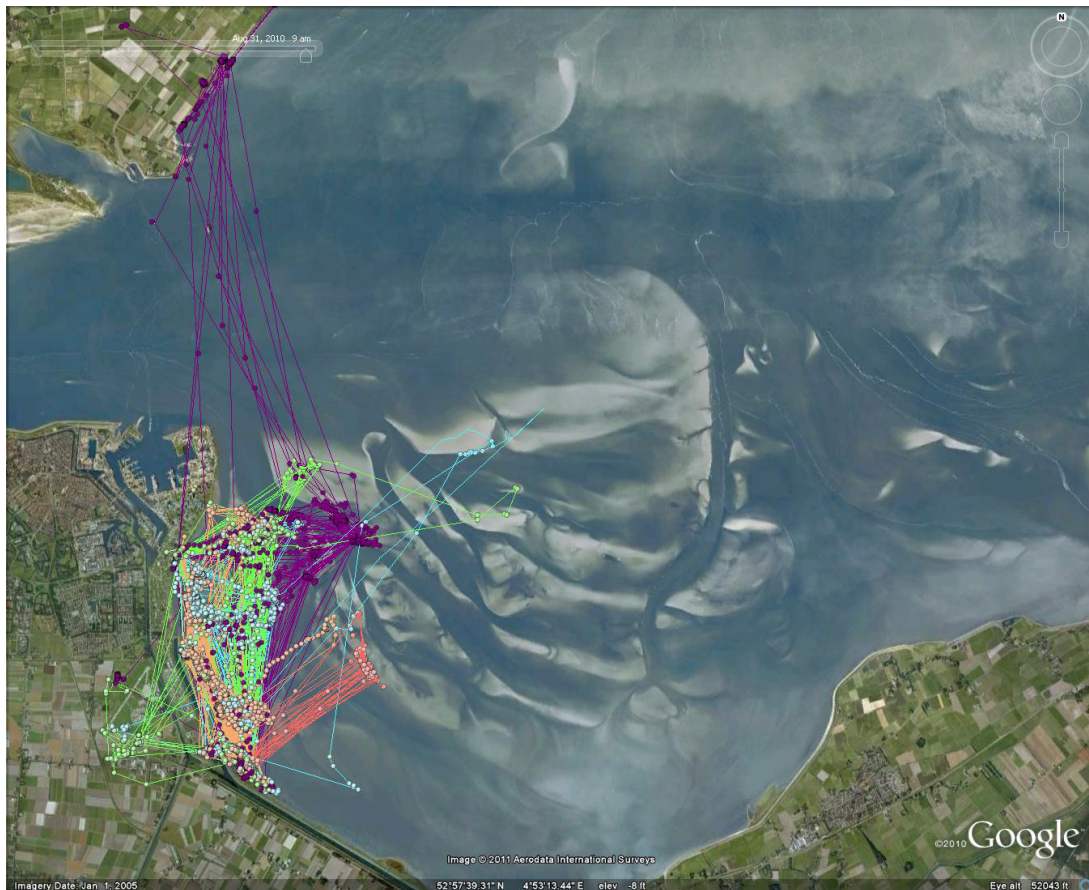
Figuur 22. Terreingebruik Scholeksters met GPS-tag in september op Schiermonnikoog.



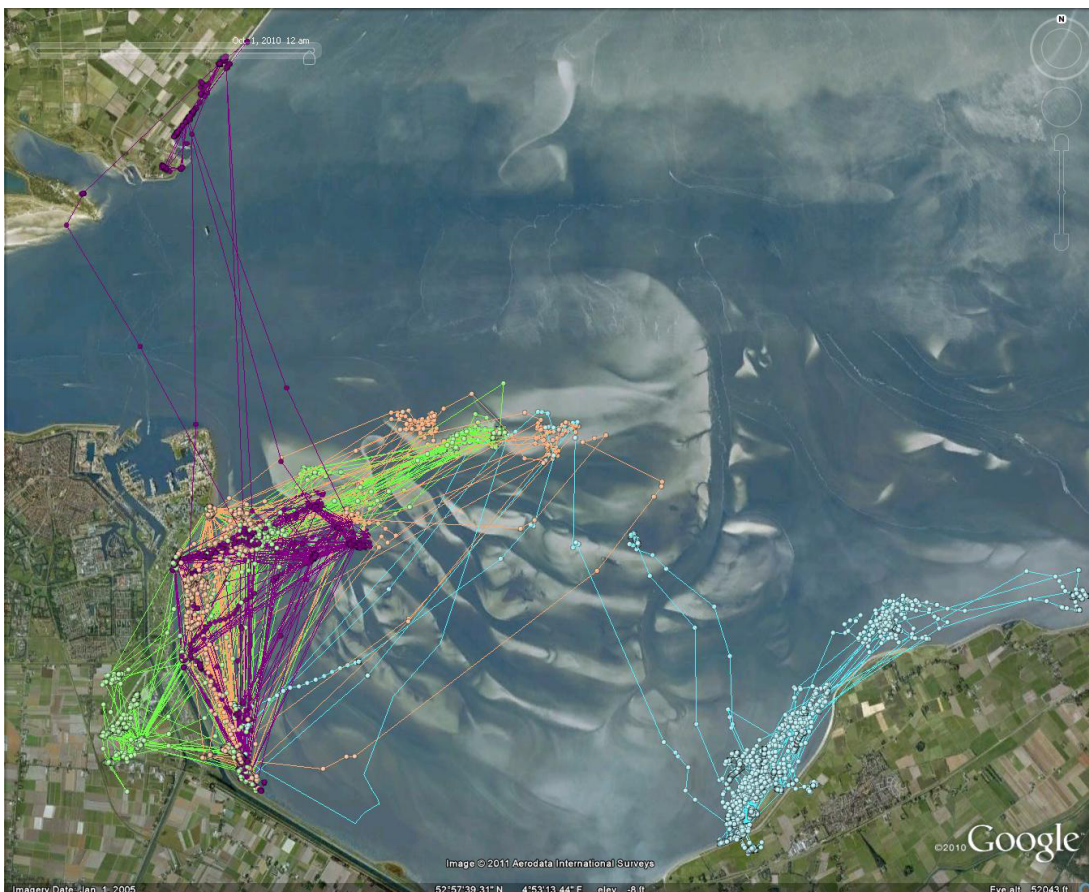
Figuur 23. Terreingebruik Scholeksters met GPS-tag in oktober op Schiermonnikoog.



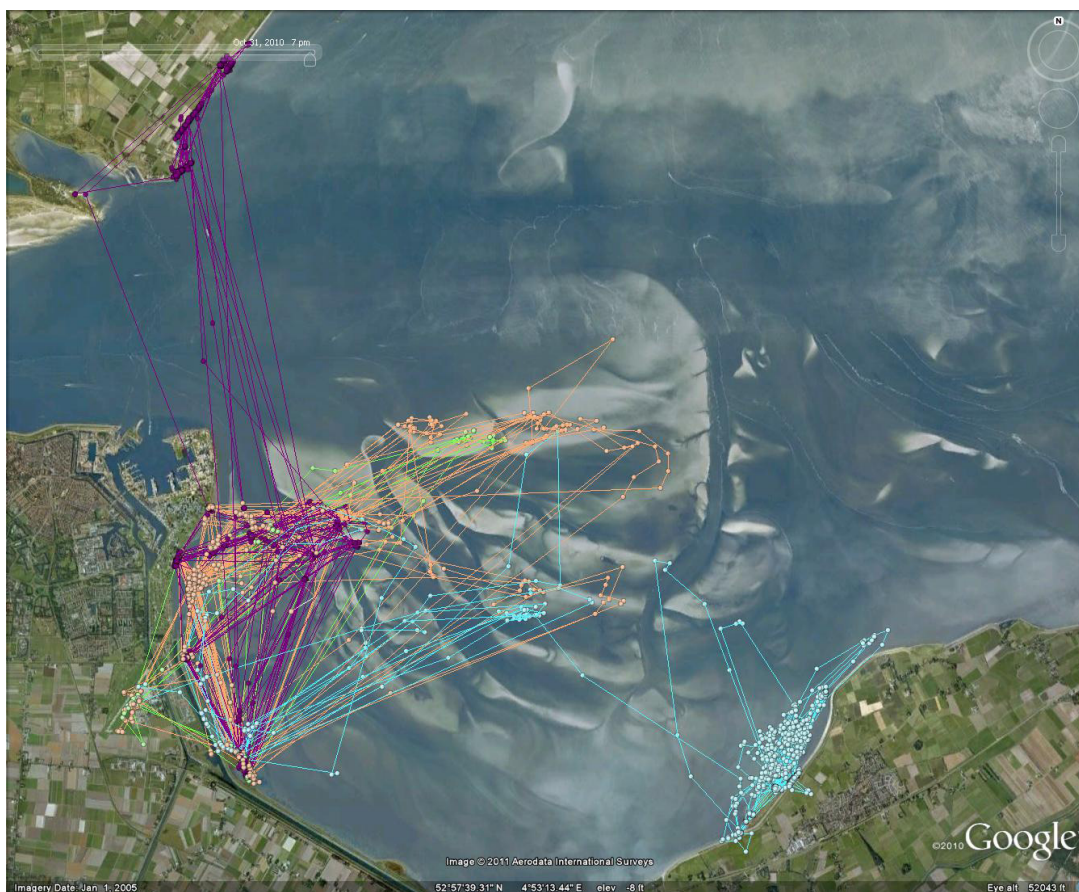
Figuur 24. Terreingebruik Scholeksters met GPS-tag in november op Schiermonnikoog.



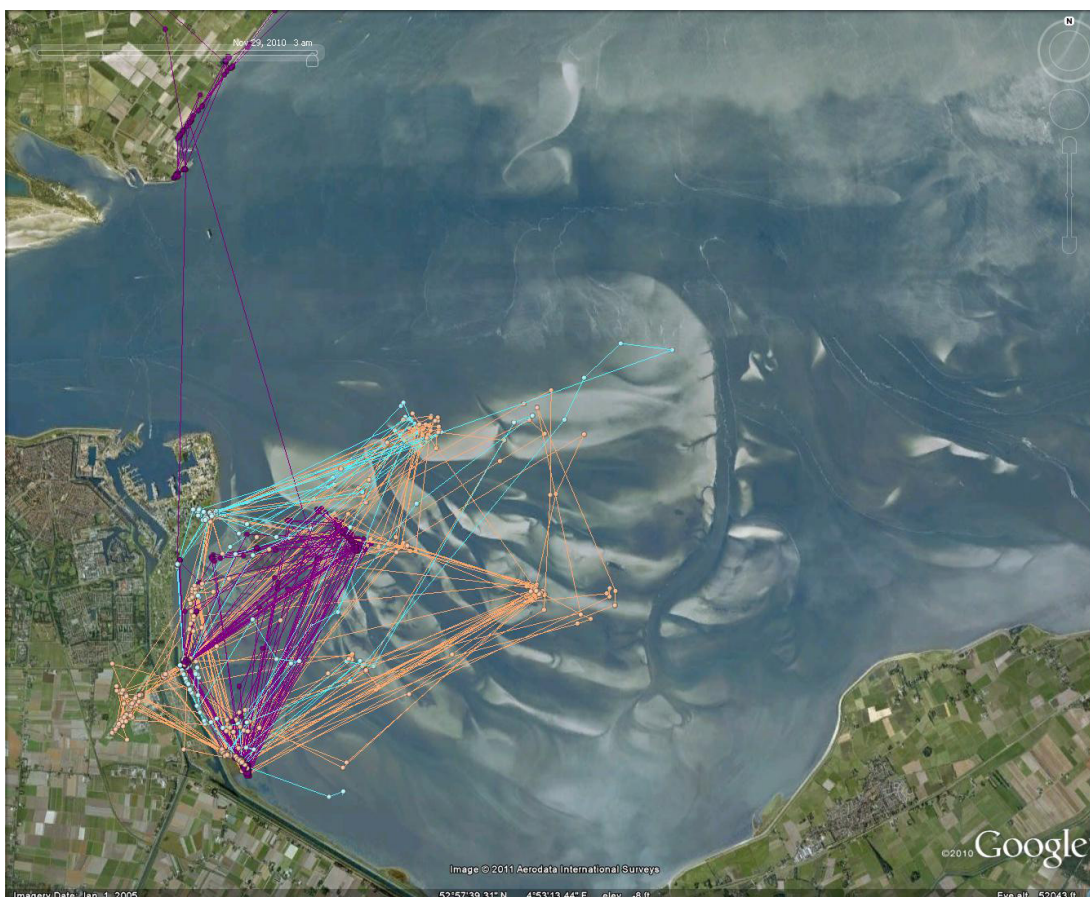
Figuur 25. Terreingebruik Scholeksters met GPS-tag in augustus op Balgzand.



Figuur 26. Terreingebruik Scholeksters met GPS-tag in september op Balgzand.



*Figuur 27. Terreingebruik Scholeksters met GPS-tag in oktober op Balgzand.*



*Figuur 28. Terreingebruik Scholeksters met GPS-tag in november op Balgzand.*

## 6.4 Aanvullend onderzoek voedselbeschikbaarheid

Voor de interpretatie van het ruimtegebruik van de vogels en het gebruik hiervan voor de validatie van WEBTICS is het belangrijk om voldoende te weten over het voedsel van de vogels. Zoals te zien is in figuren 17-28, wordt een enorm areaal aan wadplaten door de vogels als foerageergebied gebruikt. Binnen dit gebied is veel variatie in de dichtheid en, mede door droogvaltijd bepaalde, beschikbaarheid van voedsel. Een algemene indruk over deze voedselbeschikbaarheid is te halen uit de Waddenzeedekkende, door het NIOZ uitgevoerde, SIBES bemonstering in combinatie met de hoogtekaart van de Waddenzee. Daarnaast worden door IMARES jaarlijks de schelpdierbestanden geïnventariseerd. Doordat kokkels en vooral mossels geclustered in banken voorkomen is een grote steekproef nodig om tot een betrouwbare schatting te komen van het aanbod. De surveys leveren voldoende nauwkeurige informatie voor berekeningen met WEBTICS op de schaal van de Waddenzee (de steekproef is groot genoeg voor de Waddenzee als geheel). Echter, in deze validatie

willen wij in een beperkt deel van de Waddenzee het kleinschalige ruimtegebruik van de gezenderde Scholeksters koppelen aan het beschikbare voedselaanbod. Omdat de nauwkeurigheid van de SIBES en IMARES gegevens op dat lokale schaalniveau naar verwachting wel eens onvoldoende zou kunnen zijn hebben wij aanvullende metingen aan de beschikbaarheid van schelpdieren ondernomen.

Een dekkende kartering van kokkels en mossels van alle door Scholeksters bezochte gebieden bleek niet haalbaar en daarom is gekozen voor een detailbemonstering van kokkels van een groot aantal proefvlakken van 250 bij 250 meter. In het late najaar van 2010 is een pilot-bemonstering uitgevoerd van het foerageergebied onder Schiermonnikoog, zie figuur 29. De proefvlakken zijn gestratificeerd random gekozen op basis van de volgende criteria: droogvaltijd (meer of minder dan 40% van het tij), benutting door de vogels met GPS-tags (geen, matig of hoog in de periode augustus – oktober) en afstand tot de hoogwatervluchtplaats (dicht bij de kust of ver van de kust). Een overzicht van de bemonsterde proefvlakken is weergegeven in tabel 11. Exploratieve be-

Tabel 11. Karakteristieken van de proefvlakken pilot-bemonstering najaar 2010 Schiermonnikoog.

droogvaltijd	benutting door gezenderde vogels	dicht bij kust	ver van kust
< 40%	geen	1	2
< 40%	matig	5	10
< 40%	hoog	4	2
> 40%	geen	2	1
> 40%	matig	8	9
> 40%	hoog	5	4
<i>totaal</i>		25	28



Figuur 29. Kaart van het wad onder Schiermonnikoog met daarop aangegeven de in het najaar van 2010 aanvullend op kokkels geïnventariseerde kwadranten.

rekeningen zullen moeten uitwijzen of het gekozen protocol voldoende informatie oplevert. Afhankelijk van de uitkomst zal een monsterschema kunnen worden opgezet waarbinnen zowel voor als na de winter (depletie van voedselbronnen) alle drie de studiegebieden aan bod zullen komen.

## 6.5 Discussie

Wat nu al opvalt is de grote en consistente variatie tussen individuele Scholeksters in terreingebruik. Dit betekent dat voldoende Scholeksters gezenderd moeten worden om te zorgen dat het gesommeerde terreingebruik van de individuen representatief is voor de populatie. Doordat wij niet alle zenders konden bevestigen en doordat een deel van de zenders niet meer werkt zou de steekproef wel eens aan de lage kant kunnen blijken. Meer duidelijkheid daarover vereist een diepgravende analyse van de resultaten. Deze is voorzien in 2012.

Wat ook opvalt is dat individuele Scholeksters meestal meer dan een hoogwatervluchtplaats benutten en dat de voedselgebieden van individuele Scholeksters soms in verschillende kombergingen liggen. Wat met deze data kan worden uitgezocht is of het zo is dat als een individuele Scholekster in een bepaalde periode een bepaald voedselgebied gebruikt, of daar dan ook een bepaalde hoogwatervluchtplaats bijhoort. En omgekeerd, of het gebruik van een bepaalde hoogwatervluchtplaats de kans verhoogt op benutting van een bepaald voedselgebied. Ook kan een maximale dagelijkse afstand tussen voedselgebied en hoogwatervluchtplaats worden berekend. Al deze informatie is mogelijk van nut bij het toekennen van telgebieden aan bepaalde kombergingen en daarmee voor de trendberekeningen.



## **7. Dankwoord**

Wij zijn dank verschuldigd aan Paul Goedhart (BioMetris, Wageningen) voor ondersteuning bij statistische analyses.

## 8. Referenties

- AUDITCOMMISSIE (2007) Monitoring van de aardgaswinning onder de Waddenzee vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen. Advies van de Auditcommissie over de opzet van de monitoring en de nulmeting. *Rapportnummer 1900-368*. Commissie voor de M.E.R., Utrecht.
- BELL, M. C. (1995) UINDEX4: a computer programme for estimating population index numbers by the Underhill method. The Wilfdowl & Wetlands Trust, Slimbridge.
- CBS (2007) Landelijke natuurmeetnetten van het NEM in 2006. *Kwaliteitsrapportage NEM*. Centraal Bureau voor de Statistiek.
- ENS, B. J., GOEDHART, P. W., 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., 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.
- HOEKSEMA, H. J., MULDER, H. P. J., ROMMEL, M. C., DE RONDE, J. G., & DE VLAS, J. (2004) Bodemdalingstudie Waddenzee 2004. Vragen en onzekerheden opnieuw beschouwd. Rapport RIKZ/2004.025. RIKZ, Haren.
- KOFFIJBERG, K., VAN ROOMEN, M., BERREVOETS, C. M., & NOORDHUIS, R. (2000) Tellen van watervogels in Nederland: verder ontwikkelingen en integratie vanaf 2000. SOVON-Onderzoeksrapport 2000/5. SOVON, Beek-Ubbergen.
- KOFFIJBERG, K., DIJKSEN, L., HÄLTERLEIN, B., LAURSEN, K., POTEL, P., & SÜDBECK, P. (2006) Breeding Birds in the Wadden Sea in 2001 - Results of the total survey in 2001 and trends in numbers between 1991-2001. *Wadden Sea Ecosystem No. 22*. Common Wadden Sea Secretariat, Trilateral Monitoring and Assessment Group, Joint Monitoring Group of Breeding Birds in the Wadden Sea, Wilhelmshaven.
- LNv (2006). Vergunning in kader Natuurbeschermingswet (Waddenzee en Lauwersmeer) voor activiteiten gaswinning locatie Moddergat. Kenmerk DRZ/06/2589/HD/SM. 2006.
- NAM (2007) Winning waddengas vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen. Monitoringprogramma 2007-2012. *NAM document nummer EP200701201533*. Nederlandse Aardoliemaatschappij BV, Assen.
- PANNEKOEK, J. & VAN STRIEN, A. (2001) TRIM 3 Manual (TRends & Indices for Monitoring data). *CBS research paper no. 0102*. CBS, Voorburg.
- PAYNE, R. 2008. A Guide to regression, nonlinear and generalized linear models in GenStat. VSN International. Hemel Hempstead, UK.
- RAPPOLDT, C., KERSTEN, M., & ENS, B. J. (2006) Scholeksters en de droogvalduur van kokkels in de Oosterschelde; Modelberekeningen voor de periode 1990-2045 aan het effect van zandhonger en zeespiegelstijging op het aantal scholeksters. *Ecocurves rapport 2/SOVON-onderzoeksrapport 2006/12*. EcoCurves/SOVON Vogelonderzoek Nederland, Haren/Beek-Ubbergen.
- SOKAL, R. R. & ROHLF, F. J. (1995). *Biometry: the Principles and Practice of Statistics in Biological Research*, 3<sup>de</sup> ed. Freeman, New York.
- SOLDAAT, L., VAN WINDEN, E., VAN TURNHOUT, C., BERREVOETS, C. M., VAN ROOMEN, M., & VAN STRIEN, A. (2004) De berekening van indexen en trends bij het watervogelmeetnet. SOVON-onderzoeksrapport 2004/02. CBS, Voorburg/Heerlen.
- 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 for Ornithology*, DOI 10.1007/s10336-007-0176-7.
- TER BRAAK C.J.F., VAN STRIEN A.J., MEIJER R. & VERSTRAEL T. 1994. Analysis of monitoring data with many missing values: which method? In: *Distribution, Monitoring and Ecological Aspects. Proceedings of the 12th International Conference of the International Bird Census Committee and European Ornithological Atlas Committee* (eds W. Hagemeyer & T. Verstrael), pp. 663-673. SOVON, Beek-Ubbergen.
- 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. doi: 10.1111/j.1365-2664.2010.01842.x
- VAN DIJK, A. J. (2004) Handleiding Broedvogels Monitoring Project (Broedvogelinventarisaties in proefvlakken). SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.
- VAN DIJK, A. J., HUSTINGS, F., & VAN DER WEIDE, M. J. T. (2004) Handleiding Landelijk Soortonderzoek Broedvogels (Kolonievogels en zeldzame broedvogels) SOVON. SOVON Vogelonderzoek, Beek-Ubbergen.
- VAN DIJK, A. J., BOELE, A., VAN DEN BREMER, L., HUSTINGS, F., VAN MANEN, W., VAN KLEUNEN, A., KOFFIJBERG, K., TEUNISSEN, W., VAN TURNHOUT,

- C., VOSLAMBER, B., WILLEMS, F., ZOETEBIER, D., & PLATE, C. L. (2007) Broedvogels in Nederland 2005. *SOVON-monitoringrapport 2007/01*. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.
- VAN ROOMEN, M., VAN TURNHOUT, C., NIENHUIS, J., WILLEMS, F., & VAN WINDEN, E. (2002) Monitoring van watervogels als niet-broedvogel in de Nederlandse Waddenzee: evaluatie huidige opzet en voorstellen voor de toekomst. SOVON-onderzoeksrapport 2002/01. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.
- VAN ROOMEN, M. W. J., HUSTINGS, F., & KOFFIJBERG, K. (2003) Handleiding monitoring watervogels. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.
- VAN ROOMEN, M., VAN WINDEN, E., KOFFIJBERG, K., VAN DEN BREMER, L., ENS, B. J., KLEEFSTRA, R., SCHOPPERS, J., & VERGEER, J.-W. (2007) Watervogels in Nederland in 2005/2006. SOVON-monitoringrapport 2007/03; Waterdienstrapport BM07.09. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.
- VAN STRIEN, A (2007) Landelijke Natuurmeetnetten van het NEM in 2006. *Kwaliteitsrapportage NEM*. Centraal Bureau voor de Statistiek, Voorburg/Heerlen.
- THOMAS, L. 1996. Monitoring long-term population change: why are there so many analysis methods? *Ecology*, 77, 49-58.
- VISSER, H. (2004) Estimation and detection of flexible trends. *Atmospheric Environment*, 38, 4135-4145.
- WIERSMA, P., ROODBERGEN, M., GOEDHART, P.W. & ENS, B.J. 2009. Ontwikkeling en toepassing van een poweranalyse voor de vogelmonitoringgegevens in het kader van de nieuwe gaswinning. SOVON-onderzoeksrapport 2009/11. SOVON Vogelonderzoek Nederland. Beek-Ubbergen.
- WIERSMA, P., VAN WINDEN E., KOFFIJBERG K., ZOETEBIER D. & ENS B.J. 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.

## Bijlage

Tabel 12. Codering, benaming en classificatie van telgebieden m.b.t. komberging (twijfel betekent dat het gebied niet met zekerheid aan de onder komnummer aangegeven komberging kan worden toegekend; nieuw = nieuwe gaswinning; controle = controle gebied bestaande uit gebieden zonder gaswinning en gebieden waar gaswinning al langer plaatsvindt). Nummers van de kombergingen (komnummer) corresponderen met tabel 3.

Komnummer	Gebiedscode	twijfel	nieuw	controle	Naam
1	NZ3131			1	Strand Texel: Paal 9 - 12
1	NZ3132			1	Strand Texel: Paal 12 - 15
1	NZ3133			1	Strand Texel: Paal 15 - 20
2	NZ3140			1	Strand Texel: Sluftermonding tot de Koog (paal 20 - 25)
2	NZ3150			1	Strand Texel: Vuurtoren tot Sluftermonding (paal 25 - 31)
2	NZ3200			1	Noordzee en strand Vlieland
2	NZ3210			1	Strand de Vliehors
3	NZ3220			1	Oostpunt tot Schietkamp
3	NZ3310			1	Strand: de Noordvaarder
3	NZ3320			1	paal 3 - paal 8
3	NZ3330			1	paal 8 - paal 18
3	NZ3331			1	paal 8 - paal 14
3	NZ3332			1	paal 14 - paal 18
4	NZ3340			1	Paal 18 (westpunt stuifdijk) - paal 28 (Oostpunt)
4	NZ3341			1	Paal 18 - paal 22
4	NZ3342			1	Paal 22 - paal 24
4	NZ3343			1	Paal 24 - paal 26
4	NZ3344			1	Paal 26 - paal 28
4	NZ3410			1	Ameland strand: Westpunt - Paal 13
4	NZ3420			1	Ameland strand: Paal 13 - Paal 19
5	NZ3430	1			Ameland strand: Paal 19 - Paal 25
6	NZ3520		1		Paal 2 (Westerstrand) - Paal 6.5 (Paviljoen de Grilk)
6	NZ3521		1		Paal 2 - Paal 3 (Westerstrand)
6	NZ3522		1		Paal 3 - Paal 6.5 (Paviljoen de Grilk)
7	NZ3530	1			Paal 6.5 (Oosterstrand) - Paal 15
7	NZ3531	1			Paal 6.5 (Oosterstrand) - Paal 10
7	NZ3532	1			Paal 10 - Paal 15
1	NZ3700			1	Noorderhaaks (Razende Bol)
2	WG1100			1	Texel
2	WG1110			1	Polder Wassenaar - Zeeburg en wad
2	WG1111			1	Polder Wassenaar - Zeeburg
2	WG1112			1	Waddenzee: vuurtoren - Zeeburg
2	WG1120			1	De Schorren eo
2	WG1121			1	Polder de Eendracht
2	WG1122			1	De Schorren
2	WG1123			1	Waddenzee: De Schorren
2	WG1131			1	Eijerland noord
1	WG1132			1	Eijerland zuid
1	WG1141			1	Polder het Noorden
1	WG1142			1	De Waal - Oosterend
1	WG1143			1	Waal en Burg noord
1	WG1144			1	Waddenzee: De Schorren - De Bol
1	WG1145			1	Waddenzee: De Bol - Zandkes
1	WG1147			1	Waal en Burg zuid
1	WG1148			1	De Waal - Dijkmanshuizen
1	WG1149			1	Waddenzee: Ottersaat - surfstrandje
1	WG1151			1	Hoornder Nieuwland
1	WG1152			1	De Westen / De Hemmer
1	WG1153			1	Den Burg - Oudeschild
1	WG1154			1	De Koog

Komnummer	Gebiedscode	twijfel	nieuw	controle	Naam
1	WG1155			1	Haven Oudeschild
1	WG1160			1	Prins Hendrikpolder / Zuidhaffel + Wad
1	WG1161			1	Prins Hendrikpolder
1	WG1162			1	Waddenzee: Ceres -Veerhaven
1	WG1163			1	Eendenkooi Westergeest
1	WG1164			1	Hoge Berg - Oudeschild
1	WG1165			1	Waddenzee: Oudeschild - Redoute
1	WG1171			1	Mok
1	WG1172			1	De Hors
1	WG1181			1	Horsmeertjes + Geulplas
1	WG1182			1	Groote Vlak + De Geul
1	WG1191			1	Korverskooi
1	WG1192			1	De Nederlanden
1	WG1193			1	De Muy
2	WG1194			1	De Slufter
2	WG1195			1	Eierlandsche Duinen
2	WG1200			1	Vlieland
2	WG1210			1	Vliehors
2	WG1211			1	Vliehors, west
2	WG1212			1	Vliehors, oost
3	WG1221			1	Kroon's polders
2	WG1222			1	Posthuiswad
3	WG1230			1	Glooiing - Westerveld
3	WG1231			1	Glooiing
3	WG1232			1	Westerveld
3	WG1233			1	Wad bij Dorp
3	WG1241			1	Oostpunt
3	WG1242			1	Haven
3	WG1251			1	Meeuwenduinen
3	WG1252			1	Vallei van Oude Huizenlid
3	WG1253			1	Vallei van het Veen
3	WG1254			1	Kooisplek + Afloop
3	WG1255			1	Oost-Vlieland
3	WG1300			1	Richel
3	WG1400			1	Harlingen - Afsluitdijk (Lorentssluis)
3	WG1410			1	Harlingen haven noord
3	WG1420			1	Harlingen - Zurich
3	WG1421			1	Harlingen haven zuid - Kimswerdenlaan, buitendijks
3	WG1422			1	Kimswerdenlaan - Zurich, buitendijks
3	WG1423			1	Polder Kimswerd west
1	WG1424			1	Polder de Eendracht west
1	WG1430			1	Zurich - Lorentzsluis
1	WG1510			1	Friesland, Lorentzsluis - Breezand
1	WG1511			1	Lorentzsluizen (Waddenzeezijde)
1	WG1512			1	Lorentzsluizen tot Breezand (Waddenzeezijde)
1	WG1513			1	Breezand (Waddenzeezijde)
1	WG1514			1	M42b
1	WG1515			1	M43b
1	WG1520			1	Waddenzee: Stevinsluizen tot Breezand
1	WG1521			1	M44b
1	WG1522			1	M45b
1	WG1523			1	M46b
1	WG1524			1	M47b
1	WG1530			1	Haven en Spui kom Den Oever
1	WG1600			1	Wieringen
1	WG1630			1	Kust Wieringen
1	WG1631			1	Amsteldijk - Vatrop
1	WG1632			1	Normerven

Komnummer	Gebiedscode	twijfel	nieuw	controle	Naam
1	WG1633			1	Vatrop
1	WG1634			1	Den Oever buitendijks
1	WG1640			1	Wieringen binnendijks
1	WG1641			1	Wieringen west
1	WG1642			1	Wieringen oost
1	WG1643			1	Polder Waard-Nieuwland
1	WG1644			1	Eendenkooi Stroe%orberg
1	WG1700			1	Balgzand
1	WG1710			1	Balgzand noord (telgebied 7 en 5)
1	WG1711			1	Balgzand telgebied 7 Marinehaven
1	WG1712			1	Balgzand telgebied 5 Kuitje
1	WG1720			1	#N/B
1	WG1721			1	Balgzand telgebied 3 Kooihoekschor
1	WG1722			1	Balgzand telgebied 2 Tussenschor
1	WG1730			1	Balgzand zuid (telgebied 1 en 1n)
1	WG1731			1	Balgzand telgebied 1n: Van Ewijksluisschor Nieuw
1	WG1732			1	Balgzand telgebied 1 Van Ewijksluisschor
1	WG1740			1	Balgzand telgebied 4 Slikhoek (pl 11.5 - Amsteldiepdiijk, pl 15)
1	WG1750			1	Balgzandkanaal 6 Kanaaloever
1	WG1810			1	Huisduinen - Den Helder (Hp 1 t/m TESO veer)
1	WG1820			1	Marinehaven Den Helder
3	WG2100			1	Terschelling
3	WG2110			1	Noordvaarder, Kroonpolders en Haven
3	WG2111			1	Noordvaarder
3	WG2112			1	Kroonspolders + Groene Strand
3	WG2113			1	Haven
3	WG2120			1	Plaat, Polder West en Striep
3	WG2121			1	Plaat of Dellewal
3	WG2122			1	Polder West
3	WG2123			1	Stryp
3	WG2130			1	Polder Noord
3	WG2140			1	Polders Midden
3	WG2141			1	Midsland - Formerum
3	WG2142			1	Formerum - Oosterend
3	WG2150			1	Polders Oost en Grie%on
3	WG2151			1	Oosterend - Wierschuur
3	WG2152			1	Grie%on
4	WG2161			1	De Groede
4	WG2162			1	1e Duintjes
4	WG2163			1	2e Duintjes
4	WG2164			1	3e Duintjes
4	WG2165			1	4e Duintjes
4	WG2166			1	Punt en Muy
4	WG2167			1	Strandvlakte
3	WG2171			1	Doodemanskisten
3	WG2172			1	Duinplassen paal 8 - 13
3	WG2173			1	Weilandjes paal 15 - 19
3	WG2174			1	Overige gebieden
3	WG2182			1	Eendenkooi Horrekooi
3	WG2183			1	Eendenkooi Jan Willemskooi
3	WG2184			1	Eendenkooi Takkenkooi
4	WG2200	1			Ameland
4	WG2210	1			Ameland-west
4	WG2211	1			Groene Strand
4	WG2212	1			Westpunt
4	WG2213	1			Polder West
4	WG2214	1			Polder Midden
4	WG2215	1			Ballumerduinen

Komnummer	Gebiedscode	twijfel	nieuw	controle	Naam
4	WG2220	1			Ameland-oost
4	WG2221	1			Polder Oost
4	WG2222	1			Nieuwlandsreid
5	WG2223	1			Oerd en Hon
6	WG2300		1		Engelsmanplaat
6	WG2310		1		Plaat
6	WG2320		1		Rif
3	WG2400			1	Griend
6	WG2500		1		Friese Kust: Lauwersoog - Holwerd
6	WG2510		1		Lauwersoog - Moddergat buitendijks
6	WG2511		1		Sluizen - Hoek van de Bant
6	WG2512		1		Paesemerlannen
6	WG2520		1		Anjumer- en Lioesserpolder, polder de Band
6	WG2521		1		Polder de Band
6	WG2522		1		Anjumer- en Lioesserpolder
6	WG2530		1		Moddergat - Wierum buitendijks
6	WG2540		1		Moddergat - Wierum binnendijks
5	WG2550		1		Wierum - Ternaard buitendijks
5	WG2560		1		Wierum - Ternaard binnendijks
4	WG2561		1		Eendenkooi Ternaard
4	WG2600			1	Friese Kust: Holwerd - Zwarte Haan
4	WG2610			1	Holwerd oost
4	WG2611			1	Holwerd oost buitendijks
4	WG2612			1	Holwerd oost binnendijks
4	WG2620			1	Holwerd west
4	WG2621			1	Holwerd west buitendijks
4	WG2622			1	Holwerd west binnendijks
4	WG2630			1	Blija
4	WG2631			1	Blija oost buitendijks
4	WG2632			1	Blija west buitendijks
4	WG2633			1	Blija oost binnendijks
4	WG2634			1	Blija west binnendijks
4	WG2640			1	Ferwerd
4	WG2641			1	Ferwerd buitendijks
4	WG2642			1	Ferwerd binnendijks
4	WG2650			1	Noorderleeg
4	WG2653			1	Noorderleeg west buitendijks noord
4	WG2654			1	Noorderleeg oost buitendijks noord
4	WG2655			1	Nijkerker polder
4	WG2656			1	Polder Vijfhuizen
4	WG2657			1	Noorderleegpolder binnendijks
4	WG2658			1	Polder Noorderleegs buitenveld (afsplitsing van WG2653)
4	WG2659			1	Polder Bokkepollen en de Keegen (afsplitsing van WG2654)
4	WG2660			1	Oude Bildtpollen
4	WG2662			1	Oude Bildtpollen west buitendijks
4	WG2663			1	Oude Bildtpollen oost binnendijks
4	WG2664			1	Oude Bildtpollen west binnendijks
4	WG2665			1	Oude Bildtpollen oost buitendijks west
4	WG2666			1	Oude Bildtpollen oost buitendijks oost
3	WG2700			1	Friese Kust: Zwarte Haan - Harlingen
3	WG2710			1	Zwarte Haan - Koehool buitendijks
3	WG2711			1	Koehool - Westhoek buitendijks
3	WG2712			1	Westhoek - Zwarte Haan buitendijks
3	WG2720			1	Polder de Koning
3	WG2730			1	Koehool - Voorgonden
3	WG2740			1	Koehool - Harlingen haven buitendijks
3	WG2750			1	Koehool - Harlingen haven binnendijks
6	WG3100		1		Schiermonnikoog

Komnummer	Gebiedscode	twijfel	nieuw	controle	Naam
6	WG3110		1		Rif
6	WG3120		1		Polders en Westerplas
6	WG3121		1		Westerplas
6	WG3122		1		Banckspolder
6	WG3123		1		Eendenkooi
6	WG3130	1			Schier oost
6	WG3131		1		Nieuwe pier - 3e slenk (Oosterkwelder)
6	WG3132		1		3e slenk - 4e slenk
7	WG3133	1			Inlaag
7	WG3134			1	Balg
7	WG3200			1	Simonszand
7	WG3210			1	Simonszand
7	WG3220			1	Simonsrif
9	WG3300			1	Rottumerplaat
9	WG3310			1	Rottumerplaat noord
9	WG3320			1	Rottumerplaat zuid
10	WG3400			1	Rottumeroog en Zuiderduin
10	WG3410			1	Rottumeroog
10	WG3420			1	Zuiderduin
10	WG3500			1	Groninger Kust: Emmapolder - Lauwersoog
10	WG3510			1	Emmapolder
10	WG3511			1	Landaanwinningswerken Emmapolder
10	WG3512			1	Emmapolder, binnendijks
10	WG3513			1	Ruithorn, Plas Natuurmonumenten
8	WG3520			1	Lauwerpolder
8	WG3521			1	Lauwerpolder, kwelder
8	WG3522			1	Lauwerpolder, binnendijks
8	WG3530			1	Noordpolder
8	WG3531			1	Noordpolder west, kwelder
8	WG3532			1	Noordpolder oost, kwelder
8	WG3533			1	Noordpolder west, binnendijks
8	WG3534			1	Noordpolder oost, binnendijks
8	WG3536			1	Klutenplas, Groninger Landschap
8	WG3540			1	Linthorst-Homanpolder
8	WG3541			1	Linthorst-Homanpolder kwelder
8	WG3542			1	Linthorst-Homanpolder binnendijks
8	WG3550			1	Negenboerenpolder
8	WG3551			1	Negenboerenpolder kwelder
8	WG3552			1	Negenboerenpolder binnendijks
8	WG3553			1	Deikum
6	WG3560		1		West en Julianapolder
6	WG3561		1		Kwelder West en Julianapolder
6	WG3562		1		Julianapolder binnendijks
6	WG3563		1		Westpolder binnendijks
6	WG3571		1		Marnewaarddijk buitendijks
6	WG3572		1		Marnewaarddijk zoute kwel en Marnewaard oost
6	WG3580		1		Haven Lauwersoog
10	WG4110			1	Eemshaven
10	WG4111			1	Eemshaven west
10	WG4112			1	Eemshaven haven
10	WG4113			1	Eemshaven oost
10	WG4120			1	Eemshaven - Nansum
10	WG4121			1	Eemshaven - Nansum kust
10	WG4122			1	N.A.M. locatie De Hond
10	WG4123			1	Hoogwatum
10	WG4130			1	Nansum - Delfzijl - Holwierde
10	WG4131			1	Nansum - Delfzijl
10	WG4132			1	Holwierde



Komnummer	Gebiedscode	twijfel	nieuw	controle	Naam
10	WG4140			1	Delfzijl - Oterdum
10	WG4141			1	Delfzijl - Oterdum, buitendijks
10	WG4142			1	Industrieterrein Delfzijl
10	WG4150			1	Oterdum - Punt van Reide
10	WG4151			1	Oterdum - Punt van Reide, buitendijks
10	WG4152			1	Termunten
10	WG4200			1	Dollard
10	WG4210			1	Coupure JK/CC-polder - Punt van Reide
10	WG4211			1	Punt van Reide
10	WG4212			1	Johannes Kerkhovenpolder, buitendijks
10	WG4220			1	Dollard: Coupure-Kamp buitendijks
10	WG4221			1	Coupure JK/CC-polder - Betonbrug, buitendijks
10	WG4222			1	Betonbrug - Kamp, buitendijks
10	WG4223			1	Kamp - Voormalige sluis, buitendijks
10	WG4230			1	Voormalige sluis - Nieuwe Statenzijl, buitendijks
10	WG4240			1	Johannes Kerkhovenpolder
10	WG4250			1	Dollard: Coupure-Kamp binnendijks
10	WG4251			1	Coupure JK/CC-polder - Betonbrug, binnendijks
10	WG4252			1	Betonbrug - Kamp, binnendijks
10	WG4253			1	Kamp - Voormalige sluis, binnendijks
10	WG4260			1	Voormalige sluis - Nieuwe Statenzijl, binnendijks
2	WG5100			1	De Hengst
4	WG5200			1	Blauwe Balgplaat

## SOVON Vogelonderzoek Nederland

Natuurplaza (gebouw Mercator 3)  
Toernooiveld 1  
6525 ED Nijmegen

T 024-7 410 410  
E [info@sovon.nl](mailto:info@sovon.nl)  
I [www.sovon.nl](http://www.sovon.nl)

Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V.



NAM



In de “Nulrapportage monitoring vogels Waddenzee (1991-2006) in het kader van de nieuwe gaswinningen” werden een aantal problemen gesignaleerd m.b.t. het gebruik van de reguliere vogelmonitoring als monitoring “met de hand aan de kraan”. Deze problemen zijn nader onderzocht in het rapport “Monitoring van vogels in de Waddenzee met de hand aan de kraan” (Ens et al. 2008a). De inzichten uit de eerdere rapportages en de voortgangsrapportage van 2009 zijn waar mogelijk toegepast in deze voortgangsrapportage over 2010 van de monitoring van mogelijke effecten van bodemdaling op de aantallen wadvogels en broedvogels als gevolg van de in 2007 gestarte gaswinning in de Waddenzee. Een poweranalyse van de monitoring-gegevens liet zien dat de statistische power van de reguliere monitoring laag is. Sinds de voortgangsrapportage van vorig jaar is de statistische methode verder aangescherpt om betrouwbaarder te kunnen toetsen.

SOVON Vogelonderzoek Nederland organiseert vogeltellingen en -onderzoek volgens gestandaardiseerde methoden ten behoeve van natuurbeheer, natuurbeleid en wetenschappelijk onderzoek. De onderwerpen die in onderzoeksrapporten aan de orde komen zijn divers. Het gaat om onder andere het opzetten van meetnetten en verspreidingsonderzoek, verklarend onderzoek naar oorzaken van veranderingen in voorkomen, graadmeterontwikkeling voor natuurbeleid en onderbouwend onderzoek voor soortbeschermingsprojecten. De omvangrijke gegevensbestanden die zijn gebaseerd zijn op grotendeels door vrijwilligers uitgevoerde vogeltellingen vormen vaak een belangrijke basis. Daarnaast worden ook specifieke veldonderzoeken uitgevoerd, waarbij allerlei ecologische gegevens over soorten en hun habitats worden verzameld.