

Analyses van vogeldata uit de Lauwersmeer in het kader van gaswinning

M. Roodbergen

Colofon

© SOVON Vogelonderzoek Nederland 2011

Opgesteld met medewerking van :
C. Hallmann
R. Foppen

Dit is een addendum horende bij het rapport 'Kleefstra R. & de Boer P. 2010. Broedvogelmonitoring in het Lauwersmeer in 2010. SOVON-inventarisatierapport 2010/26. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.'

Dit addendum is samengesteld in opdracht van de Nederlandse Aardolie Maatschappij BV, contactpersoon George Wintermans.

Niets uit dit addendum mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van SOVON en de opdrachtgevers.

SOVON Vogelonderzoek Nederland
Natuurplaza (gebouwd Mercator 3)
Toernooiveld 1
Tel: 024-7 410 410
E-mail: info@sovon.nl
Homepage: www.sovon.nl

INHOUD

Inhoud	2
1. Vraagstelling	3
2. Gegevens	4
2.1. Vogelgegevens	4
2.1.1. Broedvogels	4
2.1.2. Watervogels	5
2.1.3. Slaaplaatstellingen	5
2.2. Biotische en abiotische factoren	6
3. Analyses	7
3.1. Deelvragen 1 en 2	7
3.2. Deelvraag 3	8
3.3. Deelvraag 4	9
3.4. Deelvraag 5	9
4. Zeggingskracht	10
Literatuur	11
Appendix	12

1. VRAAGSTELLING

Met behulp van de uitgevoerde monitoring van vogelaantallen in het Lauwersmeer zal getracht worden antwoord te geven op de vraag

‘Heeft de (additionele) aardgaswinning in het Lauwersmeer een negatief effect op de vogels die van het gebied gebruik maken?’

Deze vraag kan worden opgesplitst in vijf deelvragen:

1. Wijken de trends van vogelsoorten in het Lauwersmeer af van die in de referentiegebieden? Zo ja, verschilt deze afwijking tussen soorten die op grond van hun biotoopeisen gevoelig zijn voor veranderingen van het waterpeil en soorten die hier niet gevoelig voor zijn? .
2. Verschillen de trends van broed- en watervogelsoorten ná de start van de (additionele) gaswinning (2007) van de trends vóór de start van de gaswinning? Zo ja, zijn deze verschillen vergelijkbaar voor soorten die op grond van hun biotoopeisen gevoelig zijn voor veranderingen van het waterpeil en voor soorten die hier niet gevoelig voor zijn?
3. Is de tot 2012 ‘gerealiseerde’ bodemdaling in verschillende deelgebieden binnen het Lauwersmeer van invloed op de trends uit de gegevens van de broed- en watervogeltellingen in de periode met bodemdaling (2007-2012)?
4. Zijn de trends van steltlopers, ganzen, zwanen en sterns op slaappleatsen in de periode 2007-2012 gecorreleerd aan de mate van bodemdaling?
5. Is de mate van cumulatieve jaarlijkse bodemdaling in verschillende deelgebieden binnen het Lauwersmeer van invloed op de jaarlijkse dichtheden van de meetsoorten in de gehele meetperiode (≤ 2012)?

Daarnaast werd door de audit-commissie van de NAM gevraagd een inschatting te geven van de zeggingskracht van de uit te voeren analyses.

Alvorens een beschrijving te geven van de analyses die zullen worden uitgevoerd om bovenstaande vragen te beantwoorden en hun zeggingskracht, worden eerst de beschikbare gegevens besproken (zie ook Roodbergen, 2008).

2. GEGEVENS

2.1. Vogelgegevens

2.1.1. Broedvogels

De monitoring van broedvogels in het Lauwersmeer loopt al meer dan 40 jaar. In de periode 1981-1998 werd deze uitgevoerd door Rijkswaterstaat en vrijwilligers van onder andere de Rijksuniversiteit Groningen (Zijlstra et al., 1996). Sinds 1999 wordt de monitoring uitgevoerd door professionele veldmedewerkers van SOVON in opdracht van Staatsbosbeheer. De opzet bestaat uit een combinatie van een jaarlijkse, gebiedsdekkende inventarisaties van bijzondere en zeldzame soorten ('meetsoorten') en steekproeftellingen van algemene soorten. Basis vormen zeven vaste BMP-proefvlakken die jaarlijks worden geteld (Ezumakeeg-West geïnventariseerd in 1999-2010, Ezumakeeg-Oost in 1999-2010, Pompsterplaat in 1999-2010, Kollumerwaard in 2004-2010, Zoutkamperplaat in 2000, 2006 en 2008-2010, Schildhoek in 1984 t/m 1997, 1999, 2005 en 2008-2010, en Hoek van de Bant in 1998, 2002, 2007, 2008-2010) en vijf additionele proefvlakken die om de vier jaar worden geïnventariseerd (Sennerplaat geïnventariseerd in 1984-1997, 2002, 2007, Pompsterplaat, grazig deel, in 2002 en 2007, Zuidelijke Ballastplaat-grazig in 2003 en 2008, Zuidelijke Ballastplaat-struweel in 2003 en 2008, en Zomerhuisjesbos in 2004 en 2008). Deze 12 proefvlakken (fig. A1a) omvatten de variatie in terrein en beheer, zich uitend in vegetatiestructuren. Het gaat daarbij om de inventarisatie van alle soorten volgens de BMP-methode (Van Dijk & Boele, 2011). Daarnaast wordt jaarlijks in principe het hele gebied (dus ook buiten de plots van dat jaar, sinds 2008 ook inclusief enkele lastig te bereiken eilanden) geïnventariseerd op een vaste selectie van 87 bijzondere soorten: de 'meetsoorten' (Natura 2000 soorten, Rode Lijst soorten, kolonievogels, zeldzame broedvogels, dagroofvogels en Grauwe Gans, Scholekster, zie Appendix voor de volledige lijst). Er wordt uitsluitend gewerkt volgens de 'territoriumkarteringsmethode'. Bij de kartering van meetsoorten is het gebied opgedeeld in zogenaamde LSB-telgebieden (fig. A1b).



Figuur A1a. Ligging van de vaste (1-7) en additionele proefvlakken (8-10) in het Lauwersmeergebied in 2008.



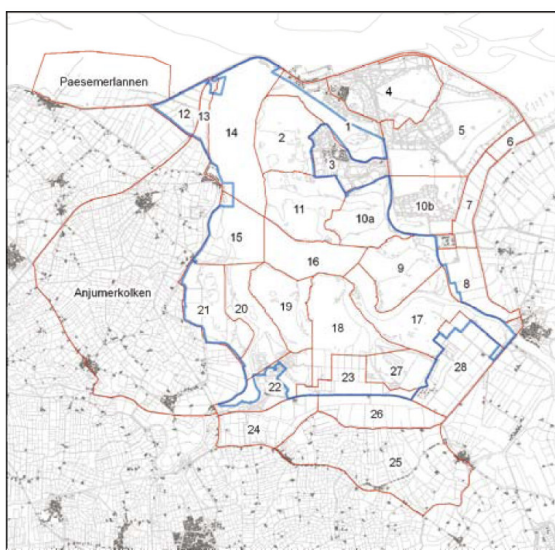
Figuur A1b. Begrenzing van het onderzoeksgebied (zwarte lijn) waarbij de ligging van de LSB telgebieden is weergegeven.

2.1.2. Watervogels

Inmiddels ligt er een lange telreeks van niet-broedende watervogels in het Lauwersmeer: in 1971 is gestart met de gebiedsdekkende vogeltellingen onder auspiciën van Rijkswaterstaat. Met name vanaf het seizoen 1980/81 zijn langjarige reeksen van maandelijkse tellingen opgebouwd. Vaak zijn echter niet alle tellingen beschikbaar in de landelijke watervogel-database en varieert het startjaar van de lange termijntrends per soort (Kleefstra *et al.*, 2009). Sinds januari 1997 worden de maandelijkse tellingen gecoördineerd door Staatsbosbeheer. Het Lauwersmeergebied is verdeeld in 32 telgebieden (fig. A2). De tellingen richten zich op alle watervogelsoorten (duikers, reigers, *Anatidae*, steltlopers, meeuwen, sterns), roofvogels en kraaiachtigen (Willems, 2007). Hieronder vallen alle watervogels waarvoor in het kader van de Vogelrichtlijn instandhoudingsdoelstellingen zijn geformuleerd voor het Lauwersmeer (zie voor de volledige lijst Roodbergen, 2008).

De landelijke watervogeldatabase bestaat uit tellingen die zijn uitgevoerd met een vaste systematiek en een jaarlijks vergelijkbare telinspanning. Het telprogramma bestaat uit verschillende onderdelen, elk met hun eigen aanpak en dekking van telgebieden (Hustings *et al.* 2008). Gegevens uit dit monitoringprogramma zijn per maand beschikbaar.

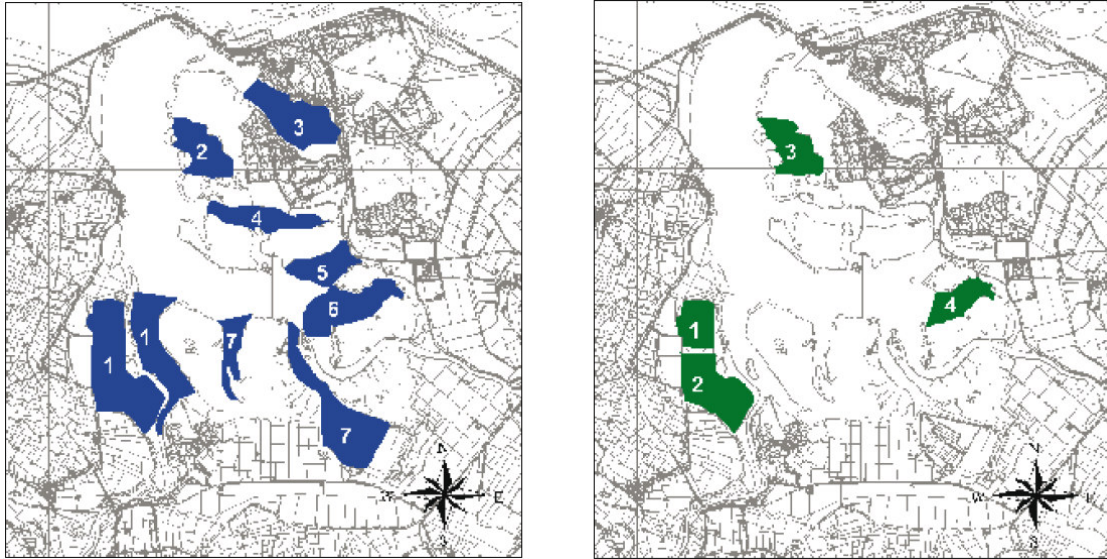
De watervogeltellingen resulteren in soortspecifieke gegevens over aantallen individuen per telgebied, maand en jaar. Aantallen kunnen van maand tot maand sterk verschillen. Grote variatie tussen tellingen zorgt voor minder nauwkeurige trends en daarmee voor minder statistische power in de analyses. Daarom zal uit de gegevens per jaar een gemiddelde en een maximum van het aantal vogels worden berekend (Wiersma *et al.*, 2009). Deze grootheden zijn over het algemeen minder variabel.



Figuur A2. Ligging van de watervogelgebieden in het Lauwersmeergebied (Kleefstra *et al.*, 2009). Het gebied binnen de blauwe begrenzing betreft het Natura 2000-gebied.

2.1.3. Slaapplaattellingen

In het seizoen 2007/2008 is gestart met slaapplaatsmonitoring in het Lauwersmeergebied (fig. A3) in relatie tot de aardgaswinning onder het Lauwersmeer. Door de verwachte bodemdaling zal bij een ongewijzigd peilregime het areaal geïnundeerd gebied toenemen, alsook de inundatiehoogte/waterdiepte. Dit kan effecten hebben op watervogels die op of in ondiep water aanwezig zijn. Ondiep water heeft in het Lauwersmeergebied een belangrijke functie voor tal van soorten waarvoor het gebied gekwalificeerd is als Vogelrichtlijngebied (slaapplaatsen worden expliciet genoemd in het aanwijzingsbesluit). Vaak zijn dit soorten waarvoor watervogeltellingen overdag tekort schieten en juist slaapplaattellingen de methode zijn om aantallen in kaart te brengen en trendmatige veranderingen te signaleren, zoals in het geval van ganzen, enkele steltlopers (o.a. Kemphaan, Grutto en Wulp) en sterns (Reuzenster).



Figuur A3. Ligging van de onderzochte slaappleatsen in het Lauwersmeergebied (Kleefstra et al., 2009). Links, in blauw, staan de slaappleatsen van ganzen weergegeven: 1. Ezumakeeg e.o., 2. Achter de Zwartten, 3. Nieuwe Robbengat, 4. Oude Robbengat, 5. Vlinderbalg, 6. Jaap Deensgat en 7. Kollumerwaard (incl. Babbelaar en Simonsgat). Rechts, in groen, staan de slaappleatsen van steltlopers weergegeven: 1. Ezumakeeg-Noord, 2. Ezumakeeg-Zuid, 3. Achter de Zwartten en 4. Jaap Deensgat.

2.2. Biotische en abiotische factoren

In het kader van de effectmonitoring aardgaswinning Lauwersmeer zijn door Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek (A&W) vlakdekkende gegevens verzameld over het uitgevoerde natuurbeheer in het gebied en over de vegetatiestructuur. Het natuurbeheer (maai-beheer en begrazing) is constant over de jaren en wordt sinds 2007 door A&W bijgehouden in beschrijvende vorm. Staatsbosbeheer beschikt over beheergegevens vóór 2007. De beschrijvingen van het gevoerde beheer zullen zoveel mogelijk worden gekwantificeerd. De vegetatiestructuur is voor het hele gebied bepaald door middel van luchtfoto-interpretatie en gerichte controle in het veld in de jaren 2005 (uitgangssituatie), 2008 en 2012 (Bijkerk et al., 2008).

Daarnaast wordt het grondwaterpeil gemeten op 17 plaatsen door middel van peilbuizen van A&W en Staatsbosbeheer en het oppervlaktewaterpeil op 5 plaatsen door A&W en het Waterschap Noorderzijlvest. Uit deze gegevens zal per seizoen een gemiddeld (grond)waterpeil worden berekend, alsook een maat voor de spreiding in (grond)waterpeil (bijv. de variantie).

De bodemdaling wordt gemeten en gemodelleerd door de NAM, zodat jaarwaarden kunnen worden geproduceerd voor de mate van bodemdaling in het hele gebied (zie fig. 3.1 in: Nederlandse Aardolie Maatschappij BV, 2010, en fig. 6 in dit rapport)

3. ANALYSES

3.1. Deelvragen 1 en 2

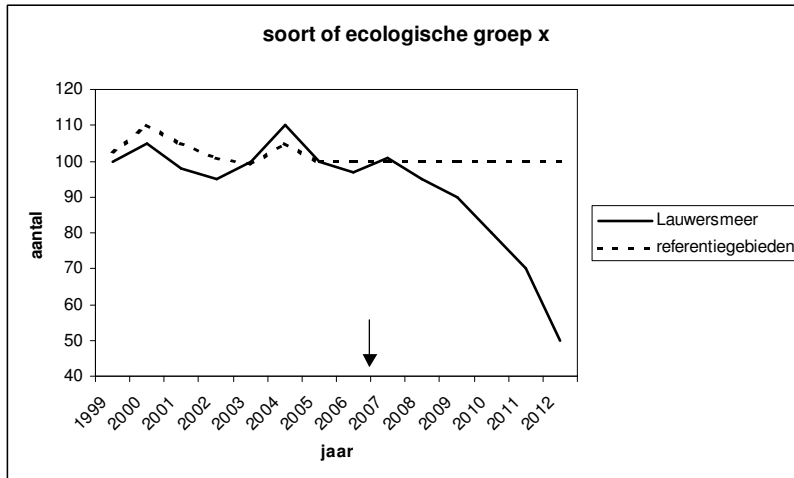
Voor het beantwoorden van de eerste twee deelvragen wordt gebruik gemaakt van bij SOVON aanwezige telgegevens uit BMP-plots en telgebieden van watervogels in de referentiegebieden in de Dollard, het Deltagebied (Scheelhoek, Kwade hoek, Beninger en Korendijksche slikken, Slikken van de Heen, Dintelse gorzen, Hellegatsplaten, Rammegors, Het Markiezaat en de Princesseplaat), de Biesbosch, het IJsselmeergebied, de Oostvaardersplassen, de Wieden en de Weerribben. Deze gebieden komen het meest overeen met het onderzoeksgebied (rietmoeras, begrazing, brak/zoet, Beemster & Bijkerk, 2005) en hiervan zijn langjarige meetreeksen beschikbaar, vooral voor watervogels en in mindere mate ook voor broedvogels.

Trends van de broed- en watervogels in deze gebieden in de periode vóór en ná de start van de aardgaswinning worden vergeleken met trends in het Lauwersmeer (BMP-plots, homogene vlakken, zie onder deelvraag 3, en watervogelgebieden) in dezelfde twee periodes. Langere reeksen leveren meer zeggingskracht op in de analyses. Daarom is het van belang dat de in de landelijke watervogel-database ontbrekende historische gegevens uit het Lauwersmeer, maar waar nodig ook uit de referentiegebieden, alsnog worden ingevoerd. De BMP-plots worden deels al sinds 1999 jaarlijks geteld, en ook de integrale kartering van de meetsoorten is in dat jaar gestart. De periode vóór de start van de additionele gaswinning is voor broedvogels 1999-2006 (8 jaar). Voor watervogels is deze periode 20-30 jaar langer, zeker wanneer de ontbrekende gegevens worden ingevoerd. De periode ná de start van de additionele gaswinning waarover de trends worden berekend is in beide gevallen 2006-2012 (7 jaar).

Voorafgaand aan de analyses wordt beoordeeld of het aantalverloop van elke soort voor elk type telling vóór de start van de gaswinning lineair is. Als trends voor bestaande data niet lineair zijn, zal het lineaire model het aantalverloop minder goed 'volgen' en is het moeilijker om aantalveranderingen statistisch aan te tonen, en de power zal navenant laag zijn (Wiersma *et al.*, 2009). Als aantallen niet lineair zijn veranderd, maar bijvoorbeeld eerst zijn toegenomen en daarna zijn afgenomen, wordt alleen de meest recente reeks van aaneengesloten jaren geselecteerd die wel een lineair verloop laten zien. Bij de trendberekeningen worden soorten zowel individueel als in ecologische groepen (zie appendix) geanalyseerd. Toetsing van de verschillen in trends tussen het Lauwersmeer en de referentiegebieden (factor 'Gaswinning') en tussen de periode vóór en ná de start van de aardgaswinning worden uitgevoerd met behulp van een knippunt-analyse met mixed effects modellen met (quasi)Poisson-verdeling, met plotnummer als random factor, om te corrigeren voor afhankelijkheid binnen plots. Het resulterende globale fixed model ziet er als volgt uit:

$$\text{Aantal broedparen of individuen} = \text{Gaswinning} + \text{Jaar} + \text{Gaswinning.Jaar}$$

Het knippunt wordt gelegd bij 2007, het jaar van de start van de gaswinning. Significante verschillen in trends tussen het Lauwersmeer en de referentiegebieden en tussen de periodes (fig. A4) duiden op een mogelijk effect van gaswinning (mogelijk, omdat ook andere factoren in de tijd en tussen onderzoeksgebied en referentiegebieden kunnen verschillen, ondanks zorgvuldige selectie). Om nader te onderzoeken of dit werkelijk het geval is zal getracht worden antwoord te geven op deelvragen 3 t/m 5.



Figuur A4. Fictief resultaat van de eerste twee analyses, waarbij de aantalontwikkelingen per vogelsoort tussen het Lauwersmeer en referentiegebieden in de tijd worden vergeleken. De pijl geeft de start van de aardgaswinning aan. Gepresenteerd zijn gemiddelde waarden, de betrouwbaarheidsintervallen zijn niet weergegeven.

3.2. Deelvraag 3

Bij de integrale broedvogelkartering van het Lauwersmeer worden territoria in de vorm van gedigitaliseerde stippenkaarten opgeslagen. Ook de overige (a)biotische factoren worden vlakdekkend gemeten. Dit betekent dat het Lauwersmeer kan worden opgedeeld in min of meer homogene vlakken voor wat betreft bodemdalingklasse, gevoerd natuurbeheer, gemiddeld (grond/oppervlakte)waterpeil en spreiding hierin in winter en voorjaar en vegetatiestructuur van het gebied (voor de laatste twee factoren wordt de uitgangssituatie vóór de start van de gaswinning genomen). In deze vlakken worden de dichtheden en trends van de meetsoorten bepaald. Voor watervogels wordt getracht om de telgebieden te koppelen aan de biotische en abiotische gegevens. Vervolgens wordt getoetst of de uiteindelijke bodemdaling in 2012 (in een beperkt aantal klassen) van invloed is op de trends in de vlakken in de periode vanaf de start van de bodemdaling (2006-2012), waarbij wordt gecorrigeerd voor verschillen in beheer, (grond/oppervlakte)waterpeil en vegetatiestructuur. Trendanalyses (van het aantal broedparen en het gemiddeld en maximum aantal watervogels) worden per soort uitgevoerd met het programma TRIM. De effectanalyse wordt uitgevoerd met een Generalized Linear Model (GLM). Hierbij wordt de populatie groeifactor van een deelgebied log-getransformeerd om een normale verdeling van de data te verkrijgen. Het globale model dat de trends per homogeen vlak verklaart komt er dan als volgt uit te zien:

$$\text{Log(groeifactor)} = \text{Vegetatiestructuur} + \text{Begrazing} + \text{Maaibeheer} + \text{Grondwaterpeil (winter/voorjaar)} + \text{Spreiding grondwaterpeil (winter/voorjaar)} + \text{Oppervlaktewaterpeil (winter/voorjaar)} + \text{Spreiding oppervlaktewaterpeil (winter/voorjaar)} + \text{Bodemdalingklasse}$$

Bodemdaling zal een effect hebben op de overstromingskans van een gebied. Daarom wordt dezelfde analyse uitgevoerd met in plaats van de factoren ‘(Grond)Waterpeil’ en ‘Bodemdaling’ de factor ‘Overstromingskans’, die wordt bepaald in de Milieu Effect Rapportage (Nederlandse Aardolie Maatschappij BV, 2006):

$$\text{Log(groeifactor)} = \text{Vegetatiestructuur} + \text{Begrazing} + \text{Maaibeheer} + \text{Overstromingskans}$$

Door middel van stepwise model selectie wordt vervolgens bepaald welke van de verklarende variabelen een significante bijdrage leveren aan het model.

Indien nodig zullen soorten op grond van hun ecologie worden samengevoegd (zie appendix). In dat geval worden mixed effects modellen gebruikt met soort als random factor, om te corrigeren voor afhankelijkheid van gegevens binnen één soort.

Indien de factoren 'Bodemdalingklasse' en/of 'Overstromingskans' significant blijken, wijst dit op een effect van bodemdaling op het aantalverloop van die vogelsoort/groep in het Lauwersmeer.

3.3. Deelvraag 4

Sinds 2007 is SOVON in opdracht van de NAM begonnen met het tellen van vogels op slaappleaatsen in het Lauwersmeer. Aangezien de meeste slaappleaatsen op eilanden, of ondiep water/plasdras situaties gelegen zijn, zal een waterpeilstijging als gevolg van de bodemdaling door gaswinning gevolgen kunnen hebben voor soorten die van deze slaappleaatsen gebruik maken. Helaas zijn hiervoor geen referentiegebieden of historische referenties voorhanden. Wel kan worden getoetst of gebieden met een grotere mate van bodemdaling andere trends vertonen in de periode 2007-2012 dan gebieden met minder bodemdaling. Dit zal op dezelfde manier gebeuren als onder deelvraag 3 beschreven, maar zonder de verklarende variabelen Vegetatiestructuur, Grondwaterpeil en Beheer, omdat deze variabelen hier niet van toepassing zijn:

$$\text{Log(groefactor)} = \text{Oppervlaktewaterpeil (winter/voorjaar)} + \text{Spreiding oppervlaktewaterpeil (winter/voorjaar)} + \text{Bodemdalingklasse}$$

Als deze factor significant blijkt, betekent dit dat de trend van die soort/groep is gerelateerd aan de bodemdaling.

3.4. Deelvraag 5

Het effect van de cumulatieve jaarlijkse bodemdaling op de jaarlijkse aantallen van broedvogels binnen de homogene vlakken (zie deelvraag 3) wordt bepaald door middel van mixed effects modellen met een (quasi)Poisson verdeling, met 'Aantal broedparen' als responsvariabele en Beheer, Vegetatiestructuur, Grondwaterpeil(winter en lente), Oppervlaktewaterpeil (winter en lente), Jaar en Bodemdalingklasse (inclusief interactie van de laatste twee) als verklarende variabelen. Wanneer meerdere soorten worden samengevoegd wordt het homogene vlak en de factor soort als random variabele meegenomen, om te corrigeren voor het feit dat gegevens uit één vlak en binnen één soort correleren tussen jaren. Het globale model dat de aantallen per homogeen vlak per jaar verklaart komt er als volgt uit te zien:

$$\text{Aantal broedparen} = \text{Habitat} + \text{Begrazing} + \text{Maai-beheer} + \text{Grondwaterpeil(winter/voorjaar)} + \text{Waterpeil (winter/voorjaar)} + \text{Bodemdalingklasse} + \text{Jaar} + \text{Bodemdalingklasse.Jaar}$$

Wederom wordt hetzelfde model ook met factor 'Overstromingskans' in plaats van '(Grond)Waterpeil' en 'Bodemdalingklasse' geanalyseerd:

$$\text{Aantal broedparen} = \text{Habitat} + \text{Begrazing} + \text{Maai-beheer} + \text{Overstromingskans} + \text{Jaar} + \text{Overstromingskans.Jaar}$$

Hiervoor worden data van de gehele meetperiode gebruikt. Voor watervogels wordt geen analyse van aantallen uitgevoerd.

Als de factoren 'Bodemdalingklasse' en/of 'Overstromingskans' en hun interactie met Jaar significant zijn, wijst dit op een effect van bodemdaling op de aantallen en het aantalverloop van broedvogels.

4. ZEGGINGSKRACHT

Voor de analyses 1 en 2 is door Wiersma *et al.* (2009) een poweranalyse uitgevoerd. Hieruit is gebleken dat de power (ofwel het onderscheidend vermogen: de kans dat wanneer er een effect is, dit effect ook daadwerkelijk wordt aangetoond) van de analyses vaak laag is. Een redelijke power (>70%) wordt slechts in enkele soorten gehaald, en dan alleen bij grote effecten van bodemdaling (5-10% aantalverandering per jaar) en bij langjarige meetreeksen (6-8 jaar). Volgens deze studie wordt de power sterk verhoogd door een striktere, weloverwogen selectie van gebieden toe te passen, namelijk door gebieden met veel nullen en lage aantallen (geen tot weinig vogels) weg te laten. Hogere aantallen bevatten meer informatie over de trend en dat heeft een positieve invloed op de power. Selectie van gebieden op basis van de tellingen moet echter zeer voorzichtig gebeuren, omdat de mogelijkheid bestaat dat naar gewenste resultaten toe wordt gerekend. Daarnaast is het zo dat analyses van talrijke soorten een hogere power hebben, en dat de power bij analyses van broedvogelgegevens hoger is dan bij analyses van watervogelgegevens (Wiersma *et al.*, 2009). De power kan verder worden verhoogd door ook de plots die één keer per vier jaar worden geteld jaarlijks te tellen en door te zorgen voor langere meetreeksen, dus door de analyses in een later stadium te herhalen.

Om een redelijke power te krijgen zijn rond de 15 datapunten nodig per parameter die geschat moet worden. Door mixed effects modellen te gebruiken in plaats van GLMs, die door Wiersma *et al.* (2009) zijn gehanteerd, zullen minder parameters geschat hoeven worden, doordat 'Plotnummer' nu als random factor kan worden meegenomen. Ook het samenvoegen van soorten in ecologisch relevante groepen zal de power doen toenemen. De indeling van soorten in verschillende soortgroepen is gegeven in de appendix.

Omdat men vooral geïnteresseerd is in negatieve effecten van bodemdaling kan in eerste instantie éénzijdig getoetst worden; ook dit zal de power verhogen. Tot slot worden extra analyses uitgevoerd (deanalyses 3-5), wat de kans op het vinden van een eventueel effect verder vergroot.

Maatregelen die de power van de analyses zullen verhogen ten opzichte van de power berekend door Wiersma *et al.* (2009) zijn samengevat in tabel A1.

Tabel A1. Kenmerken die de power van de in de tekst beschreven analyses verhogen t.o.v. de analyses besproken in Wiersma *et al.* (2009).

Analyses in Wiersma <i>et al.</i> (2009)	Analyses Lauwersmeer
Prioritaire soorten	Selectie en samenvoegen van soorten
Selectie gebieden	Waar mogelijk strengere selectie gebieden
Onderbroken telreeksen	Invoer gegevens ontbrekende gebieden
Generalized Linear Models	Mixed effects models
Één- en tweezijdige toetsing	Éénzijdige toetsing
Deanalyses 1 en 2	Deanalyses 1-5

LITERATUUR

- Beemster, N., and W. Bijkerk. 2005. Natuurwaarden in het Lauwersmeergebied en mogelijke effecten van bodemdaling door gaswinning. A&W rapport 703. Veenwouden, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek bv.
- Bijkerk, W., R. Bakker, and R. Buis. 2008. Monitoring effecten van bodemdaling in de Lauwersmeer. Eerste voortgangsrapportage (2007/2008). A&W-rapport 1123. Veenwouden, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek.
- Kleefstra, R., P. de Boer, and J. Willems. 2009. Watervogels in het Lauwersmeer in 2008/2009. SOVON-inventarisatierapport 2009/26. Nijmegen, SOVON Vogelonderzoek Nederland.
- Nederlandse Aardolie Maatschappij BV. 2006. MER Aardgaswinning Waddenzeegebied vanaf locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen.
- Nederlandse Aardolie Maatschappij BV. 2010. Samenvatting monitoringrapporten 2009 en integrale beoordeling.
- Roodbergen, M. 2008. Meet- en analyseplan vogelmonitoring Lauwersmeer in relatie tot aardgaswinning. SOVON-informatierapport 2008/07. Beek-Ubbergen, SOVON Vogelonderzoek Nederland.
- Sierdsema, H. 1995. Broedvogels en beheer. Het gebruik van broedvogelgegevens in het beheer van bos- en natuurterreinen. SBB-rapport 1995-1, SOVON-onderzoeksrapport 1995/04. SBB/SOVON, Driebergen/Beek-Ubbergen.
- Van Dijk, A., and A. Boele. 2011. Handleiding SOVON Broedvogelonderzoek. Nijmegen, SOVON Vogelonderzoek Nederland.
- Wiersma, P., M. Roodbergen, P. W. Goedhart, and B. J. Ens. 2009. Ontwikkeling en toepassing van een poweranalyse voor de vogelmonitoringsgegevens in het kader van de nieuwe gaswinning. 11, 50.
- Willems, J. 2007. Vogels in het Lauwersmeergebied: seizoensverslag 2005/2006. Groningen, Staatsbosbeheer Regio Noord.
- Zijlstra, E. F., M. R. van Eerden, N. Beemster, and M. Zijlstra. 1996. Het Lauwersmeergebied, een wetland in beweging; 13 jaar vogeltellingen (1981-1994). Lelystad, Rijkswaterstaat.

