

Alken en Zeekoeten op het Friese Front

Rob van Bemmelen, Floor Arts & Mardik Leopold

Rapportnummer C160/13



IMARES Wageningen UR

(IMARES - Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies)

Opdrachtgever:

Min. van Economische Zaken
Directie Natuur en Biodiversiteit
T.a.v. Mirjam Poppe
Postbus 20401
2500 EK Den Haag

Publicatiedatum:

16 Oktober 2013

IMARES is:

- een onafhankelijk, objectief en gezaghebbend instituut dat kennis levert die noodzakelijk is voor integrale duurzame bescherming, exploitatie en ruimtelijk gebruik van de zee en kustzones;
- een instituut dat de benodigde kennis levert voor een geïntegreerde duurzame bescherming, exploitatie en ruimtelijk gebruik van zee en kustzones;
- een belangrijke, proactieve speler in nationale en internationale mariene onderzoeksnetwerken (zoals ICES en EFARO).

Voorplaat: Zeekoet (links) & Alk (rechts), Friese Front, oktober 2012 (*Sander Lagerveld*)

P.O. Box 68 1970 AB IJmuiden Phone: +31 (0)317 48 09 00 Fax: +31 (0)317 48 73 26 E-Mail: imares@wur.nl www.imares.wur.nl	P.O. Box 77 4400 AB Yerseke Phone: +31 (0)317 48 09 00 Fax: +31 (0)317 48 73 59 E-Mail: imares@wur.nl www.imares.wur.nl	P.O. Box 57 1780 AB Den Helder Phone: +31 (0)317 48 09 00 Fax: +31 (0)223 63 06 87 E-Mail: imares@wur.nl www.imares.wur.nl	P.O. Box 167 1790 AD Den Burg Texel Phone: +31 (0)317 48 09 00 Fax: +31 (0)317 48 73 62 E-Mail: imares@wur.nl www.imares.wur.nl
---	--	---	--

© 2013 IMARES Wageningen UR

IMARES, onderdeel van Stichting DLO.
KvK nr. 09098104,
IMARES BTW nr. NL 8113.83.696.B16.
Code BIC/SWIFT address: RABONL2U
IBAN code: NL 73 RABO 0373599285

De Directie van IMARES is niet aansprakelijk voor gevolgschade, noch voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van IMARES; opdrachtgever vrijwaart IMARES van aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van de opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag weergegeven en/of gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier gebruikt worden zonder schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

A_4_3_1-V13

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave.....	3
Samenvatting.....	4
Populatieschattingen op basis van scheeps- en vliegtuigtellingen	4
Aanbevelingen voor monitoring.....	5
1. Inleiding.....	6
2. Kennisvraag.....	7
3. Methoden	7
Dataselectie	7
Scheepstellingen.....	8
Telmethode	8
Distance analyse.....	8
Populatieschattingen	9
Vliegtuigtellingen	10
Populatieschattingen	11
Vergelijking dichtheden scheeps- en vliegtuigtellingen.....	12
4. Resultaten	13
Scheepstellingen.....	13
Waarnemingsinspanning	13
Soortensamenstelling	17
Kuikens	18
Rui	19
Seizoens- en jaarvariatie	21
Distance analyse.....	21
Populatieschattingen van een aantal uitgebreide surveys	23
Ruimtelijke patronen in dichtheden.....	25
Vliegtuigtellingen	27
Waarnemingsinspanning	27
Seizoens- en jaarvariatie	28
Populatieschattingen	29
Ruimtelijke patronen in dichtheden.....	30
Vergelijking scheepstellingen met vliegtuigtellingen	31
Populatieschattingen en dichtheden.....	31
Variatiecoëfficiënten.....	33
Verspreiding, dichtheid en aantalsschattingen: oktober-november 2012.....	33
5. Discussie en conclusies.....	36
Verschillen in populatieschattingen van scheeps- en vliegtuigtellingen	36
Aanbevelingen voor monitoring.....	38
6. Kwaliteitsborging	39
Referenties	40
Verantwoording	42

Samenvatting

Het Friese Front, zoals omschreven en geografisch aangeduid in het rapport van Lindeboom *et al.* (2005) zal worden aangewezen als Vogelrichtlijngebied, c.q. Natura 2000 gebied. Eén belangrijke reden voor de aanwijzing is de aanwezigheid, in zomer, nazomer en herfst, van internationaal belangrijke aantallen Zeekoeten *Uria aalge*, namelijk meer dan 15 620 individuen (de 1% drempelwaarde voor deze soort). In de loop van de herfst komen hier nog aanzienlijke, internationaal belangrijke, aantallen Alken *Alca torda* bij, namelijk meer dan 3240, de 1% drempelwaarde voor deze soort.

Vanwege de bijzondere status van het gebied is het belangrijk om te weten welke aantallen Zeekoeten het gebied bezoeken en wat de trends in aantallen zijn. Nederland moet hierover in de toekomst aan de Europese Commissie rapporteren. Een monitoringsprogramma dat de benodigde gegevens kan aanleveren is in ontwikkeling (van Roomen *et al.* 2013).

In dit rapport wordt informatie van eerder uitgevoerde ESAS sloopstellingen (1987-2011) aangevuld met een recente integrale sloopstelling van het Friese Front (oktober-november 2012), gekoppeld aan de tweemaandelijks uitgevoerde MWTL vliegtuigtellingen. Er wordt onderzocht hoe deze beide datasets zich onderling verhouden en of betrouwbare schattingen van het aantal Zeekoeten, Alken, dan wel Alk/Zeezoeten kunnen worden gedestilleerd. Tijdens de MWTL-vliegtuigtellingen worden de sterk op elkaar lijkende Alken en Zeekoeten niet tot op soortniveau herkend, terwijl dit wel gebeurt tijdens sloopstellingen.

Sloopstellingen laten zien dat Zeekoeten eind juli op het Friese Front verschijnen. Adulte (mannelijke) vogels arriveren hier met hun niet-vliegvlugge kuikens en maken zelf een volledige rui door. Het percentage juvenielen loopt in augustus op tot circa 20%. Vervolgens nemen de aantallen Zeekoeten enigszins af, om in de loop van de herfst weer toe te nemen. Midwinter vertrekken veel (volwassen) Zeekoeten. Vogels die in het voorjaar nog aanwezig zijn, zijn waarschijnlijk voornamelijk onvolwassen vogels, wat zich onder andere uit in een hoog percentage vogels dat nog niet in zomerkleed is. Alken zijn (zo goed als) afwezig in de maanden mei-september. Pas vanaf oktober verschijnen ze op het Friese Front. Ze kunnen dan talrijker zijn dan Zeekoeten: in de herfst is het Friese Front dus belangrijker voor Alken dan voor Zeekoeten. In het voorjaar nemen de aantallen Alken weer af.

Populatieschattingen op basis van scheeps- en vliegtuigtellingen

De resultaten van vier sloopstellingen in 2005-2012 wijzen op de aanwezigheid van maximaal ca. 100 000 Zeekoeten en ca. 30 000 Alken in het door Lindeboom *et al.* (2005) gedefinieerde Friese Front gebied. Deze aantallen overschrijden de 1% norm voor de Zeekoet (6,4 x de norm) en voor Alk (9,3 x de norm) ruimschoots. Gecombineerde populatieschattingen voor Alk en Zeekoet samen, op basis van sloopstellingen zijn in drie van de vier onderzochte gevallen aanzienlijk hoger dan de populatieschattingen op grond van vliegtuigtellingen vóór en na deze sloopssurveys. De verschillen variëren van circa 8 000 tot 90 000 individuen.

Er zijn verschillende potentiële oorzaken van de grote verschillen tussen populatieschattingen op grond van scheeps- en vliegtuigtellingen. Ten dele kunnen deze verschillen verklaard worden door de timing van de vliegtuigtellingen in relatie tot timing van de aankomst van Zeekoeten op het Friese Front. Daarnaast vonden de vliegtuigtellingen twee tot zes weken vroeger of later dan de sloopstellingen. In dergelijke lange periodes kunnen zich grote verschuivingen in verspreiding en dichtheden Alken en Zeekoeten manifesteren. Alleen bij de tellingen in oktober-november 2012 werden de vliegtuig- en sloopstelling in een kort tijds kader uitgevoerd. Ook in dit geval leverde de sloopstelling een veel hogere populatieschatting op, wat suggereert dat deze verschillen worden veroorzaakt door andere

fenomenen dan verplaatsing of relatieve timing van de tellingen. Eén daarvan is het feit dat de transecten van de vliegtuigtellingen slechts een klein deel van het gebied dekken – en dan alleen aan de randen. Intrapolatie van gemeten dichtheden aan de randen naar het centrale deel van het gebied is problematisch in het geval dat dichtheden vogels grote lokale verschillen vertonen, zoals op het Friese Front. Tenslotte zouden de lagere gemeten dichtheden tijdens vliegtuigtellingen ook verklaard kunnen worden door methodische verschillen betreffende de detectiekans van vogels en de manier waarop daarvoor wordt gecorrigeerd.

Het al dan niet kunnen detecteren van een trend in aantallen hangt af van de precisie van populatieschattingen. Vergelijking van de variatiecoëfficiënten van de dichtheidsmetingen van de twee methoden liet zien dat deze ofwel van gelijke orde van grootte waren, ofwel dat de precisie van scheepstellingen hoger was.

Aanbevelingen voor monitoring

Monitoring van Alken en Zeekoeten op het Friese Front is met name relevant in de zomer (juli-augustus), wanneer hier grote aantallen Zeekoeten met hun jongen aanwezig zijn, en in de herfst en winter (oktober-januari), wanneer hier zowel grote aantallen Alken als Zeekoeten aanwezig zijn.

Omdat in de zomermaanden (juli-september) Alken nagenoeg afwezig zijn zou monitoring door middel van vliegtuigtellingen in principe afdoende moeten zijn ondanks het onvermogen om Alken van Zeekoeten te onderscheiden bij vliegtuigtellingen. Aanbevolen wordt de waarnemingsinspanning in het gebied echter flink te verhogen en de *distance sampling* techniek toe te passen. Lager vliegen dan de huidige standaard bij MWTL kan de schattingen verder verbeteren. Niettemin zullen deze vliegtuigtellingen, onderschattingen opleveren, wat opgevangen kan worden door aanvullende scheepstellingen, welke ook informatie opleveren over de opgroefunctie van het gebied. En nieuwe techniek, met behulp van hoge resolutie camera's vormen een mogelijk alternatief maar is nog geen bewezen technologie voor het specifieke probleem van de herkenning van Alken versus Zeekoeten, of van het onderscheiden van jonge en oude Zeekoeten.

In de herfst, wanneer Alken zeer talrijk kunnen zijn, is het onvermogen om de soorten te onderscheiden tijdens vliegtuigtellingen een serieus probleem. In de periode dat Alken aanwezig zijn in het gebied zijn vliegtuigtellingen dus ongeschikt voor monitoring van Zeekoeten (en van Alken) op het Friese Front.

1. Inleiding

Het Friese Front, zoals omschreven en geografisch aangeduid in het rapport van Lindeboom *et al.* (2005) zal worden aangewezen als Vogelrichtlijngebied, c.q. Natura 2000 gebied ¹. Een belangrijke reden voor de aanwijzing is het voorkomen, in zomer, nazomer en herfst, van internationaal belangrijke aantallen Zeekoeten *Uria aalge*, namelijk meer dan 15 620 individuen (Tabel 1). Aantallen vogels in een bepaald gebied zijn "internationaal belangrijk" wanneer ze groter zijn dan 1% van de betreffende geografische populatie en wanneer deze aantallen geregeld in het gebied voorkomen. Voor Zeekoeten is het Friese Front een opgroeigebied, waar deze vogels, veelal uit beschermde broedkolonies in het Verenigd Koninkrijk, vanaf de Britse oostkust heen zwemmen met hun jongen, om deze hier verder te laten opgroeien (Camphuysen & Leopold 1994). In de loop van de herfst komen hier nog aanzienlijke aantallen Alken *Alca torda* bij, en als dit er geregeld meer zijn dan 3240 (de 1%-norm voor deze soort: Tabel 1) is het gebied ook voor deze soort van internationaal belang. Het gebied is in het verleden meerdere malen gericht op Zeekoeten onderzocht en het belang van het Friese Front voor deze soort staat vast: de 1%-norm wordt voor deze soort geregeld overschreden. Voor de Alk staat nog niet vast of de 1%-norm (geregeld) wordt overschreden: er zijn alleen gerichte surveys gedaan in zomer en nazomer terwijl de meeste Alken later, in de herfst op het Friese Front verschijnen.

Vanwege de bijzondere status van het gebied is het belangrijk om te weten welke aantallen Zeekoeten het gebied bezoeken: het gebied zal voor deze soort worden aangewezen als Vogelrichtlijngebied, c.q. Natura 2000 gebied. Nederland moet hierover in de toekomst aan de Europese Commissie rapporteren. De aantallen Zeekoeten moeten daarom worden gevolgd, maar een monitoringsprogramma dat de benodigde gegevens kan aanleveren is er nog niet. Daarbij is het niet uitgesloten dat ook de aantallen Alken die het Friese Front in de herfst bezoeken de 1%-norm overschrijden. De meeste scheepssurveys in het gebied waren tot nu toe gericht op de Zeekoet en het zwaartepunt van die inspanningen lag op de zomer en nazomer waardoor wellicht het belang van het gebied voor de Alk, in de herfst, onderbelicht is gebleven. Hierdoor is de Alk bij de aanwijzing van het gebied geen doelsoort van het natuurbeleid, wat onverlet laat dat het gebied ook voor Alken van internationale betekenis zou kunnen zijn.

Hoewel de reguliere, tweemaandelijks vliegtuigsurveys van de vogels van het Nederlands Continentale Plat (NCP) geschikt lijken om de aantallen Zeekoeten op het Friese Front te schatten, kennen deze surveys twee problemen. Ten eerste liggen de standaard (MWTL)-transectlijnen aan de randen van het Friese Front en ten tweede worden Alken en Zeekoeten niet met voldoende zekerheid van elkaar worden onderscheiden: men telt vanuit de lucht dus "alk/zeekoeten" (Arts & Berrevoets 2006; Arts 2012). Om een schatting te kunnen maken van het aantal Zeekoeten binnen de totale aantallen alk/zeekoeten is dus naast een ruimtelijke en temporele extrapolatie ook kennis nodig van de verhouding Alk/Zeekoet op het Friese Front. Deze informatie kan verkregen worden door vanaf een schip de vogels te inventariseren. In het verleden zijn meerdere van dergelijke inventarisaties gedaan waardoor er een zeker volume aan basisdata beschikbaar is. Deze scheepssurveys waren echter nooit getimed op de vliegtuigsurveys en besloegen meestal niet het hele gebied dat thans is aangemerkt als het Friese Front.

Tabel 1. Populatieschattingen van Zeekoet en Alk en de bijbehorende drempelwaarden op grond van Skov *et al.* (2007).

Soort	Schatting omvang biogeografische populatie	1% drempelwaarde
Zeekoet	1,562,000	15,620
Alk	324,000	3,240

¹ http://www.hetInvloket.nl/portal/page?_pageid=116,1640408&_dad=portal&_schema=PORTAL#north_sea

2. Kennisvraag

De onderzoeksoopdracht is tweeledig. Bestaande informatie van scheepstellingen moet worden gekoppeld aan de relevante vliegtuigtellingen zodat kan worden nagegaan of beide datasets elkaar zodanig kunnen aanvullen dat uit de vliegtuigtellingen betrouwbare schattingen van de aantallen Zeekoeten kunnen worden gedestilleerd. Het tweede deel van de opdracht is het uitvoeren van een integrale telling, per schip, van de Alken en Zeekoeten op het Friese Front in nauw overleg met de vliegtuigtellers, zodat een actuele vergelijking van beide methoden kan worden gemaakt.

3. Methoden

Vogels zijn geteld langs transecten, zowel vanaf schepen als vanuit vliegtuigen. Scheeps- en vliegtuigtellingen verschillen in de mogelijkheden tot soortsherkenning, kansen op detecties van vogels op verschillende afstanden tot de waarnemers en in timing van de verschillende tellingen. Daarnaast neemt een telling per schip meer tijd en waren er aanzienlijke verschillen in dekking van het Friese Front tussen de beide survey types.

Dataselectie

In de ESAS database (1987-heden) werden scheepstelling geselecteerd met een goede dekking van het Friese Front. Omdat MWTL tellingen alleen beschikbaar zijn voor de periode vanaf 1991, werd een reeks scheepstellingen van eind jaren '80 niet nader geanalyseerd. Hoewel deze tellingen speciaal gericht waren op het Friese Front, besloegen ze slechts circa twee derde van het gebied. Het meest oostelijke deel van het Friese Front is in die jaren nooit op Alken en Zeekoeten geïnventariseerd. Bovendien ontbreken uit die jaren gevalideerde gegevens van vliegtuigtellingen.

Daarbij zijn vervolgens de meest nabijgelegen (in de tijd) MWTL tellingen gezocht en van deze tellingen zijn de data gebruikt ter vergelijk. Bij deze eerdere tellingen is geen vooroverleg geweest tussen scheeps- en vliegtuigtellers, waardoor de onderlinge timing in de regel minder goed was. Voor de eerder tellingen is daarom steeds de MWTL telling direct vóór de scheepssurvey geselecteerd, en ook de eerste MWTL telling na de scheepstelling (*Tabel 2*).

Daarnaast is voor deze studie een nieuwe scheepstelling uitgevoerd van 30 oktober-1 november 2012 het hele Friese Front gebied in nauw overleg met de vliegtuigtellers (Leopold *et al.* 2012). Rond deze telling, op 26 en 30 oktober en op 5 november 2012, is de bijbehorende vliegtuigtelling uitgevoerd.

Tabel 2. Overzicht van de geselecteerde surveys. De datums waarom de scheeps- en bijbehorende vliegtuigtellingen zijn uitgevoerd zijn hier weergegeven, teruglopend vanaf 2012.

Datums scheepstellingen	Datums vliegtuigtellingen
30 oktober – 1 november 2012	26 en 30 oktober & 5 november 2012
28-29 juli & 3-6 augustus 2009	21 juni & 2 en 7 juli 2009 (voorafgaand aan scheepstelling) 21-23 augustus 2009 (volgend op scheepstelling)
26-28 juli 2006	20 & 27 & 30 juni 2006 (voorafgaand aan scheepstelling) 24-26 augustus 2006 (volgend op scheepstelling)
4-6 oktober 2005	21-23 augustus 2005 (voorafgaand aan scheepstelling) 27 & 31 oktober & 1 november 2005 (volgend op scheepstelling)

Scheepstellingen

Telmethode

Scheepstellingen werden uitgevoerd volgens gestandaardiseerde ESAS telmethoden (European Seabirds At Sea Database; Tasker *et al.* 1984). Hierbij werden alle vogels en zeezoogdieren genoteerd. Wanneer vogels en zoogdieren zwemmend binnen 300 m naast de gevaren transectlijnen werden gezien, werd hiervan aantekening gemaakt zodat deze individuen kunnen worden gebruikt voor dichtheidsberekeningen. De waarnemingen werden gedaan door een of twee teams van twee personen. Ieder team bestreek één zijde van het schip, van de transectlijn tot 300 m dwars van het schip. Indien met één team werd gewerkt werd de zijde van het schip gekozen met de beste waarnemingsomstandigheden. De waarnemers zaten in 'vogelboxen', vastgezet op het dak van de brug, met een ongehinderd uitzicht naar voren en naar beide zijkanten.

Van alle waargenomen vogels werd zo mogelijk aanvullende informatie verzameld: leeftijd, sexe, kleed, vliegrichting, en gedrag (c.f. Camphuysen & Garthe 2004). Van vogels op het water werd de afstand tot de transectlijn geschat en genoteerd in vijf klassen: A: 0-50 m, B: 51-100 m, C: 101-200 m, D: 201-300 m en E: >300 m (buiten de telstrook). Alleen vogels in de substroken A-D worden betrokken bij dichtheidsberekeningen (zie hieronder). Vogels die over het transect vlogen werden alleen op de hele minuten van een telling geteld, en alleen binnen 300 m zijwaarts en voorwaarts, om overschatting van dichtheden te voorkomen (Tasker *et al.* 1984, Van Franeker 1994): 300 m is ongeveer de afstand die per minuut varen wordt afgelegd (bij een snelheid van 10 knopen) en 300 m is ook de gekozen breedte van de te tellen strook.

De gevaren transectlijnen werden opgedeeld in tel-units van 5 minuten (tijd) lang. Per vijf minuten werden steeds alle waargenomen dieren genoteerd (apart voor stuurboord en bakboord in het geval van twee teams). Weersgegevens werden per 5-minuten telling geregistreerd. Voor iedere vijf minuten telling werden begin- en eindpositie vastgelegd en uit deze twee locaties werd de mid-positie voor iedere telling berekend. Deze mid-positie werd gebruikt als referentie voor de afzonderlijke 5-minuten tellingen.

Distance analyse

Om tot absolute populatieschattingen en zinvolle vergelijking tussen vliegtuig- en scheepstellingen te kunnen komen, dienen absolute dichtheden berekend te worden. Hierbij is het van belang te realiseren dat niet alle individuen in een geteld oppervlak ook daadwerkelijk door de waarnemers gedetecteerd kunnen worden. In de praktijk is het zo dat de detectiekans van met name zwemmende vogels afneemt met de afstand tot de waarnemer en bovendien afhankelijk is van de weersomstandigheden. Dichtheidsschattingen waarbij dergelijke factoren niet worden meegewogen geven daarom in de regel een onderschatting van de werkelijke dichtheden. Om tot absolute dichtheidsschattingen te komen dienen getelde aantallen daarom gecorrigeerd te worden voor een schatting van het gemiste aantal vogels. De *distance sampling* methode kan hiervoor gebruikt worden (Buckland *et al.* 2001).

De basis van de *distance sampling* methode is het registreren van de afstand van iedere vogel tot de gevaren *track* lijn. Daarvoor werd de getelde strook, voor zwemmende vogels, opgedeeld in vier laterale afstandsbanden: A (0-50m), B (50-100m), C (100-200m) en D (200-300m), dwars vanaf de gevaren lijn. Met de relatieve aantallen waargenomen zwemmende vogels in de banden A t/m D kan een detectiefunctie geschat worden met het software pakket Distance (v6.0) (Thomas *et al.* 2009). Eventuele covariabelen (zoals zeestaat of waarnemer) kunnen worden meegenomen in de modellering van de detectiefunctie. De detectiefunctie kan worden gebruikt voor een schatting van de zogenaamde Effectieve Strip Breedte (Engels: *Effective Strip Width*, ESW). Deze geeft de theoretische gemiddelde breedte van de telstrip weer, die samen met alle getelde vogels over de volle breedte van de telstrook, de dichtheid oplevert (Buckland *et al.* 2001). Distance software heeft een aantal model functies van de

vorm $g(y) \propto key(y)[1 + series(y_s)]$, welke kunnen worden gefit aan de getelde aantallen per band. Deze functies zijn de zogenaamde half-normal ($1 - \exp(-y^2/2s^2)$) en de hazard-rate ($1 - \exp(-(y/s)^{-b})$) functies. Hierbij kan s een constante zijn of variëren met een covariabele. Alle combinaties van model functies en covariabelen (hier zijn gebruikt: zeestaat en hoofdwaarnemer, zie hieronder) werden gefit, waarna het beste model, zijnde het model met het laagste Akaike's information criterium (AIC) werd geselecteerd. Het AIC is een maat voor hoe goed het model de data beschrijft. Hoe lager de AIC, des te beter de 'fit' tussen de data en het model (Akaike 1974, Buckland *et al.* 2001). De verkregen detectiefuncties werden vervolgens gebruikt om een schatting te maken van de ESW. Om de onzekerheid in de ESW te schatten werd per waarnemer een bootstrap uitgevoerd van 10 000 iteraties.

Een belangrijke aanname die bij *Distance* modellen wordt gemaakt, is dat alle vogels die op de transectlijn zwemmen worden gedetecteerd. De fractie vogels die wordt gedetecteerd op de transectlijn, ofwel de $g(0)$, is voor zwemmende Alken of Zeekoeten tijdens scheepstellingen nooit bepaald. Hoewel het onwaarschijnlijk is dat de detectie op de transectlijn perfect is, is deze in het geval van dit type zeevogels waarschijnlijk wel hoog: in tegenstelling tot zeezoogdieren, zijn zeevogels zoals Alken en Zeekoeten een groot deel van de tijd zichtbaar en is de kans op detectie rond de *track* lijn relatief hoog. Meting van de werkelijke $g(0)$ vereist simultane waarnemingen vanaf twee platforms op hetzelfde schip, waarbij een waarnemersteam wordt getest door een ander. Dit is voor Zeekoet en Alk nooit gedaan. In deze studie wordt daarom aangenomen dat alle vogels op de transectlijn zijn gedetecteerd, met andere woorden: $g(0) = 1$. In werkelijkheid zal $g(0) < 1$, met als gevolg dat alle dichtheidsschattingen van zwemmende vogels (Zeekoet en Alk) onderschattingen zijn. Onze aanpak is dus conservatief: de werkelijke aantallen zeevogels in besproken gebieden zijn hoger dan aangegeven. In vergelijking met andere surveys, bijvoorbeeld van de hele Noordzee, maakt dit overigens geen verschil omdat ook bij deze surveys $g(0) = 1$ is aangenomen.

De kans dat vogels op zee door de waarnemers worden opgemerkt, cq gemist, hangt samen met de groepsgrootte: enkelingen worden wellicht eerder gemist dan grote groepen vogels. *Distance* software modelleert de detecties – ongeacht de groepsgrootte – en biedt verschillende technieken voor het bepalen van de dichtheid van alle vogels (alle groepsgroottes samen). De simpelste techniek is om de dichtheid van detecties te vermenigvuldigen met de gemiddelde groepsgrootte. Een veel voorkomend probleem hierbij is overschatting van de gemiddelde groepsgrootte indien kleine groepjes op grotere afstand vaker over het hoofd worden gezien dan grote groepen. Als dit inderdaad het geval blijkt, zijn er verschillende regressietechnieken beschikbaar om een meer realistische groepsgrootte te schatten.

Distance analyse werd alleen uitgevoerd voor de voor de populatieschattingen geselecteerde surveys. Aangenomen werd dat detectiekansen van Alken en Zeekoeten gelijk waren. Waarnemers en zeestaat (windkracht) kunnen een effect hebben op de vorm van de detectiefunctie (van der Meer & Camphuysen 1996; Ronconi & Burger 2009) en werden daarom als covariabelen meegenomen. Omdat het aantal waarnemingen voor bepaalde (combinaties van) waarnemers en zeestaten laag was, werden deze gegroepeerd per waarnemersteam, waarbij steeds een 'hoofdwaarnemer' werd aangewezen: Kees (CJ) Camphuysen, Mardik Leopold en Rob van Bemmelen. Deze correleren sterk met de tellingen: doorgaans was er één van deze drie hoofdtellers aanwezig, met één of meerdere medewaarnemers. Zeestaat werd ingedeeld in vier categorieën, waarbij elke categorie twee of meer niveaus had: 0-1 Bft, 2-3 Bft, 4-5 Bft en 6-8 Bft.

Populatieschattingen

Voor een aantal scheepstellingen met een goede dekking van het gebied werden populatieschattingen voor het hele Natura2000 gebied Friese Front berekend. Om tot een schatting te komen waarbij ook rekening wordt gehouden met de ruimtelijke variatie in vogeldichtheid, werd de dichtheid Zeekoeten en Alken per survey ruimtelijk gemodelleerd met een Bayesiaans model, dat gebruik maakt van *Integrated Nested Laplace Approximation* (INLA, Rue *et al.* 2009). Voor een grid met cellen van 5x5 km, werd voor elke cel i het aantal vogels (Y) en het effectief geïnventariseerde oppervlak berekend (A_i). Het aantal vogels werd aangenomen negatief binomiaal verdeeld te zijn (met dispersieparameter τ). De log van het

effectief geïnventariseerde oppervlak berekend (A_i) werd als offset meegenomen. Ruimtelijke correlatie in de residuen (u) werd gemodelleerd als een Gaussisch random veld met een tweedimensionale autoregressie correlatiefunctie van order 1.

$$\begin{aligned} Y_i &\sim \text{NegBin}(\lambda_i, \tau) \\ \lambda_i &= \exp(\beta_0 + \log(A_i) + u_i) \end{aligned} \quad (1)$$

In vergelijking (1) is λ het verwachte aantal vogels. De parameter β_0 is het model intercept. Priors voor de parameters β_0 , τ en ρ_x en ρ_y (de correlatieparameters in de longitude en latitude, respectievelijk) worden gedefinieerd als Gaussisch verdeelde variabelen met gemiddelde 0 en precisie 0.0001.

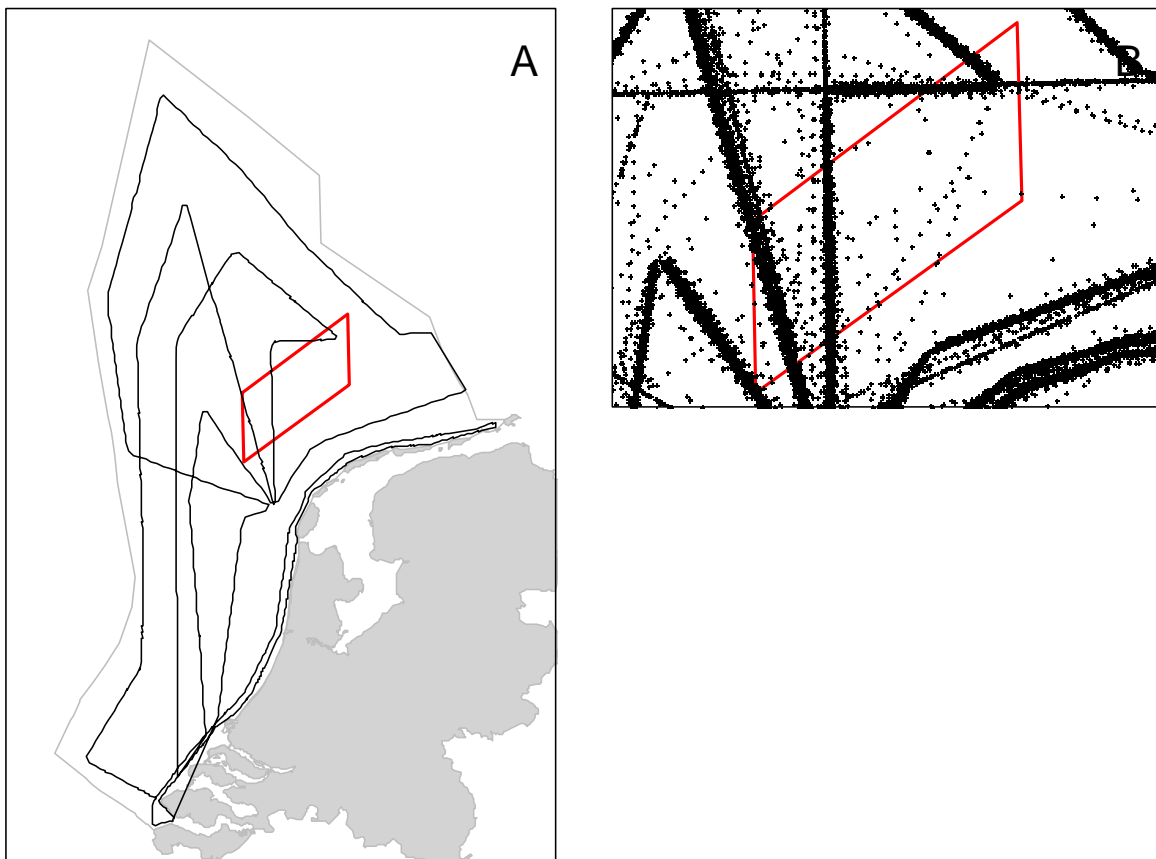
De dichtheid per gridcel werd vervolgens gebruikt om tot een populatieschatting te komen voor het gehele gebied. Om de onzekerheid in de parameterschattingen te vertalen in onzekerheid in de populatieschattingen werd 10 000 maal een random monster genomen uit de verdeling van de parameterschatting per gridcel, en daarmee een nieuwe populatieschatting berekend. Dit leverde dus 10 000 populatieschattingen op. Het interval waarbinnen 95% van deze 10 000 populatieschattingen viel wordt gepresenteerd.

Vliegtuigtellingen

De telmethode van de vliegtuigtellingen is uitgebreid beschreven in een serie monitoringsrapporten (zie Arts 2012 voor het meest recente rapport). Er worden twee typen kleine vliegtuigen gebruikt: een eenmotorige Cessna 172 voor het kusttransect en een tweemotorige Piper Navajo voor de offshore transecten. Iedere twee maanden, dus zes keer per jaar wordt het hele Nederlands Continentale Plat (NCP) van de Noordzee geïnventariseerd op alle zeevogels en zeezoogdieren. Een volledige telling van het NCP beslaat drie dagen. Er wordt alleen gevlogen bij windsnelheden van 20 knopen (5 Bft) of lager, bij zicht van meer dan 5 km en bewolking hoger dan 700 voet. Er wordt gevlogen op 500 voet (ca 150 m) hoogte met een snelheid van gemiddeld 163 km h⁻¹ (Cessna 172) of gemiddeld 225 km h⁻¹ (Piper Navajo). Er wordt steeds langs een vaste route gevlogen al waren er soms afwijkingen van deze route (Figuur 1). Er wordt niet speciaal op het Friese Front gevlogen; dit gebied wordt vooral aan de westzijde bekeken. Het meetprogramma heeft als doel veranderingen van dichtheden zeevogels en zeezoogdieren in ruimte en tijd op de Nederlandse Noordzee te beschrijven. Dichtheidsschattingen voor een deelgebied als het Friese Front dienen verkregen te worden door extrapolatie vanaf omliggende raaien rond en binnen dit gebied.

De telmethode is gebaseerd op een striptransecttelling. Twee waarnemers kijken ieder aan één zijde van het vliegtuig en tellen alle vogels in een strook van ongeveer 100 m breed (zie verder voor het schatten van de werkelijke breedte van deze strip). De waarnemingen worden geaggregeerd in transectsegmenten, waarbij één segment een tijdsblok van één minuut beslaat. Indien aan een zijde de waarnemingsomstandigheden zeer slecht zijn (doorgaans door sterk tegenlicht), wordt aan deze zijde niet geteld.

De stripbreedte is de breedte van de strip, ofwel de afstand tot de transectlijn van het vliegtuig (minus een strook direct onder het vliegtuig die niet zichtbaar is voor de waarnemers), waarbinnen vogels worden geteld en waarvan wordt aangenomen dat alle individuen worden gezien. De werkelijke stripbreedte hangt onder andere af van de grootte en zithouding van de waarnemer. In Arts & Berrevoets (2007) is uitgebreid aandacht besteed aan het bepalen van de stripbreedte. Het resultaat van die analyse was een set specifieke gemiddelde stripbreedtes voor waarnemers en zijden van het vliegtuig. Vanaf 2007/2008 worden deze stripbreedtes jaarlijks aangepast indien er een significante verandering is opgetreden.



Figuur 1. Huidige NCP-dekkende vliegroute voor vliegtuigtellingen tijdens de MWTL monitoring (A). Het rode kader geeft het N2000 Friese Front gebied aan. In (B) worden de monsterpunten over de periode 1991-2011 weergegeven in en om het Friese Front gebied.

Populatieschattingen

Voor de verwerking van de data worden geostatistische modellen gebruikt, ontwikkeld door Pebesma (2002) die per 5x5km blok een schatting van de dichtheid vogels plus een standaardfout produceren. Deze berekening is door Floor Arts (Delta Project Management) uitgevoerd.

Om tot een populatieschatting met bijhorend 95% betrouwbaarheidsinterval te komen, werd een bootstrap uitgevoerd. Hierbij werd 10 000 maal een populatieschatting gedaan. Bij iedere iteratie werd per 5x5 km blok een random getal geselecteerd uit een normale verdeling met als gemiddelde de gemiddelde modelschatting voor het betreffende blok en als standaard deviatie de standaard deviatie van ditzelfde blok. Vermenigvuldiging met 25 (ieder blok bestaat uit 25 km²) en optelling van alle waarden per blok levert vervolgens een populatieschatting op. Vervolgens werd het gemiddelde en het 95% betrouwbaarheidsinterval berekend van deze 10 000 populatieschattingen.

Vergelijking dichtheden scheeps- en vliegtuigtellingen

Naast de vergelijking van populatieschattingen op grond van de modellering van scheeps- en vliegtuigtellingen (zie hierboven), worden ook gemeten dichtheden (welke de basis vormen van de modellen) vergeleken. Dit wordt gedaan met behulp van een bootstrap en een statistisch model. Voor beide methoden worden 1 tot 28 willekeurige monsterpunten geselecteerd, waarvan vervolgens de alk/zeekoet dichtheid en het geïnventariseerde oppervlak wordt bepaald (28 is het minimale aantal 'monsterpunten' van de MWTL tellingen binnen de grenzen van het Friese Front). Dit wordt 1000 maal herhaald, resulterend in 100 000 dichtheidsschattingen. Omdat dichtheden berekend op grond van kleine geïnventariseerde oppervlakten veel uitschieters laten zien, werden uit de 100 000 samples alleen die samples geselecteerd waarvan het geïnventariseerd oppervlak tussen de 10 en 20 km² lag.

Om de precisie van de twee methoden te vergelijken, werd per survey de variatiecoëfficiënt berekend als $\hat{C}_v = \sigma / \mu$. Dit leidt tot een betere maat voor de variatie dan bijvoorbeeld de standaarddeviatie, omdat de variatie groter wordt naarmate een gemiddelde hoger wordt. Bij een hogere dichtheid zal daarom een hogere variatie gevonden worden. Door de variatie te schalen naar het gemiddelde wordt dit ondervangen.

Vervolgens werden verschillen in dichtheid tussen de twee methoden (M) en binnen tellingen (S) getest met een Generaliseerd Lineair Model (GLM), waarbij het aantal getelde vogels (μ_i) werd aangenomen een negatief binomiale verdeling te volgen. Het geïnventariseerd oppervlak (A_i) werd als offset meegenomen. Dit resulteerde in het volgende model:

$$Y_i \sim NB(\mu_i, k)$$
$$\log(\mu_i) = a + \beta_1 \times M_{MWTL} + \beta_{2-7} \times M_{MWTL} \times S_{2-4} + A_i$$

Voor de telling van oktober/november 2012 werd een apart model gefit om het verschil in dichtheid tussen de scheeps- en de vliegtuigtelling te testen:

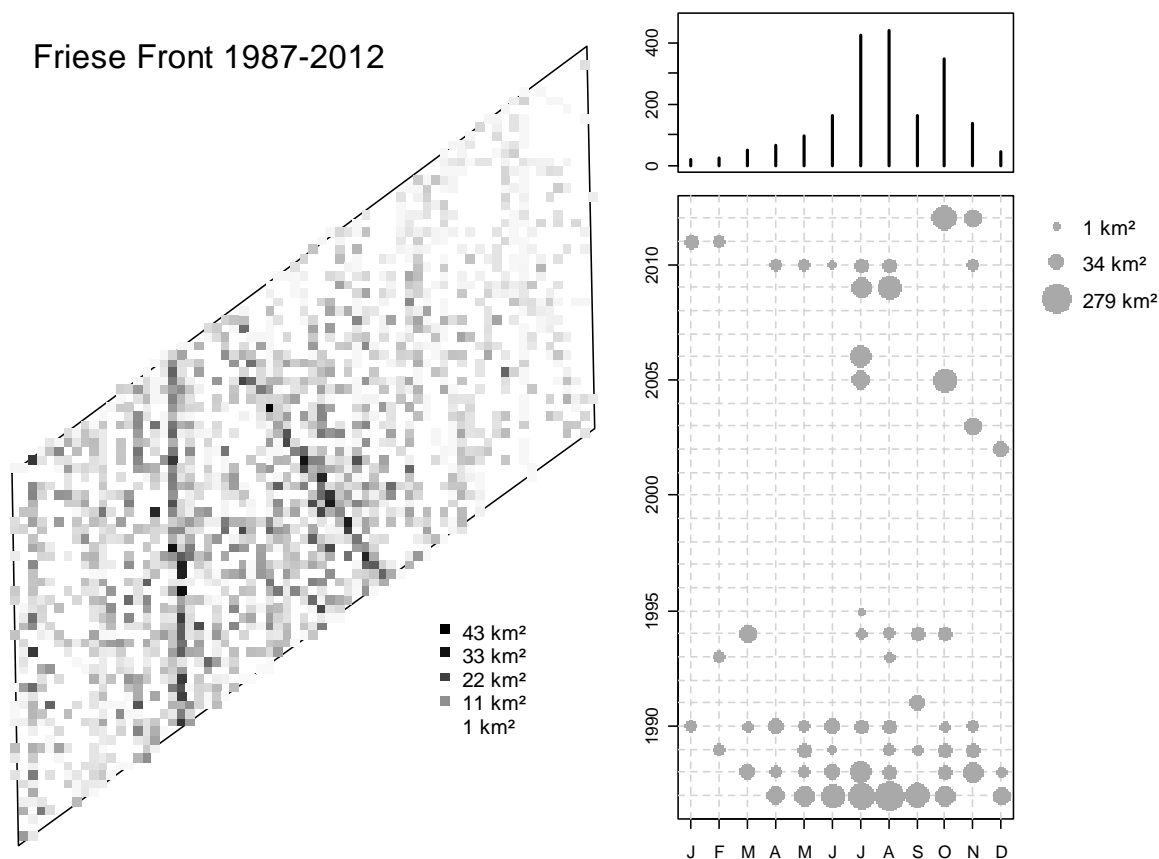
$$Y_i \sim NB(\mu_i, k)$$
$$\log(\mu_i) = a + \beta_1 \times M_{MWTL} + A_i$$

4. Resultaten

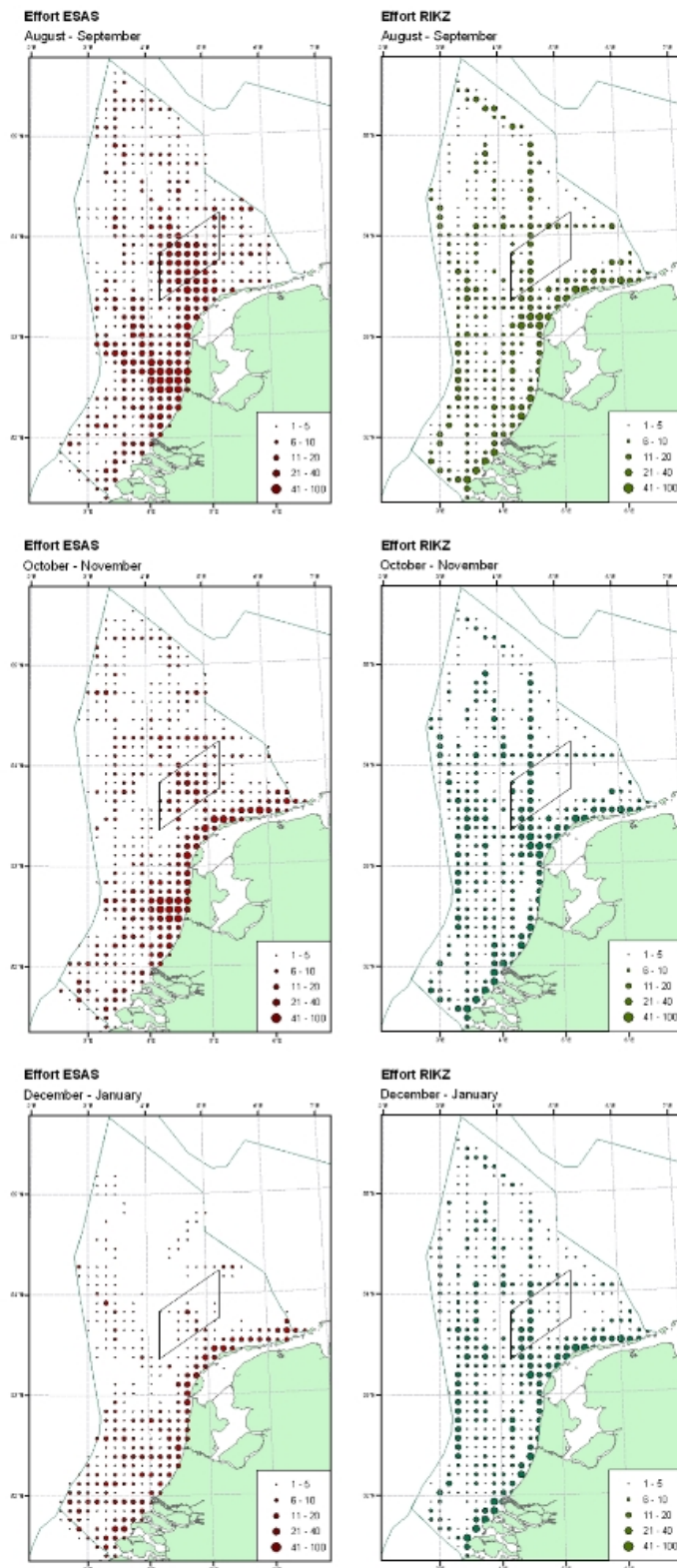
Scheepstellingen

Waarnemingsinspanning

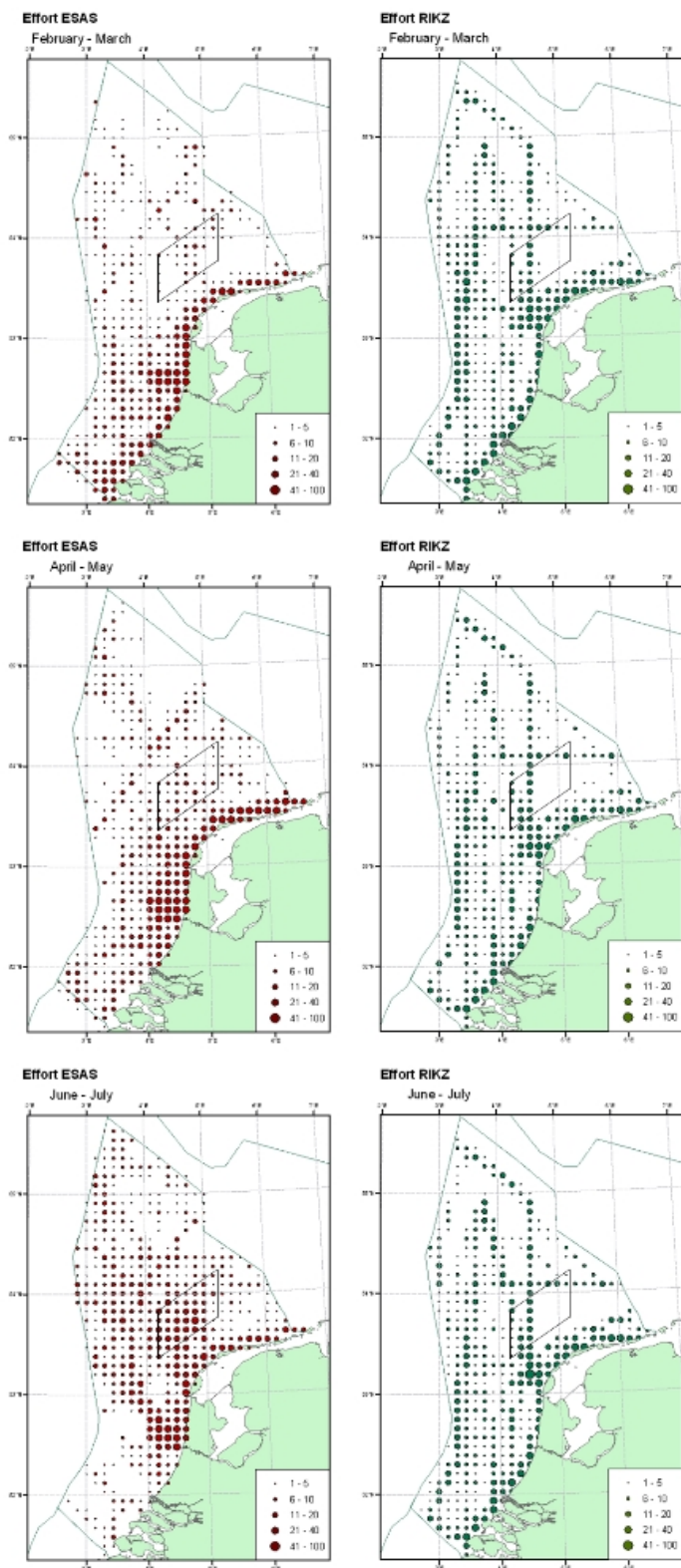
De cumulatieve Noordzee-brede waarnemingsinspanning van scheepstellingen (1987-2012) per tweemaandelijks periode (Figuur 3 en Figuur 4) of zelfs per maand (Figuur 2) laat een redelijk goede dekking van het Friese Front zien gedurende een groot deel van het jaar, met name juni-november (Figuur 2). Toch is de binnen de grenzen van het Friese Front geleverde waarnemingsinspanning van scheepstellingen versnipperd tussen de jaren. In de jaren 1987-1990 is het gebied met regelmaat bezocht in alle maanden (Figuur 2), maar daarna is het beeld onregelmatiger. Rond 1994 is het gebied nog een aantal maal aangedaan, maar er zijn geen gegevens voor de periode 1996-2001. In 2005-2006 en 2009 zijn er nog een aantal bezoeken gebracht waarbij een redelijk groot oppervlak is geteld. In 2010-2011 werd het gebied tijdens de Masterplan Wind Surveys (van Bemmelen *et al.* 2011) een aantal keer doorkruist. Vervolgens was er weer een gerichte Friese Front survey in oktober-november 2012 (Leopold *et al.* 2012).



Figuur 2. Cumulatieve waarnemingsinspanning van de scheepstellingen binnen het Friese Front, uitgedrukt in geïnventariseerd oppervlak, per kilometerhok (links) en per jaar en maand (rechts), gedurende 1987-2012.



Figuur 3. Waarnemingsinspanning van sloopstellingen (links, ESAS 1987-2006) en van vliegtuigtellingen (rechts, RIKZ 1991-2007) voor tweemaandelijks periodes. Elke stip geeft het geïnventariseerd oppervlak (in km²) weer per 10x10km hok. Van boven naar beneden gaat dit om augustus-september, oktober-november, december-januari.



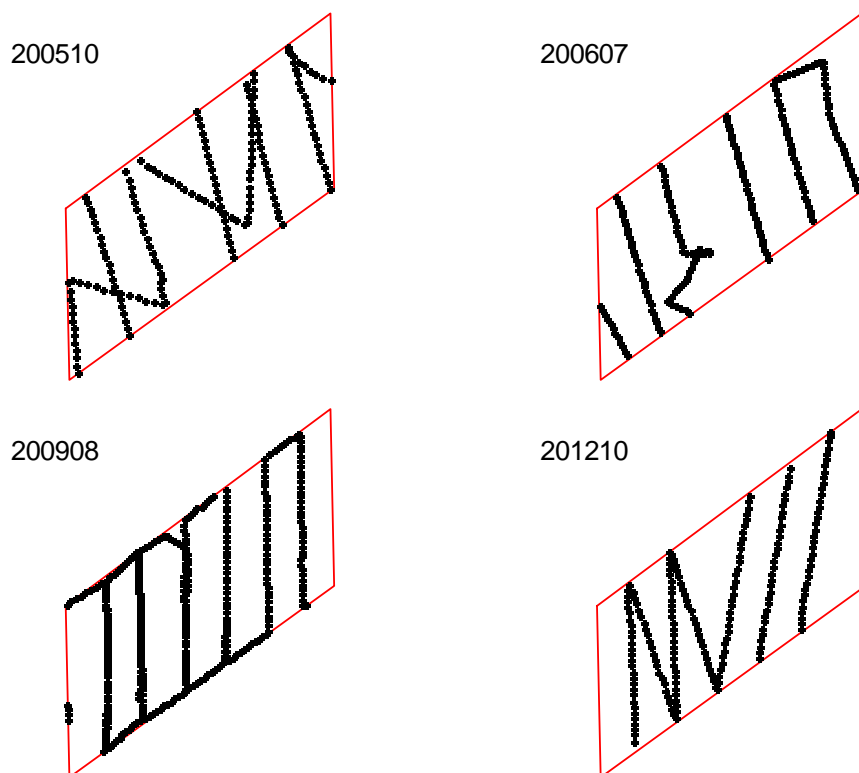
Figuur 4. Waarnemingsinspanning van scheepstellingen (links, ESAS 1987-2006) en van vliegtuigtellingen (rechts, RIKZ 1991-2007) voor tweemaandelijks periodes. Elke stip geeft het geïnventariseerde oppervlak (in km²) weer per 10x10km hok. Van boven naar beneden gaat dit om februari-maart, april-mei en juni-juli.

Een aantal scheepstellingen werd geselecteerd (zie Methoden: Dataselectie) waarbij een relatief groot deel van het Friese front Natura2000-gebied werd bezocht: zie *Figuur 5* en *Tabel 3* voor een overzicht van deze tellingen. Deze tellingen zijn gebruikt voor gedetailleerde populatieschattingen.

*Tabel 3. Overzicht van de geselecteerde surveys vier uit 2005-2012. Zie *Figuur 5* voor kaarten van de gevaren transecten. De hoofdwaarnemers (zie *Distance analyse*) staan in **vet** gedrukt.*

Survey	Datums	Schip	Waarnemers	Afgelegde afstand (km)*
200510	4-6 oktober 2005	Tridens II	Kees Camphuysen & Mardik Leopold	328
200607	26-28 juli 2006	Osterems SC41	Kees Camphuysen & Mardik Leopold	230
200908	28-29 juli & 3-6 augustus 2009	Osterems SC41	Mardik Leopold , Rob van Bemmelen & Steve Geelhoed,	511
201210	30 oktober – 1 november 2012	Zirfaea	Bakboord: Mardik Leopold & Suse Kühn. Stuurboord: Rob van Bemmelen & Sander Lagerveld	292

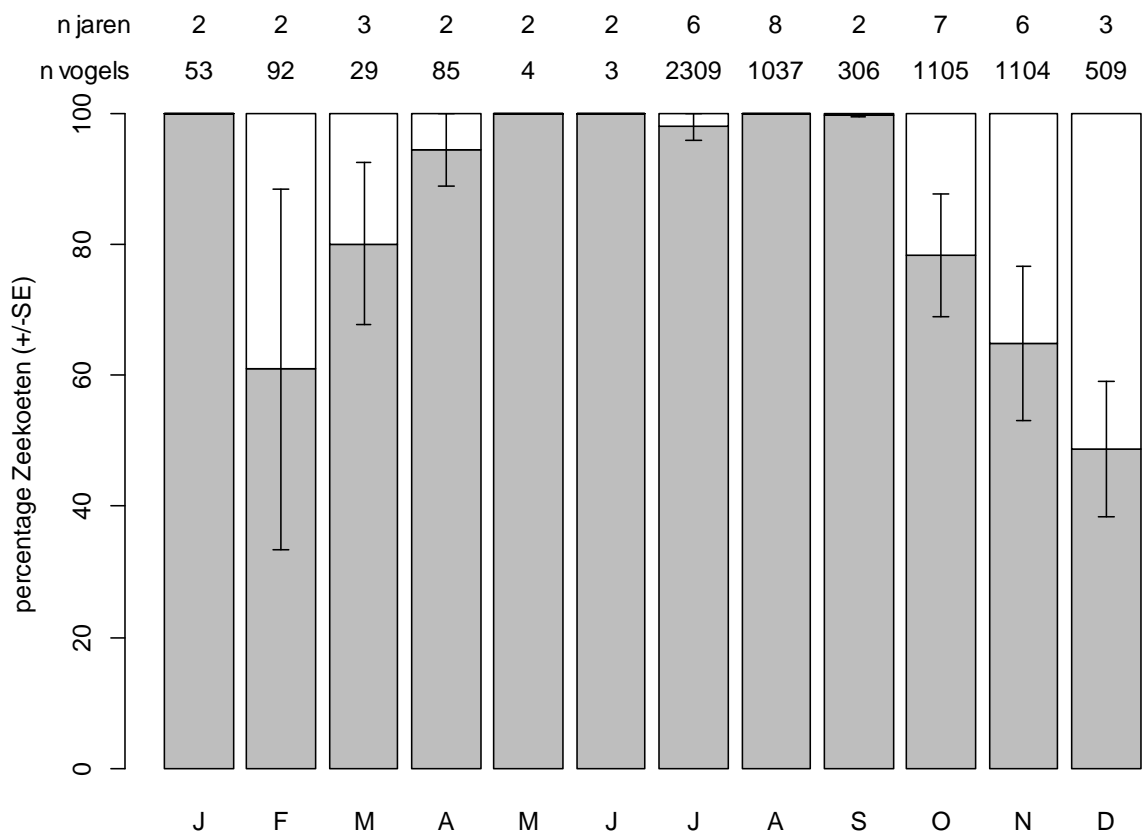
* Alleen binnen de grenzen van het Friese Front.



Figuur 5. Gevaren transecten tijdens tellingen met de relatief veel en goed verspreide waarnemings-inspanning in 2005-2012.

Soortensamenstelling

Gedurende de zomermaanden zijn Alken zo goed als afwezig op het Friese Front (Figuur 6). Pas in oktober nemen hier de aantallen toe, met als maximum december, waarin gemiddeld 51% van de alkachtigen uit Alken bestaat. De steekproefgrootte in januari-juni is klein, maar duidelijk is dat Alken gedurende deze periode geleidelijk weer verdwijnen en vanaf mei zo goed als afwezig zijn. De afwezigheid van Alken in de tellingen van januari is verrassend, maar dit is gebaseerd op slechts twee bezoeken en kleine aantallen waargenomen vogels (vergelijk Figuur 2).



Figuur 6. Percentages Zeekoeten (grijs) en Alken (wit) per maand van met zekerheid gedetermineerde alkachtigen (Zeekoeten en Alken). De cijfers boven de balken geven de steekproefgroottes aan: het aantal jaren met gegevens en het aantal vogels.

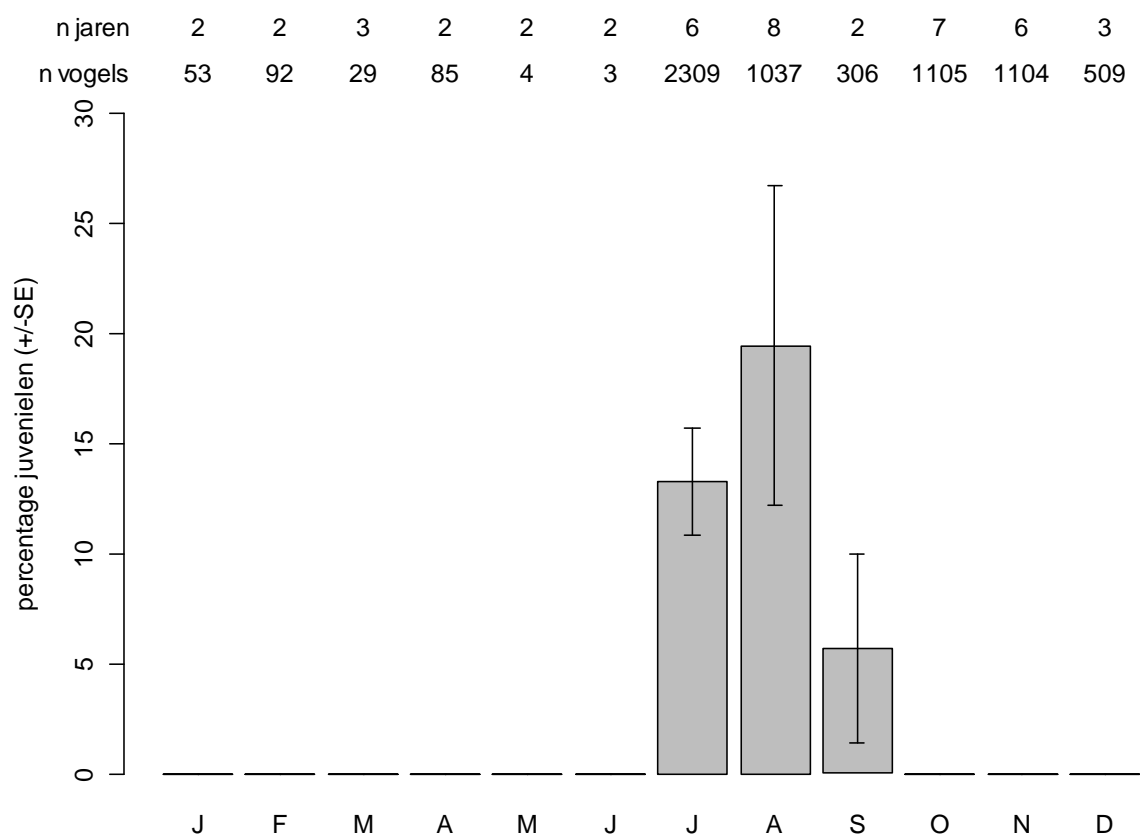
Kuikens

Jonge Zeekoeten verlaten de kolonie nog voordat ze kunnen vliegen. Ze storten zich vanaf de steile broedkliffen in zee en worden daarna door één van de ouders (waarschijnlijk meestal de vader) begeleid en gevoerd. De volwassen vogels gebruiken deze periode voor het vernieuwen van hun verenpak en kunnen dan tijdelijk ook niet vliegen: ze ruïen al de slagpennen tegelijkertijd (Cramp 1985).

Hoewel de voedselsituatie dichtbij de kust vaak beter is dan verder weg, worden de jongen meegevoerd naar dieper water, waar het gevaar van predatoren lager is (van Katwijk & Camphuysen 1993, Camphuysen 2002). Zodoende zwemmen in de nazomer Zeekoeten vanaf kolonies langs de Britse oostkust (Isle of May, Flamborough Head) met hun jongen de Noordzee op.

In juli verschijnen Zeekoeten met kuikens op het Friese Front (Figuur 7). Na een sterke stijging in het aantal en percentage juveniele Zeekoeten in juli, piekt het percentage juvenielen in augustus maar neemt daarna snel af; slechts enkele individuen werden in september nog als zodanig herkend en geen enkele in de periode oktober-juni. Deze afname heeft waarschijnlijk het meest te maken met de mate waarin juvenielen als zodanig te herkennen zijn: dit neemt af naarmate de groei van hun juveniele kleed vordert en ze zelfstandiger worden (en dus niet meer bedelen).

Alken komen slechts zelden met hun kuikens op het Friese Front. Er is slechts één geval bekend, uit juli 2009, gedocumenteerd door Geelhoed *et al.* (2009).

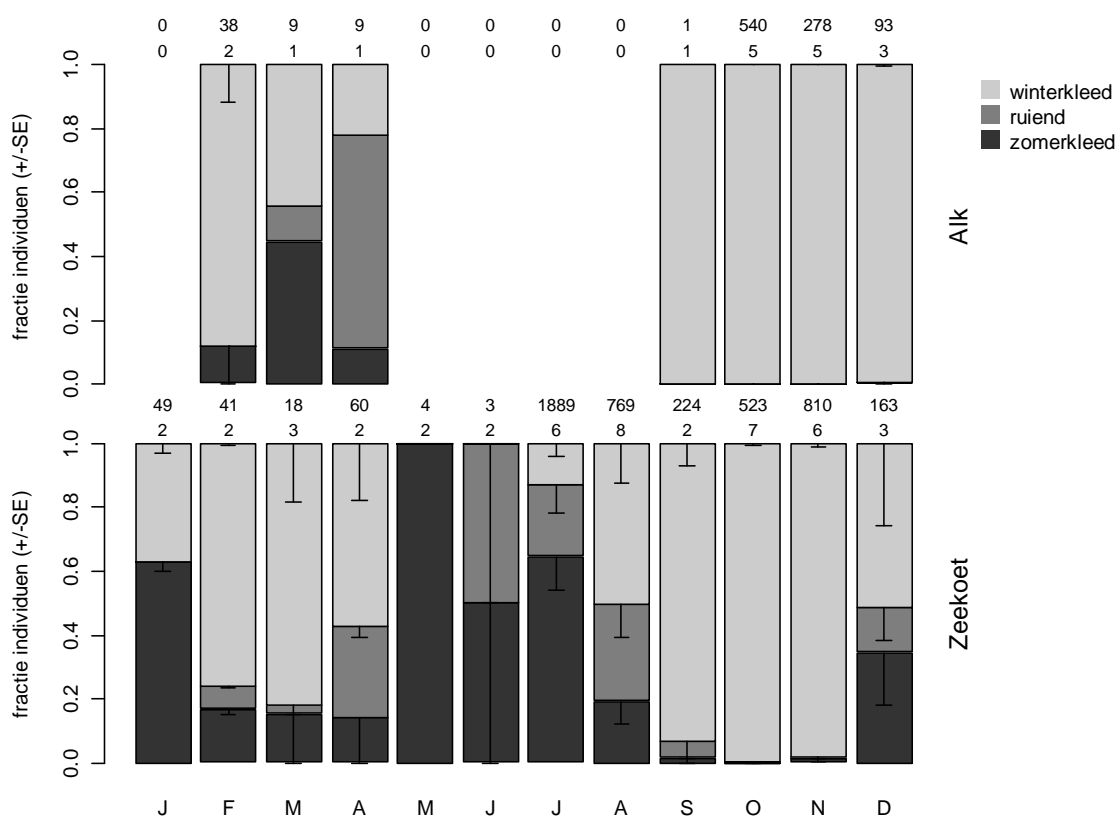


Figuur 7. Het voorkomen van kuikens van Zeekoeten op het Friese Front per maand, uitgedrukt als gemiddeld percentage van het totaal aantal getelde Zeekoeten. De cijfers bovenaan de grafiek geven de steekproefgroottes aan: het aantal jaren met gegevens en het aantal Zeekoeten.

Rui

Zowel Alken als Zeekoeten hebben in zomerkleed een volledig donkere kop en hals. In de rui naar winterkleed worden deze vervangen, deels door witte veren. Dit betreft de hals, keel en zijkant van het achterhoofd. Door deze laatste ontstaat een soort 'witte haak' in de donkere bovenkop. Vervolgens worden deze veren nogmaals vervangen tijdens de rui naar zomerkleed; daarbij weer vervangen door donkere veren. Zeekoeten en Alken verschillen echter op een aantal punten van elkaar in de timing van deze twee ruiperiodes.

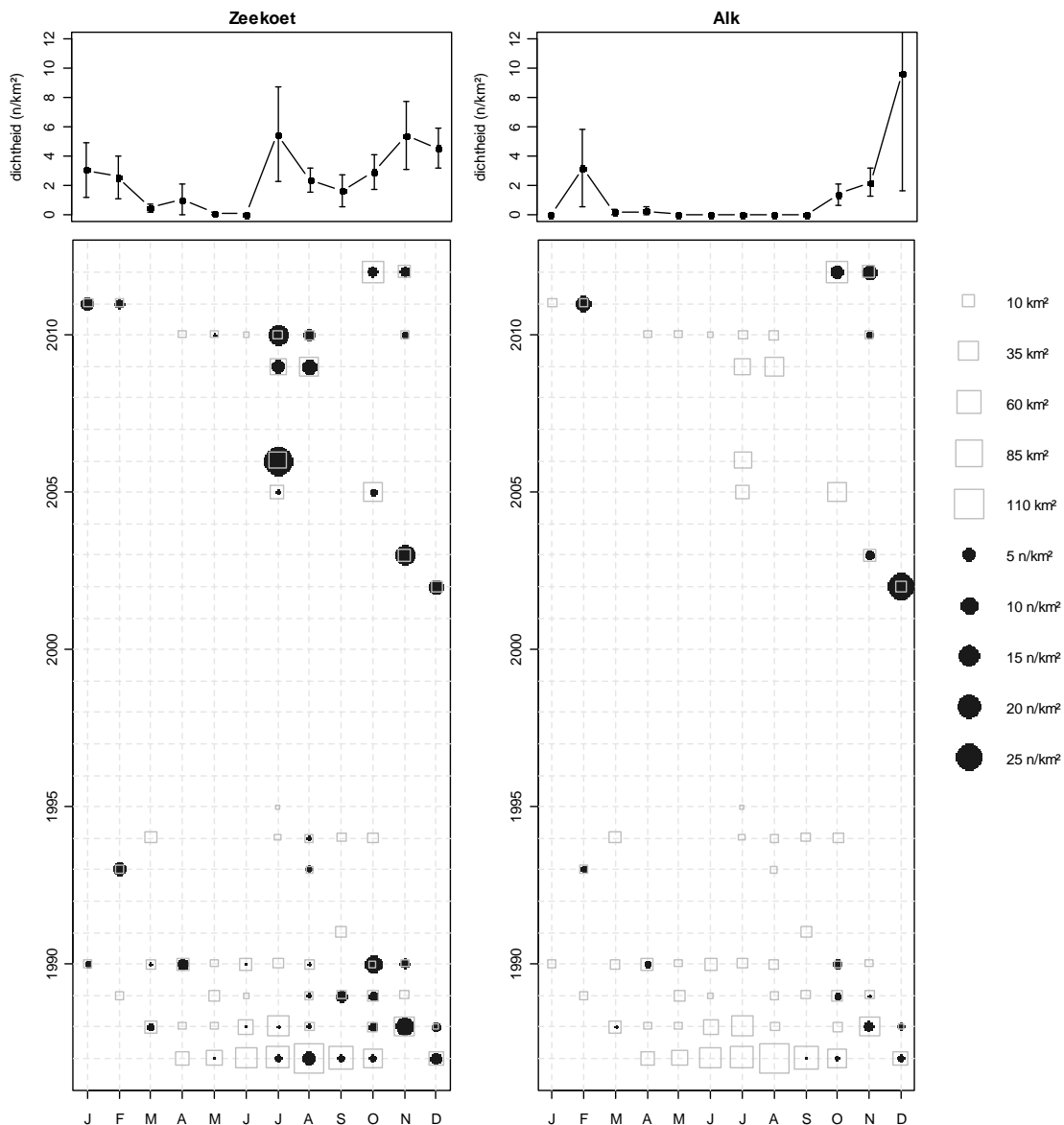
Op het moment dat Alken in oktober op het Friese Front verschijnen, hebben ze de rui van zomer- naar winterkleed al elders voltooid. Ze arriveren hier zonder uitzondering in volledig winterkleed. Alken hebben ook in hun juveniele kleed altijd een 'winterkleed'. Vanaf februari werden (onder een klein aantal vogels) weer enkele vogels ruiend naar of in zomerkleed gezien (Figuur 8).



Figuur 8. Koprui van Alken en Zeekoeten op het Friese Front. De cijfers boven de staven geven de steekproefgroottes aan; eerst het aantal individuen waarvan het kleed is gescoord, daaronder het aantal jaren waarin het gebied bezocht is. Juveniele vogels (zolang als zodanig herkend) zijn uitgesloten.

Als Zeekoeten in juli op het Friese Front arriveren is de meerderheid in zomerkleed (Figuur 8). Een kleiner deel is aan het ruien naar winterkleed of is al volledig in winterkleed. Een groot deel van de vogels in winterkleed is waarschijnlijk juveniel: het koppatroon van juveniele Zeekoeten komt normaalgesproken overeen met een volwassen Zeekoet in winterkleed. Ook volwassen vogels ruien in deze periode naar winterkleed, wat tot uiting komt in een stijgend percentage vogels in winterkleed. Met name Zeekoeten uit relatief zuidelijke broedgebieden (onder andere Groot Brittannië) kunnen al vanaf

oktober terug naar zomerkleed ruien. Op het Friese Front stijgt het percentage vogels in zomerkleed sterk in december en januari. Vervolgens neemt dit percentage weer sterk af, tegelijk met een afname in de dichtheden (zie verder). Dit is waarschijnlijk het best te verklaren door wegtrek van adulte vogels naar de broedplaatsen; de achterblijvers zijn onvolwassen vogels onvolwassen, nog niet broedende vogels, die pas later naar zomerkleed ruien. Het overgrote deel van de Zeekoeten die in het voorjaar aanspoelen op de Nederlandse kust is onvolwassen (Camphuysen 1990).



Figuur 9. Dichtheid van Zeekoet (links) en Alk (rechts) per maand en jaar (onder) en gemiddeld per maand (boven). In de onderste figuren reflecteert stipgrootte de dichtheid vogels en de grootte van grijze hokjes de hoeveelheid geïnventariseerd oppervlak. Zowel vogeldichtheden als geïnventariseerd oppervlak is gebaseerd op de eerste 100 m van de telstrip (afstandsbanden A en B). De foutbalken in de bovenste figuur geven standaard errors weer, gebaseerd op het aantal jaren waarin gegevens beschikbaar waren.

Seizoens- en jaarvariatie

Scheepstellingen laten duidelijk zien dat Zeekoeten in juli op het Friese Front arriveren (*Figuur 9*). De dichtheden lijken daarna iets af te nemen in augustus-oktober, maar zijn in november-december weer op hetzelfde niveau als in juli. De dichtheden dalen over de periode januari-februari en zijn zeer laag in maart-juni.

Alken zijn de zomer en vroege herfst zo goed als afwezig en arriveren pas vanaf oktober in het gebied (*Figuur 9*). De aantallen lijken te pieken in december, maar dit beeld wordt sterk beïnvloed door zeer hoge concentraties in een enkel jaar (2002) met relatief weinig waarnemingsinspanning. In de tweede helft van de winter blijven de aantallen laag, met een piek in februari, veroorzaakt door een survey in 2011.

Voor beide soorten geldt dat de variatie in dichtheid tussen jaren aanzienlijk lijkt te zijn. Dit is ten minste deels te wijten aan lage hoeveelheden waarnemingsinspanning in combinatie met de veelal ruimtelijk variatie in dichtheden (zie populatieschattingen). Hierdoor kunnen juist bij lage waarnemingsinspanning deelgebieden met hoge of juist lage dichtheden gemist zijn.

Distance analyse

In totaal 1 013 waarnemingen van 3 228 individuen werden geanalyseerd. Een uitgebreide data exploratie bracht aan een aantal belangrijke zaken aan het licht:

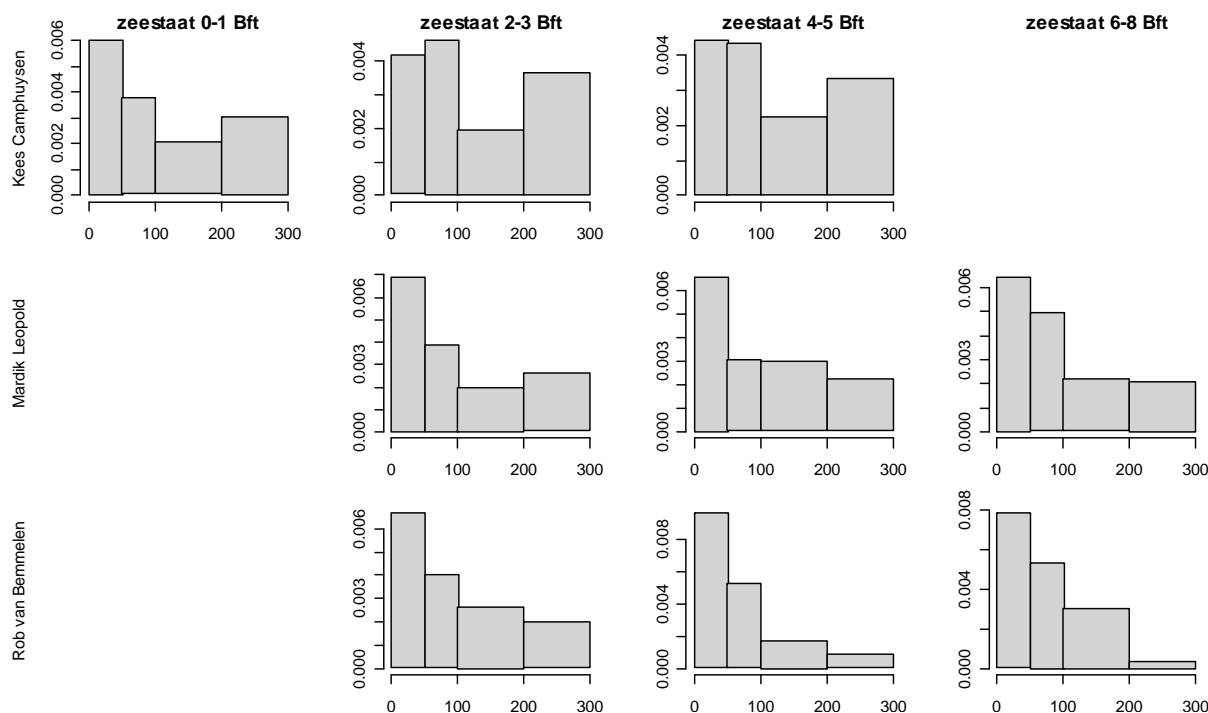
- 1) Waarnemer en zeestaat zijn deels gecorreleerd;
- 2) Voor groepen groter dan 5 individuen liep de detectiekans *niet* terug met afstand tot de transectlijn;
- 3) Bij waarnemer Kees Camphuysen was het aantal detecties van groepen tot 5 individuen in de buitenste afstandsband hoger dan verwacht op grond van het aantal detecties in band C en bij grotere groepen zelfs hoger dan verwacht op grond van de aantallen detecties in banden A-C. Dit duidt op het structureel onderschatten van de afstand tot grote groepen rond de buitengrens van D en/of het overschatten van de afstand tot grote groepen rond de binnengrens van D.

De correlatie tussen waarnemer en zeestaat betekent dat deze eventuele effecten van deze parameters niet toe te schrijven zijn aan één van deze. Vanwege de niet-afnemende detectie van groepen groter dan 5 individuen werd voor 5-minuten tellingen waarin één of meerdere groepen van meer dan 5 individuen werden waargenomen, een stripbreedte van 300 m aangehouden. Dit levert een kleine onderschatting op: er wordt dan immers niet meer gecorrigeerd voor de gemiste groepjes van 4 of minder individuen.

Het model met hazard-rate key functie en alleen waarnemer als covariabele had de laagste AIC en werd daarom geselecteerd. Het model met hazard-rate key functie en zowel zeestaat als waarnemer had een marginaal hogere AIC ($\Delta AIC < 2$); toevoeging van zeestaat leverde dus niet een significant beter model op. Dat het effect van waarnemer (veel) groter is dan dat van zeestaat wordt ook duidelijk uit de histogrammen in *Figuur 10*. De steekproefgrootte van Rob van Bemmelen was vrij klein, waardoor de onzekerheid in het schatten van den effectieve strip breedte groter is dan bij de andere twee waarnemers (*Figuur 11*). De (gedeeltelijke) correlatie tussen waarnemer en zeestaat (alleen Kees Camphuysen heeft bij zeestaat 0-1 Bft gekeken, maar niet bij zeestaat 6-8 Bft). Dit betekent dat effecten van waarnemer en zeestaat moeilijk uit elkaar te houden zijn. Daar komt bij dat het niet mogelijk is om een interactie tussen twee covariabelen te modelleren in Distance software. De bij hogere zeestaat afnemende detectie in afstandsbanden C en D van Rob van Bemmelen is toe te schrijven aan het níét gebruiken van de verrekijker voor detectie, maar alleen voor determinatie, in tegenstelling tot Mardik Leopold in dezelfde survey. Zolang de detectie op de transectlijn echter niet beïnvloed wordt, maakt dit voor de uiteindelijke dichtheidsschatting niet uit.

Tabel 4. Steekproefgrootte per hoofdwaarnemer en zeestaat-categorie.

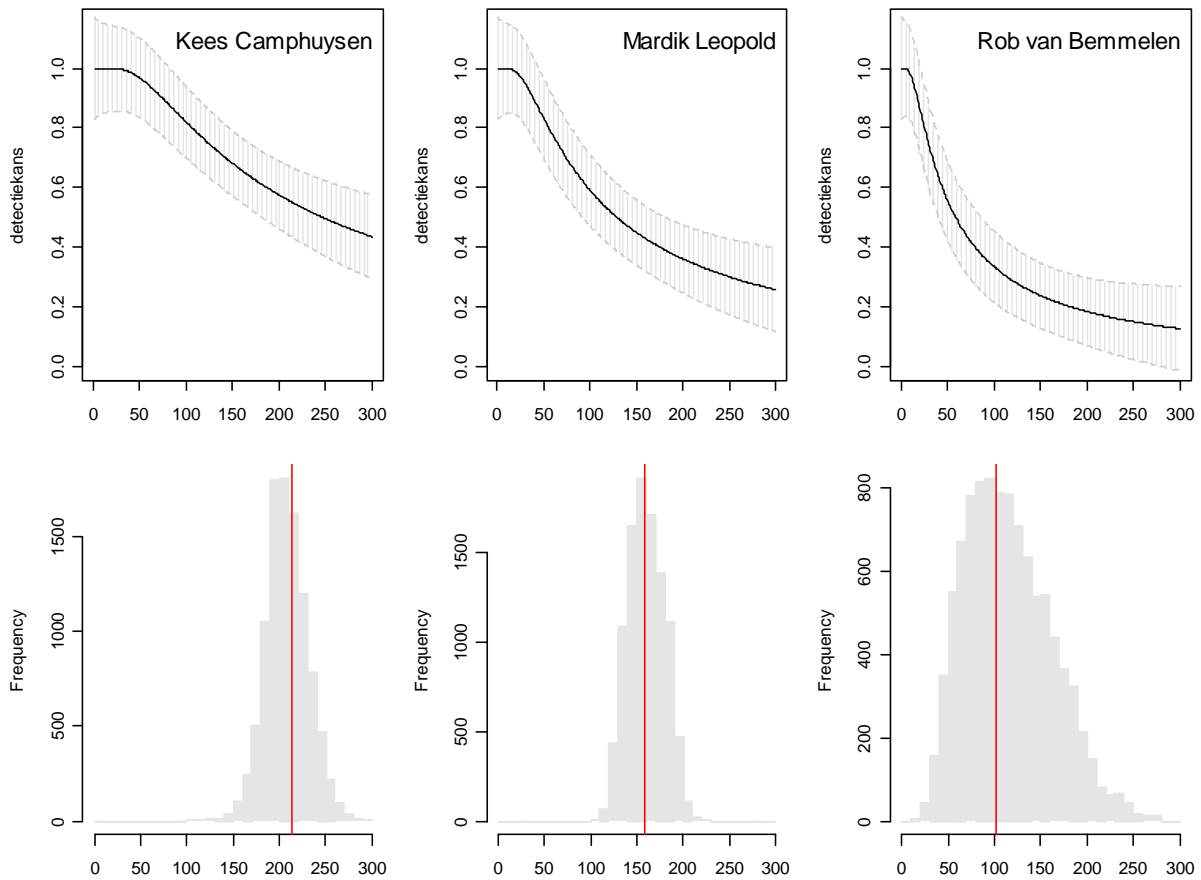
Hoofdwaarnemer	zeestaat (Bft)				totaal
	0-1	2-3	4-5	6-8	
Kees Camphuysen	128	131	173	-	432
Mardik Leopold	-	182	119	186	487
Rob van Bemmelen	-	15	23	56	94
					1 013



Figuur 10. Histogrammen van aantal waarnemingen van Alken of Zeekoeten voor de drie hoofdwaarnemers onder vier categorieën windkrachten (0-1 Bft, 2-3 Bft en 4-5 Bft en 6-8 Bft). Voor drie combinaties zijn geen waarnemingen beschikbaar.

Tabel 5. Distance analyse resultaten: model-selectie op grond van AIC (Akaike Information Criterion). Het hazard-rate model met alleen waarnemer als covariabele had de laagste AIC en beschreef de data dus het beste.

key functie	covariabelen	AIC	Δ AIC
half-normal	-	2 868.4	59.6
	zeestaat	2 858.7	49.9
	waarnemer	2 835.8	27.0
	zeestaat & waarnemer	2 836.4	27.5
hazard-rate	-	2 825.2	16.4
	zeestaat	2 823.5	14.7
	waarnemer	2 808.8	0.0
	zeestaat & waarnemer	2 812.3	3.4



Figuur 11. Detectiecurves per hoofdwaarnemer (boven) en de geschatte effectieve stripbreedtes per waarnemer (onder). Deze laatste zijn gebaseerd op een bootstrap. De rode lijnen geven de gemiddelde waarden aan waarmee is gerekend. Zie ook Figuur 10 voor de histogrammen waarop deze modelering is gebaseerd.

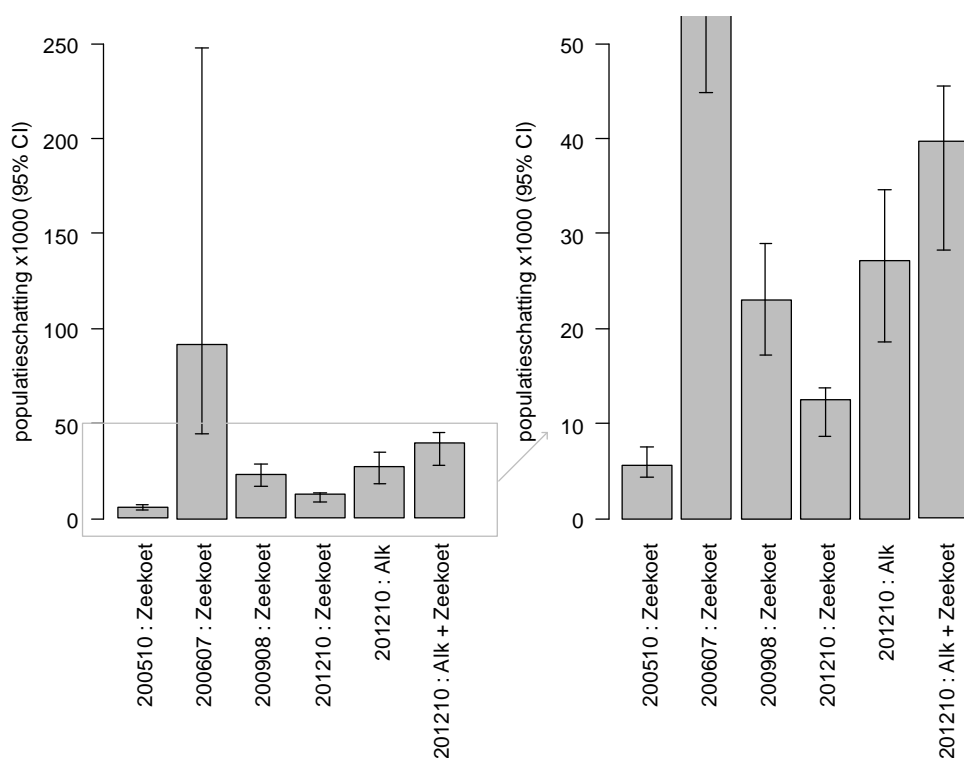
Populatieschattingen van een aantal uitgebreide surveys

Zie *Tabel 3* voor een overzicht van de vier tellingen waarvoor een populatieschatting is uitgevoerd. Wat betreft de timing van de surveys zijn deze in tweetallen te groeperen: **1**) begin oktober (2005) en eind oktober/begin november (2012) en **2**) eind juli (2006) en eind juli/begin augustus (2009). Ondanks deze vrij kleine verschillen, verschillen de populatieschattingen aanzienlijk (*Tabel 6*). Terwijl in oktober 2005 rond de 4 500 Zeekoeten werden geschat, werden er in oktober/november 2012 meer dan 3 maal zoveel geschat: bijna 13 000 Zeekoeten. Ook de zomerse tellingen verschillen aanzienlijk: ongeveer 22 000 in juli-augustus 2009 tegen een vier keer hogere schatting van 92 000 juli 2006.

Alleen tijdens de oktober-november 2012 telling zijn er voldoende Alken geteld om een populatieschatting mogelijk te maken. Deze geeft aan dat toen ca. 27 000 individuen in het gebied verbleven. De gecombineerde populatieschatting voor Alk en Zeekoet in oktober-november 2012 wordt hier gegeven voor de vergelijking met de vliegtuigtellingen.

Tabel 6. Populatieschattingen per geselecteerde scheepstelling met bijbehorende 95% waarschijnlijkheidsintervallen. Alleen tijdens de oktober-november 2012 survey zijn genoeg Alken gezien om een populatieschatting te maken.

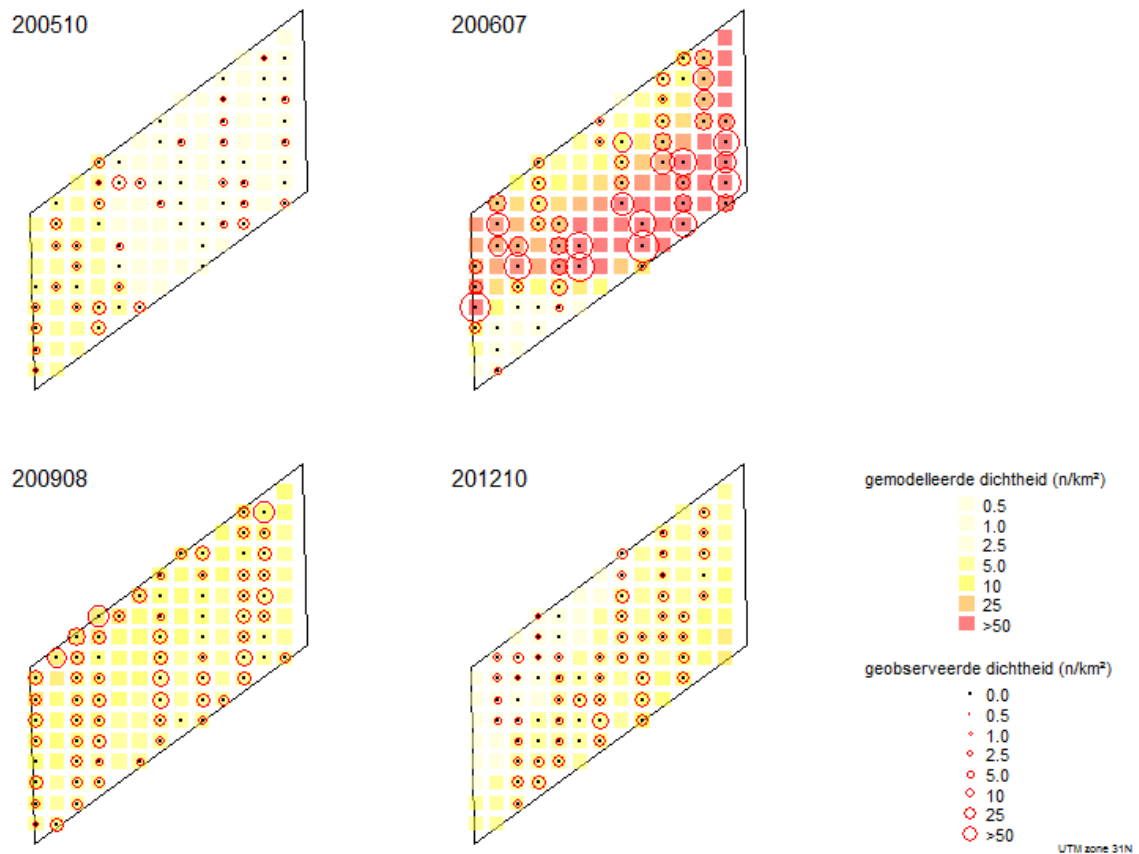
Telling	Soort	Populatieschatting	95% waarschijnlijkheidsinterval
4-6 oktober 2005	Zeekoet	5 645	4 390 - 7 492
26-28 juli 2006	Zeekoet	91 795	44 848 - 247 939
28-29 juli & 3-6 augustus 2009	Zeekoet	23 074	17 246 - 29 015
30 oktober – 1 november 2012	Zeekoet	12 541	8 594 - 13 745
	Alk	27 184	18 569 - 34 682
	Zeekoet + Alk	39 718	28 210 - 45 478



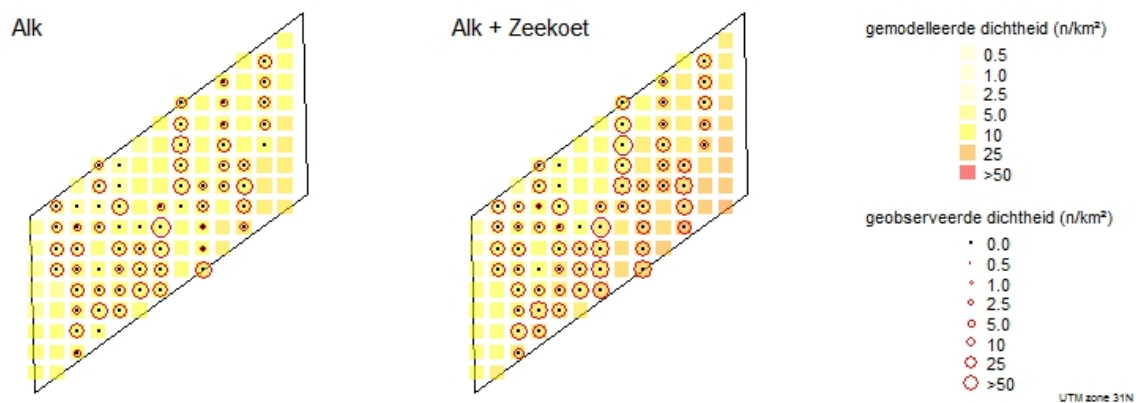
Figuur 12. Populatieschattingen van Zeekoet en Alk (alleen oktober-november 2012) voor een selectie van scheepstellingen; de rechter figuur is een uitvergroting van de linker figuur. De error bars geven per staaf het 95% waarschijnlijkheidsinterval aan.

Ruimtelijke patronen in dichtheden

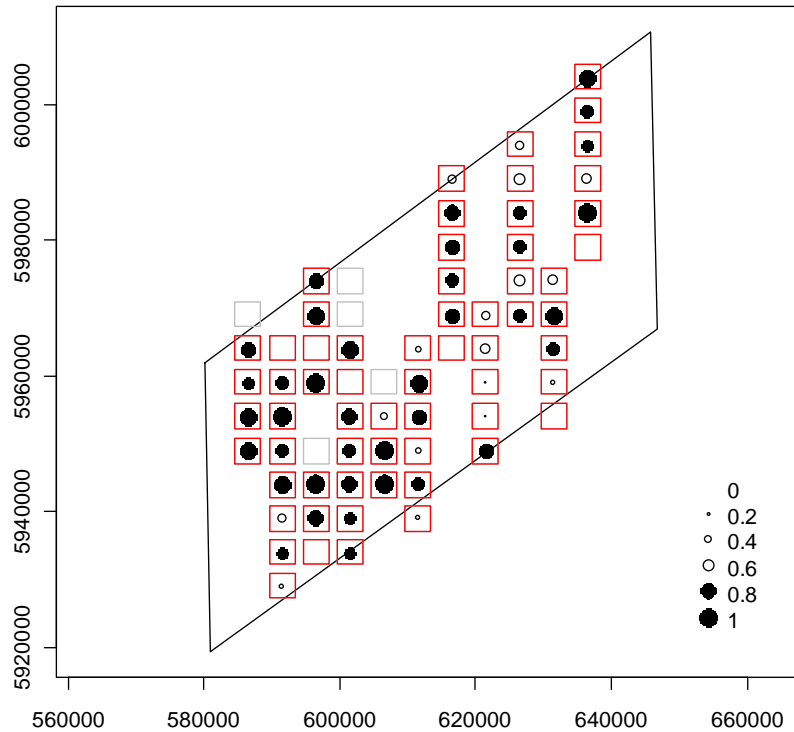
De ruimtelijke modellering van de tellingen laat met name een duidelijk patroon zien in juli 2006, toen een duidelijke band met hoge concentraties werd vastgesteld (Figuur 13). In de overige tellingen werden wel lokaal hogere dichtheden vastgesteld, maar deze waren 'patchy' over een groot deel van het gebied. In oktober-november 2012 voorspelt het model hogere dichtheden in de zuidoosthoek van het gebied, zowel voor Zeekoeten (Figuur 13) als voor Alken (Figuur 14).



Figuur 13. Gemodelleerd ruimtelijk patroon van de dichtheid van Zeekoeten op grond van vier geselecteerde scheepstellingen.



Figuur 14. Gemodelleerd ruimtelijk patroon van de dichtheid van Alk (links) en Alk en Zeekoet samen (rechts) op grond van scheepstelling in oktober-november 2012.

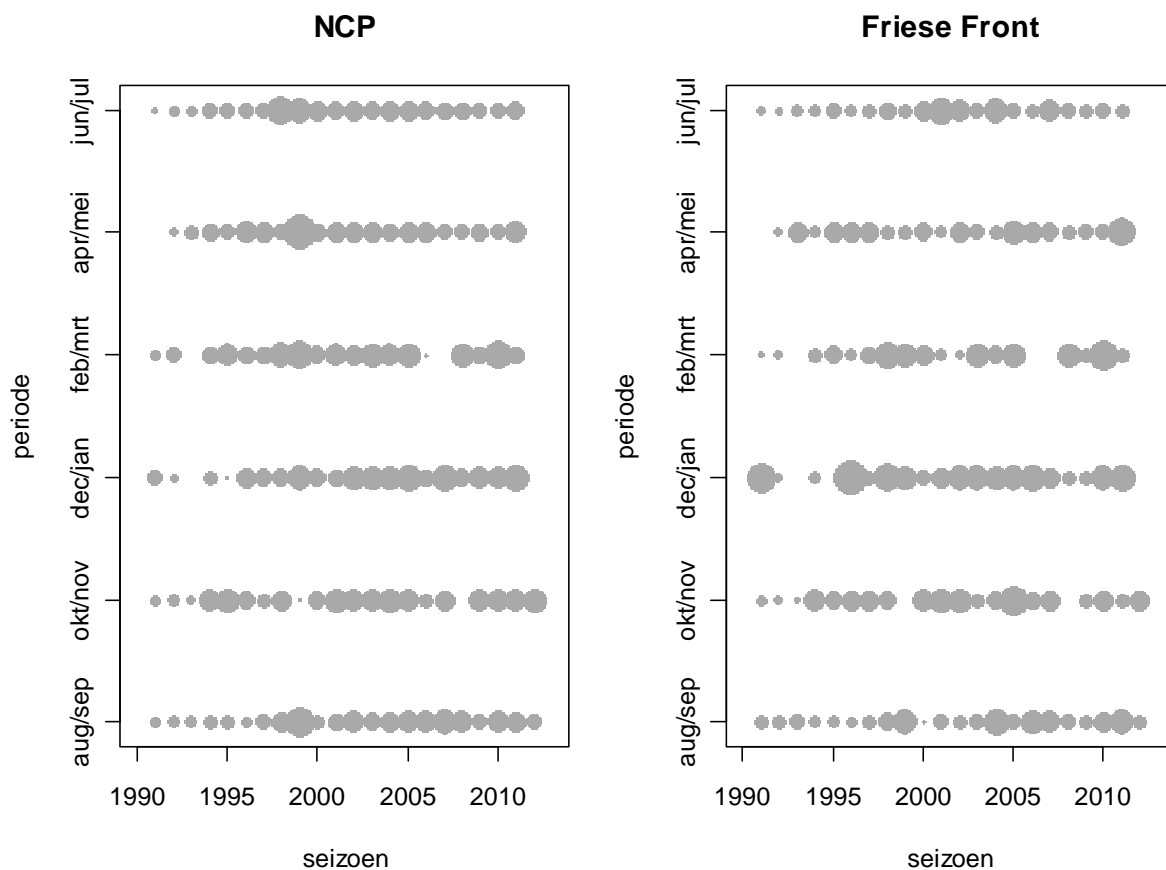


Figuur 15. Ruimtelijk patroon van de fractie Alken van het aantal Alken en Zeekoeten, gebaseerd op de waargenomen aantallen per 5x5 km blok tijdens de sloop van oktober-november 2012. Grijs omlijnde blokken geven aan waar wel is geteld, maar waar geen vogels zijn waargenomen. In rood omlijnde blokken zijn Alken en/of Zeekoeten gezien. Zwarte stippen geven fracties Alken aan die hoger zijn dan het gemiddelde van 0.60. Duidelijk is te zien dat in de meeste blokken Alken in de meerderheid waren, met zwakke ruimtelijke verschillen, zoals in de westelijke helft van het gebied.

Vliegtuigtellingen

Waarnemingsinspanning

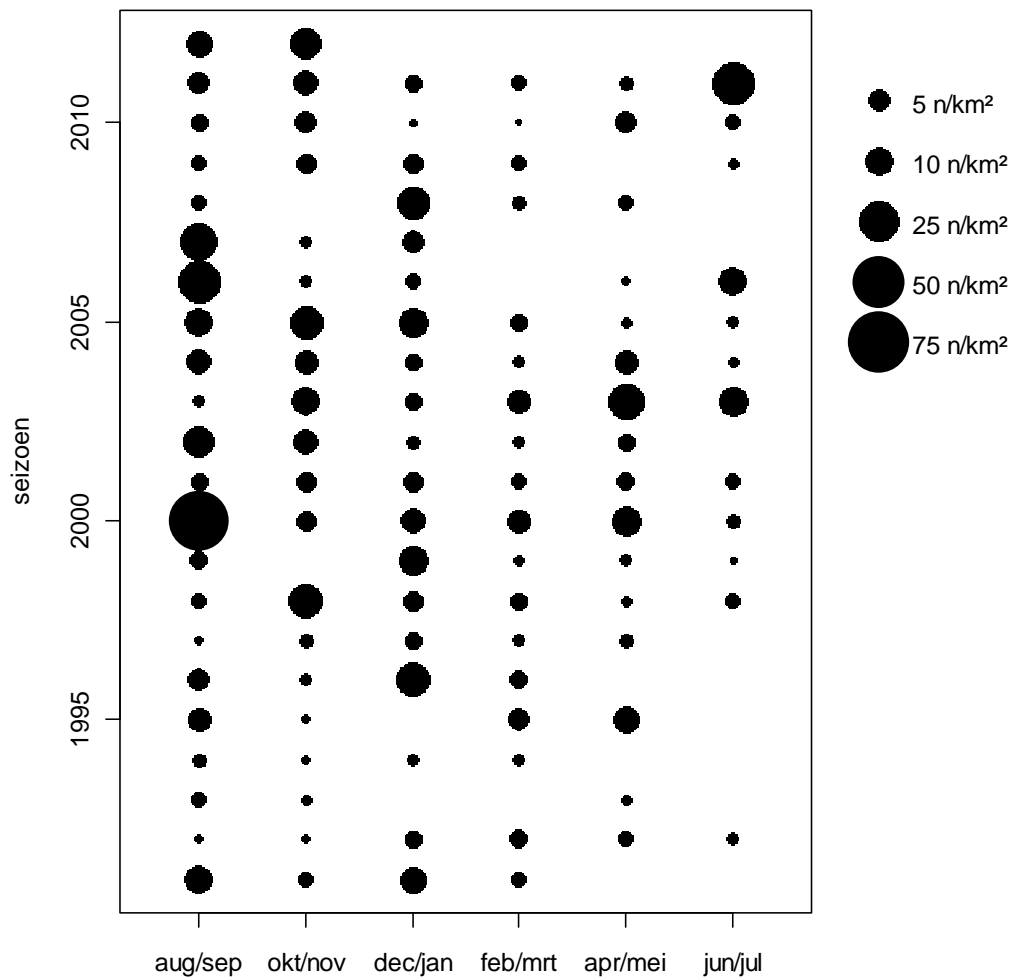
De cumulatieve Noordzee-brede waarnemingsinspanning van vliegtuigtellingen per tweemaandelijke periode (Figuur 3, Figuur 4 en *Figuur 16*) laat een goede dekking van het NCP zien. Het Friese Front is daarbij met grote regelmatig bezocht (*Figuur 16*, rechts), maar de waarnemingsinspanning is wel sterk in een hoek geconcentreerd (*Figuur 1*). De waarnemingsinspanning is over de jaren toegenomen als gevolg van verandering van de vliegroute (zie bijvoorbeeld Arts & Berrevoets 2006).



Figuur 16. Waarnemingsinspanning van de MTWL vliegtuigtellingen voor het gehele NCP (links) en voor het Friese Front Natura 2000 gebied (rechts).

Seizoens- en jaarvariatie

In overeenstemming met de scheepstellingen laten de vliegtuigtellingen zien dat de relatieve dichtheid Alk/Zeekoeten op het Friese Front flinke variatie vertoont (Figuur 17). Hoge dichtheden werden met name behaald in augustus/september, maar ook in oktober-januari en in enkele jaren zelfs in april-mei en juni-juli werden vrij hoge dichtheden vastgesteld.



Figuur 17. Relatieve dichtheid van Alk/Zeekoet op het Friese Front op grond van MWTL vliegtuigtellingen in tweemaandelijks perioden in 1991-2012. Dit is op grond van de gemeten dichtheden – dus niet op grond van gemodelleerde dichtheden.

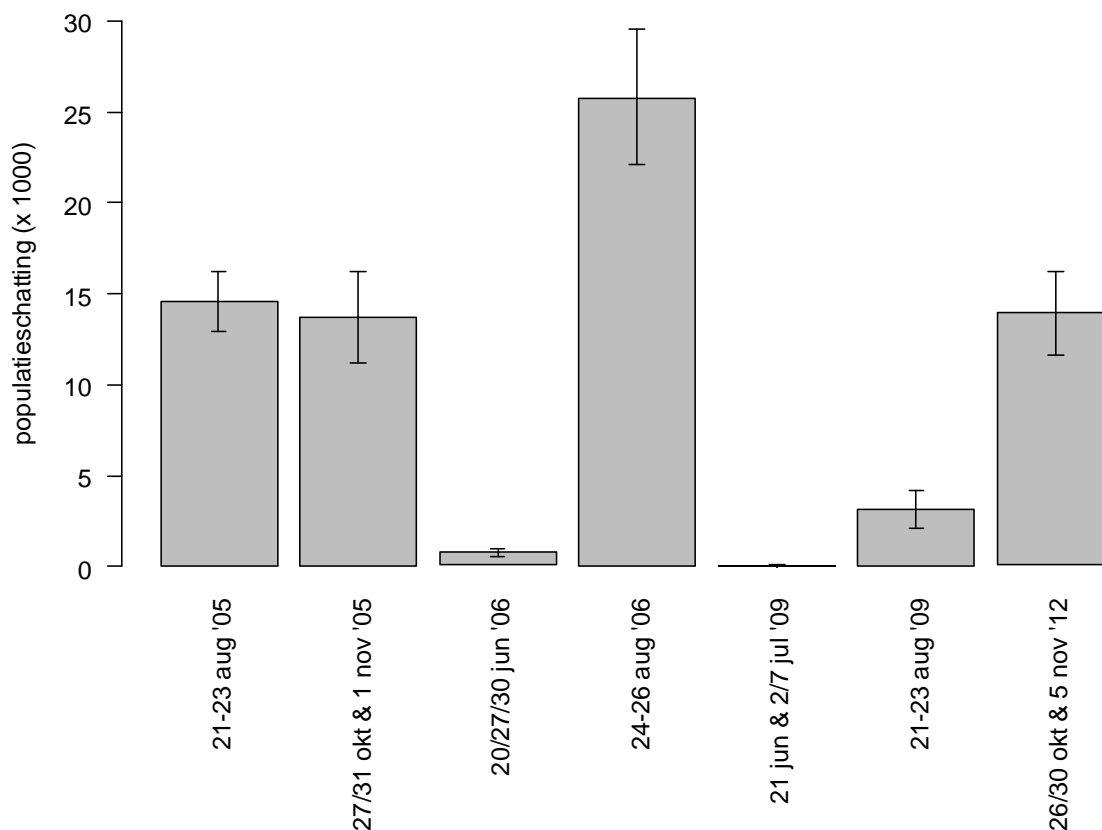
Populatieschattingen

Populatieschattingen voor het gehele Friese Front gebied op grond van gemodelleerde MWTL tellingen geven aan dat er regelmatig rond de 14 000 Alk/Zeekoeten in het gebied aanwezig zijn. De vliegtuigtellingen in eind juni 2006 en eind juni/begin juli 2009 vielen duidelijk vóór de aankomst van grote aantallen Alk/Zeekoeten op het Friese Front. De aantallen die eind augustus werden vastgesteld (2005, 2006 en 2009) waren duidelijk hoger maar laten een grote variatie tussen jaren zien, met slechts rond de 3 000 exemplaren in 2009, bijna 15 000 in 2005 en ongeveer 26 000 in 2006. De tellingen eind oktober/begin november in 2005 en 2012 laten vrijwel dezelfde schatting zien: zo'n 14 000 vogels.

Tabel 7. Populatieschattingen voor het Friese Front op grond van gemodelleerde MWTL tellingen. De grijze lijnen scheiden tellingen die corresponderen met dezelfde scheepssurvey.

Telling	Populatieschatting	95% waarschijnlijkheidsinterval
21-23 aug '05	14 809	13 170 - 16 449
27/31 okt & 1 nov '05	13 990	11 451 - 16 547
20/27/30 jun '06	817	607 - 1 025
24-26 aug '06	26 128	22 441 - 29 848
21 jun & 2/7 jul '09	-19*	-150 - 114*
21-23 aug '09	3 181	2 146 - 4 223
26/30 okt & 5 nov '12	14 189	11 924 - 16 491

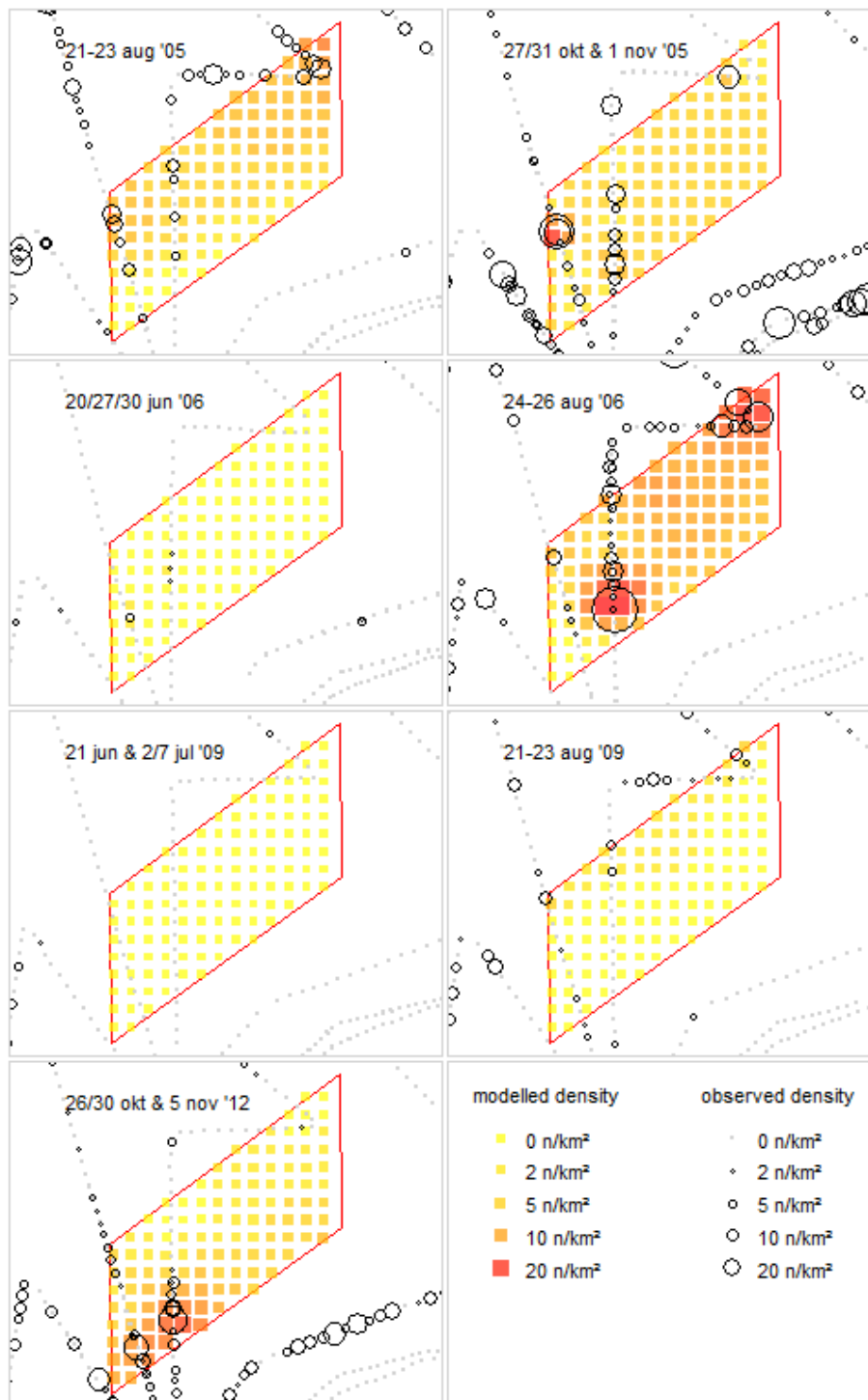
* In de block-kriging kunnen negatieve waarden worden voorspeld – vandaar deze negatieve waarde. In werkelijkheid zijn deze natuurlijk onmogelijk. Tijdens deze telling werden geen Alk/Zeekoeten binnen de grenzen van het Friese Front gezien.



Figuur 18. Populatieschattingen van alk/zeekoet op grond van gemodelleerde MWTL vliegtuigtellingen.

Ruimtelijke patronen in dichtheden

De modelresultaten van de vliegtuigtellingen laten sterke ruimtelijke patronen zien in augustus 2006 en in oktober-november 2012. In andere tellingen worden meer gelijkmatige ruimtelijke patronen in dichtheid voorspeld (Figuur 19).



Figuur 19. Gemodelleerde dichtheidsschattingen van alk/zeekoet op grond van de MTWL vliegtuigtellingen. Let op dat Zeekoeten doorgaans eind juli/begin augustus arriveren op het Friese Front. Dit verklaart de zeer lage gemodelleerde dichtheden in juni 2006 en in juni-juli 2009.

Vergelijking scheepstellingen met vliegtuigtellingen

Populatieschattingen en dichtheden

De populatieschattingen worden gegeven in *Tabel 6* en *Tabel 7* en vergeleken in *Figuur 21*. Duidelijk is dat de geschatte populatiegroottes op grond van de scheepstellingen in drie van de vier surveys groter of zelfs veel groter zijn dan die op grond van de vliegtuigtellingen. De telling in oktober 2005 vormt hier een uitzondering op. Bij de tellingen in de zomer (2006 en 2009) werden tijdens de vliegtuigtellingen voorafgaand aan de scheepstellingen nauwelijks Alk/Zeekoeten vastgesteld. Voor de tellingen in juli-augustus 2006 geldt dat zowel de vliegtuigtellingen als de scheepstellingen zeer hoge aantallen opleverden. Ook in het geval van de tellingen in oktober-november 2012 levert de scheepstelling een hogere populatieschatting op: bijna driemaal zoveel.

Tabel 8. Overzicht van de vergeleken scheeps- en vliegtuigtellingen, met het verschil in timing, uitgedrukt in aantal dagen.

Scheepstelling	Vliegtuigtelling	Vershil in dagen
4-6 oktober 2005	21-23 augustus 2005	42
	27/31 okt & 1 november 2005	21
26-28 juli 2006	20/27/30 juni 2006	26
	24-26 augustus 2006	27
28-29 juli & 3-6 augustus 2009	21 juni & 2/7 juli 2009	21
	21-23 augustus 2009	15
30 oktober – 1 november 2012	26/30 oktober & 5 november 2012	0

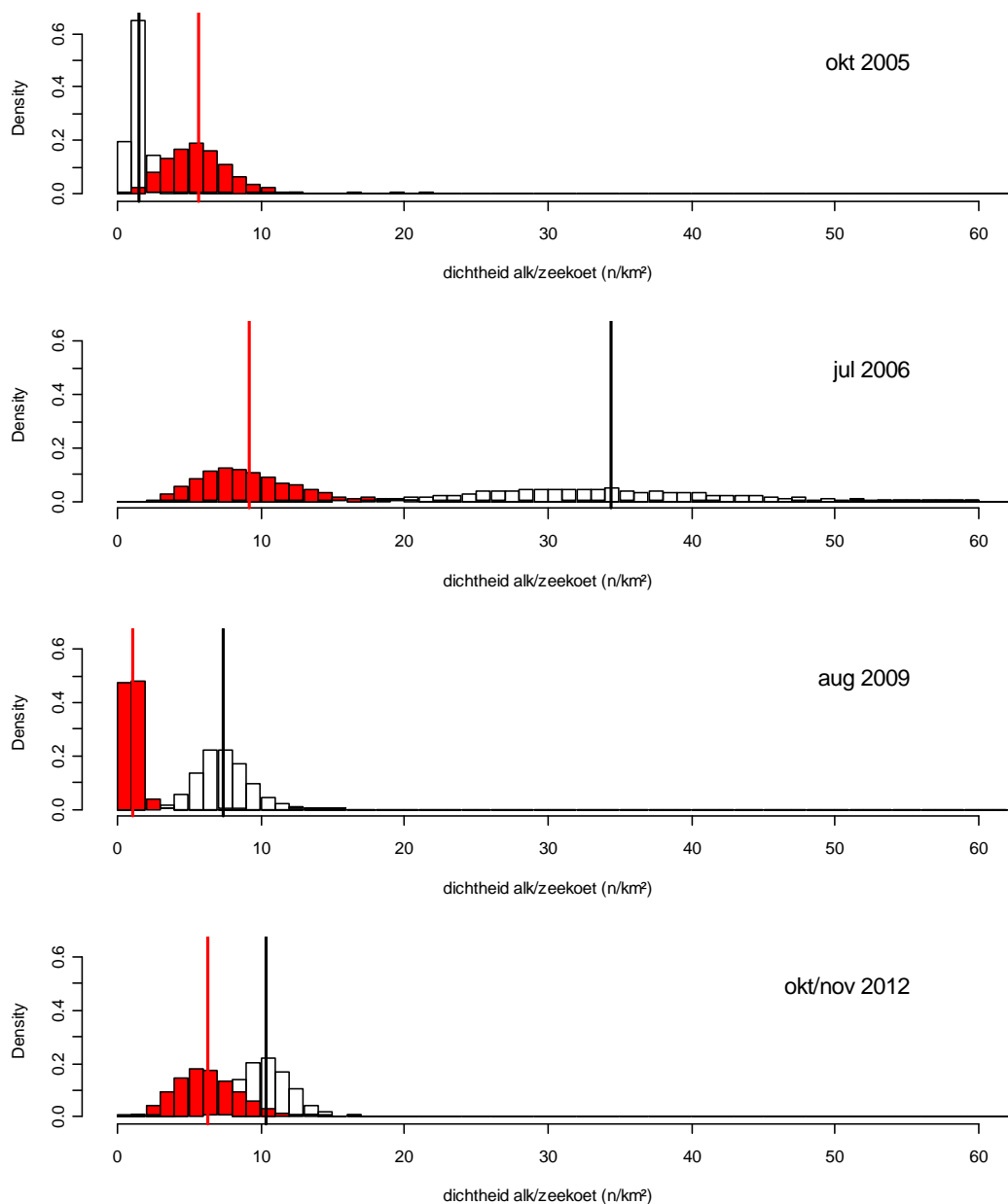
De gemeten dichtheden verschilden significant tussen surveys en tussen methoden (zie *Tabel 9*). Behalve voor de telling in oktober 2005, geldt dat dichtheden op grond van scheepstellingen hoger waren. Het verschil in dichtheid was het grootst bij de zomertelling van 2006. Het verschil was relatief klein in de oktober/november 2012 telling (*Tabel 10, Figuur 20*).

Tabel 9. Modelresultaten van een vergelijking in dichtheid (n/km^2) op grond van scheeps- en vliegtuigtellingen.

	Parameterschatting	Std. Error	z value	Pr(> z)
Intercept	0.388	0.007	54.58	<0.001
M_{MWTL}	1.348	0.009	150.73	<0.001
S₂	3.148	0.009	365.26	<0.001
S₃	1.615	0.008	195.07	<0.001
S₄	1.946	0.008	232.41	<0.001
M_{MWTL}:S₂	-2.664	0.012	-228.01	<0.001
M_{MWTL}:S₃	-3.283	0.013	-248.35	<0.001
M_{MWTL}:S₄	-1.834	0.012	-154.83	<0.001

Tabel 10. Vergelijking van dichtheden alk/zeekoet (n/km^2) tussen scheeps- en vliegtuigtellingen.

Telling	Schip	Vliegtuig
Oktober 2005	1.47	5.68
Juli 2006	34.32	9.21
Juli-augustus 2009	7.42	1.07
Oktober/november 2012	10.32	6.35



Figuur 20. Vergelijking van door middel van bootstrapping bepaalde dichtheden van alk/zeekoet. Witte balken laten de verdelingen van dichtheden zien van scheepstellingen; rode balken die van vliegtuigtellingen. De verticale lijnen laten de gemiddelde dichtheden zien (zwarte lijn voor scheepstellingen; rode lijn voor vliegtuigtellingen), op grond van de parameterschattingen van het GLM. Bij de telling in oktober 2005 leverde de vliegtuigtelling hogere dichtheden op, bij de andere drie tellingen was dit patroon omgedraaid.

Variatiecoëfficiënten

In *Tabel 11* worden de variatiecoëfficiënten per telling weergegeven. Deze waren ofwel van gelijke orde van grootte (oktober 2005, augustus 2009) of hoger voor vliegtuigtellingen (juli 2006, oktober/november 1012).

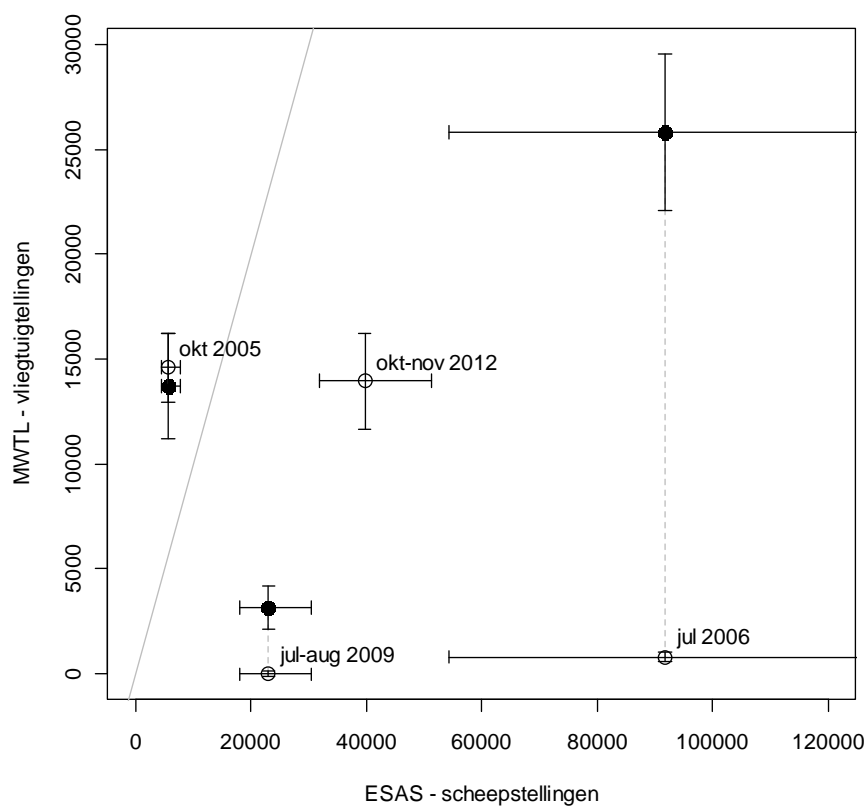
Tabel 11. Variatiecoëfficiënten per telling voor scheepstellingen en vliegtuigtellingen.

Telling	Scheepstelling	Vliegtuigtelling
Oktober 2005	0.49	0.29 0.55
Juli 2006	0.37	0.61 0.51
Augustus 2009	0.45	- 0.53
Oktober/november 2012	0.24	0.47

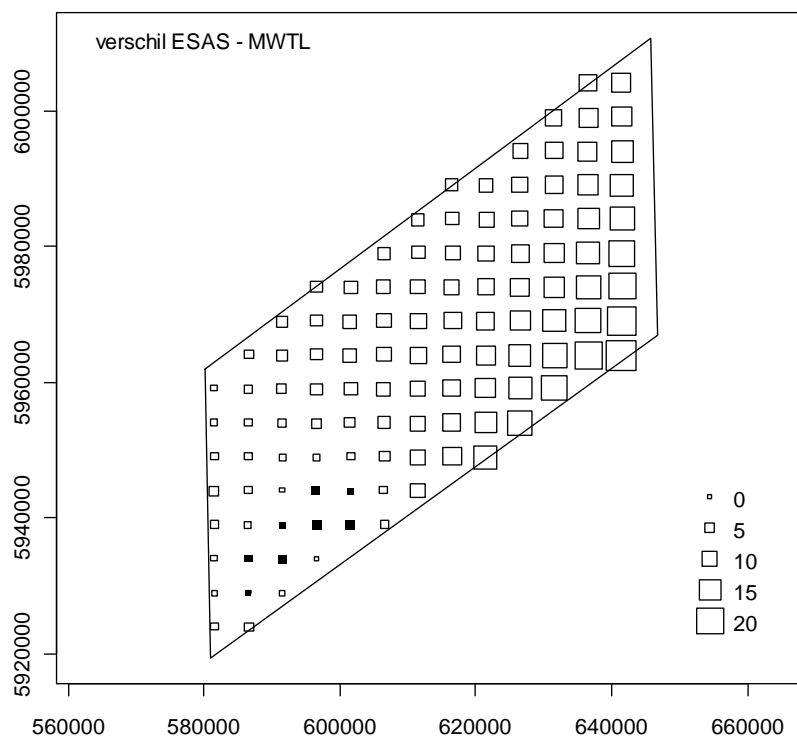
Verspreiding, dichtheid en aantalsschattingen: oktober-november 2012

De enige set van tellingen in welke het verschil in timing tussen vliegtuig- en scheepstelling zeer klein was, was die van oktober-november 2012. Ook voor deze survey geldt dat de scheepstelling een hogere gecombineerde populatieschatting voor Alk en Zeekoet opleverde dan de vliegtuigtelling: ca. 40 000 tegenover ca. 14 000 (*Figuur 21, Tabel 6, Tabel 7*).

Dit verschil manifesteert zich met name in het zuidoosten van het telgebied. In het westen van het gebied komen de dichtheidsschattingen redelijk goed overeen, maar meer oostwaarts neemt het verschil tussen beide methoden toe (*Figuur 22*). Dit suggereert een toenemend verschil bij een grotere afstand tot de gebieden waar de vliegtuigtelling waarnemingsinspanning heeft geleverd (maar merk op dat ook het noordoosten van het gebied een vrij groot verschil laat zien, terwijl hier wel degelijk is gevlogen).



Figuur 21. Vergelijking tussen populatieschattingen voor Alk en Zeekoet gecombineerd voor vier ESAS scheepstellingen en de vliegtuigtellingen vóór (open symbolen) en ná (dichte symbolen) de scheepstellingen. De vliegtuigtellingen die bij dezelfde scheepstelling horen zijn verbonden met een grijze stippellijn. Voor de scheepstelling van oktober-november 2012 geldt dat deze min of meer gelijktijdig met de vliegtuigtelling plaats vond. Dit is de reden dat er voor deze telling maar één punt is. De grijze diagonale lijn geeft de $x=y$ lijn weer.



Figuur 22. Ruimtelijk verschil tussen de gemodelleerde scheepstelling en de gemodelleerde vliegtuigtelling in oktober-november 2012 van Alk en Zeekoet gecombineerd. De grootte van de hokjes is proportioneel aan het absolute verschil in geschatte dichtheid (aantal vogels/km²). Het verschil is vrij klein in het uiterste westen van het gebied, maar hier waren de dichtheden laag. (UTM zone 31N/WGS1984)

5. Discussie en conclusies

In dit rapport wordt het voorkomen van Zeekoeten en Alken op het Friese Front beschreven aan de hand van tellingen vanaf schepen en vanuit vliegtuigen. Scheepstellingen laten zien dat Zeekoeten eind juli op het Friese Front verschijnen. Adulte vogels arriveren hier met hun niet-vliegvlugge kuikens en maken zelf een volledige rui door. Het percentage juvenielen loopt in augustus op tot circa 20%. Vervolgens nemen de aantallen Zeekoeten enigszins af, om in de loop van de herfst weer toe te nemen. Mid-winter vertrekken veel (volwassen) Zeekoeten. Vogels die in het voorjaar nog aanwezig zijn, zijn waarschijnlijk voornamelijk onvolwassen vogels, wat zich onder andere uit in een hoog percentage vogels dat nog niet in zomerkleed is. Alken zijn (zo goed als) afwezig in de maanden mei-september. Pas vanaf oktober verschijnen ze op het Friese Front. Ze kunnen dan talrijker zijn dan Zeekoeten. In het voorjaar nemen de aantallen Alken weer af.

Verschillen in populatieschattingen van scheeps- en vliegtuigtellingen

De resultaten van vier scheepstellingen in 2005-2012 wijzen op de aanwezigheid van maximaal ca. 100 000 Zeekoeten en ca. 30 000 Alken in het door Lindeboom *et al.* (2005) gedefinieerde Friese Front gebied. Voor Alk en Zeekoet gecombineerde populatieschattingen op basis van scheepstellingen zijn in drie van de vier onderzochte gevallen aanzienlijk hoger dan populatieschattingen op grond van vliegtuigtellingen vóór en na deze scheepssurveys. Alleen voor de tellingen in oktober 2005 was dit patroon omgedraaid: toen leverde de vliegtuigtelling een hogere schatting op. De verschillen zijn aanzienlijk; het gaat hier om verschillen van circa 8 000 tot 90 000 individuen. Hieronder worden mogelijke oorzaken van deze verschillen besproken.

Ten dele kunnen deze verschillen verklaard worden door de timing van de vliegtuigtellingen in relatie tot de fenologie van Zeekoeten op het Friese Front. Scheepstellingen laten zien dat Zeekoeten eind juli/begin augustus in grote aantallen arriveren op het Friese Front. Vergeleken met de twee zomerse scheepstellingen (juli 2006 en juli-augustus 2009) werden nauwelijks Alk/Zeeoeten vastgesteld tijdens de voorgaande vliegtuigtelling. Deze vonden plaats in eind juni 2006 en eind juni / begin juli in 2009 – dus vóórdat grote aantallen Zeekoeten doorgaans op het Friese Front verschijnen. De twee zomerse scheepstellingen vonden duidelijk plaats nadat de Zeekoeten hier verschenen. Dat de daaropvolgende vliegtuigtellingen óók lagere populatieschattingen opleverden dan de scheepstellingen, kan wellicht gerelateerd worden aan een afname van de aantallen Zeekoeten in de loop van de nazomer en het begin van de herfst.

Alleen bij de tellingen in oktober-november 2012 werden de vliegtuig- en scheepstelling in een kort tijds kader uitgevoerd. In de andere gevallen betrof het verschil in timing ongeveer twee tot zes weken. In een dergelijke periode kunnen zich grote verschuivingen in de verspreiding en dichtheden van Alken en Zeekoeten voordoen. Ook de populatieschattingen van oktober-november 2012 verschillen echter flink: circa 14 000 Alk/Zeeoeten op grond van de vliegtuigtelling, tegenover circa 40 000 Alken en Zeekoeten samen op grond van de scheepstelling. De veel hogere schatting op grond van de scheepstelling, ondanks de goede match in timing van de vliegtuig- en scheepstelling, suggereert dat deze verschillen worden veroorzaakt door andere fenomenen dan verplaatsing.

Een andere belangrijke factor voor de nauwkeurigheid van populatieschattingen is de ruimtelijke ligging van de transecten. Bij de vier geselecteerde scheepstellingen waren de transecten redelijk gelijkmatig verdeeld over het gebied, maar bij de vliegtuigtellingen is dit niet het geval: de twee korte transecten liggen aan de west- en noordrand van het gebied. Daardoor wordt een groot deel van het gebied niet geteld. Indien de getelde transecten niet representatief zijn voor het gehele gebied zal een populatieschatting hierdoor een onder- of overschatting zijn. Daarnaast kunnen er onder- of

overschattingen veroorzaakt worden door extrapolatie vanuit transecten buiten het Friese Front gebied. Dit is een mogelijke verklaring voor het verschil in de populatieschattingen van de tellingen in oktober-november 2012: de grootste verschillen tussen de vliegtuig- en scheepstelling bevinden zich in de zuidoosthoek van het gebied. Dit komt omdat ten eerste door de genoemde afwezigheid van monsters in dit gebied, en ten tweede doordat de dichtheden in de zuidoosthoek niet per sé nauwkeurig beschreven kunnen worden met behulp van een GLM waarin alleen diepte en afstand tot de kust als verklarende variabelen worden meegenomen.

Dit zou ook de reden kunnen zijn voor verschillen tussen scheeps- en vliegtuigtellingen in de andere drie tellingen – met name die in juli 2006, toen hoge concentraties Zeekoeten werden vastgesteld in het zuidoostelijke deel van het gebied – maar hier is niet uit te sluiten dat het verspreidingspatroon en de abundantie veranderd was in de tijd tussen de scheeps- en de vliegtuigtelling. Dit verschil in timing was namelijk aanzienlijk voor drie van de vier tellingen – ongeveer een maand.

Ten slotte zijn er nog methodische verschillen die lagere gemeten dichtheden tijdens vliegtuigtellingen kunnen verklaren. Bij een eerdere vergelijkingen van scheeps- en vliegtuigtellingen van zeevogels vonden ook Camphuysen & Leopold (1994) een systematische onderschatting door vliegtuigtellingen van alkachtigen. Om tot absolute dichtheden te komen moet gecorrigeerd worden voor gemiste individuen. Vogels kunnen gemist worden omdat ze 'niet beschikbaar' zijn voor detectie of omdat de waarnemer ze over het hoofd ziet. Camphuysen & Leopold hypothetiseren dat een relatief langzaam platform (een schip) hogere detectiekansen geeft voor duikende en lastig te detecteren vogels zoals alkachtigen, en daardoor leidt tot een betere schatting van werkelijke dichtheden. Voor beide platformen geldt dat het onbekend is welk deel van de vogels die op de transectlijn zwemmen gemist worden. Omdat de detectie op de transectlijn waarschijnlijk niet perfect is, betekent dit dat zowel vliegtuig- als scheepstellingen in bepaalde mate onderschattingen opleveren. Een belangrijke reden van het missen van vogels die wél 'beschikbaar' zijn voor detectie, is dat met name zwemmende vogels lastiger te detecteren zijn op grotere afstand. Voor de scheepstellingen is hiervoor de Distance sampling techniek gebruikt (Buckland *et al.* 2001), waarbij de detectiekans wordt gemodelleerd als functie van afstand tot de transectlijn. Deze techniek geeft daarnaast de mogelijkheid om te corrigeren voor lagere detectie bij slechter weer of verschillen tussen waarnemers. Bij de vliegtuigtellingen wordt niet gecorrigeerd voor afnemende detectie met afstand tot de waarnemer; aangenomen wordt dat alle individuen binnen een strip worden gedetecteerd. Wél wordt variatie tussen waarnemers (deels) meegenomen door stripbreedtes te bepalen per waarnemer en vliegtuigzijde (Arts & Berrevoets 2007). Stelselmatige onder- of overschattingen van de stripbreedte geven respectievelijk een te hoge of een te lage populatieschatting. In hoeverre dat hier van toepassing is, is niet te achterhalen.

In hoeverre de gebruikte rekenmethodes de verschillen in populatieschattingen zouden kunnen verklaren is vooralsnog ook onduidelijk. Dit zou bestudeerd kunnen worden door een gesimuleerde dataset met beide methoden te analyseren en deze vervolgens te vergelijken.

Voor monitoring is behalve de juistheid van een populatieschatting ook de precisie van deze schatting van belang. De precisie heeft namelijk consequenties voor het al dan niet kunnen detecteren van eventuele aantalsveranderingen. Hiervoor werden per survey de variatiecoëfficiënten van de dichtheidsmetingen van de twee methoden vergeleken. Deze waren ofwel van gelijke orde van grootte, ofwel hoger voor de vliegtuigtellingen.

Een bron van onzekerheid die zowel in de dichtheids- en populatieschattingen van de vliegtuig- als de scheepstellingen niet is meegenomen, is de onzekerheid in de stripbreedtes. Beide gebruikte methoden (Buckland *et al.* 2001, Arts & Berrevoets 2007) geven een schatting met een bepaalde onzekerheid. Het meenemen van deze onzekerheid in de populatieschattingen kan gedaan worden met behulp van bootstrap methoden.

Aanbevelingen voor monitoring

Monitoring van Alken en Zeekoeten op het Friese Front is met name relevant in de zomer (juli-augustus), wanneer hier grote aantallen Zeekoeten met hun jongen aanwezig zijn, en in de herfst en winter (oktober-januari), wanneer hier zowel grote aantallen Alken als Zeekoeten aanwezig zijn.

Een belangrijk verschil tussen scheeps- en vliegtuigtellingen zoals uitgevoerd volgens de huidige methoden, is het vermogen om Alken en Zeekoeten te onderscheiden tijdens scheepstellingen. In de zomermaanden (juli-september) zijn Alken nagenoeg afwezig en zou monitoring door middel van vliegtuigen in principe mogelijk zijn. Aanbevolen wordt echter om de waarnemingsinspanning in het gebied flink te verhogen om daarmee te zorgen voor een veel betere dekking van het gebied. Bij de inzet van vliegtuigtellingen wordt aanbevolen om de *distance sampling* techniek toe te passen, zodat gecorrigeerd kan worden voor lagere detectie op grotere afstand (cf. van Roomen *et al.* 2013). Een verlaagde detectie van onderduikende Zeekoeten door de hoge snelheid van een vliegtuig blijft echter een probleem. Ook voor dit probleem zijn oplossingen denkbaar. Men zou hoger kunnen gaan vliegen en dan gebruik maken van hoge resolutie camera's in plaats van waarnemers. De vraag is echter vooralsnog of Alken met deze HiDef techniek met voldoende zekerheid van Zeekoeten kunnen worden onderscheiden. Voordelen van HiDef surveys zijn wel de verifieerbaarheid van de detecties en dat daarbij ook vaststaat hoe breed precies de geïnventariseerde stroken zijn (Buckland *et al.* 2011). Een alternatief is juist lager te gaan vliegen (Poot *et al.* 2011; van Roomen *et al.* 2013) omdat alkachtigen dan minder snel zouden duiken. Ook al leveren vliegtuigtellingen onderschattingen op, ze kunnen wel gebruikt worden voor het detecteren van trends. Voorwaarde is echter wel dat een goede dekking wordt gerealiseerd van het te onderzoeken gebied, in dit geval het Friese Front (van Roomen *et al.* 2013). Om tot nauwkeurige populatieschattingen te komen van beide soorten dienen scheepstellingen, eventueel aanvullend op vliegtuigtellingen, te worden ingezet. Deze zouden, in tegenstelling tot vliegtuigtellingen, ook informatie opleveren over de opgroefunctie van het gebied doordat kuikens kunnen worden herkend. Minimaal zou gebruik gemaakt moeten worden van scheepstijd die al voor andere programma's ter plaatse wordt ingezet, zoals de regulier gevaren "Terschellingraai", mits bij daglicht over het Friese Front wordt gevaren (van Roomen *et al.* 2013).

In de zomermaanden juli-september komen vrijwel alleen Zeekoeten voor op het Friese Front en kunnen we dus gevoeglijk aannemen dat alle vanuit het vliegtuig getelde Alk/Zeeoeten in feite Zeekoeten zijn. Buiten de zomermaanden, wanneer Alken en Zeekoeten beide zeer talrijk kunnen voorkomen op de Noordzee, is het onvermogen om de soorten te onderscheiden tijdens vliegtuigtellingen wél een probleem. De telling in oktober-november 2012 laat zien dat de ratio tussen Alken en Zeekoeten enige ruimtelijke variatie vertoont en behalve tussen seizoenen ook flink tussen jaren kan verschillen. Het extrapoleren van eerder gemeten ratio's kan daarom niet gebruikt worden om ongedetermineerde Alk/Zeeoeten aan één van de twee soorten toe te kennen. In de periode dat Alken aanwezig zijn in het gebied zijn vliegtuigtellingen in de huidige vorm dus ongeschikt voor monitoring van Zeekoeten op het Friese Front; of aanpassingen (laag vliegen, dan wel HiDef) voldoende kwaliteitswinst opleveren voor de specifieke herkenning van deze twee sterk op elkaar gelijkende soorten staat nog allerminst vast.

6. Kwaliteitsborging

IMARES beschikt over een ISO 9001:2008 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem (certificaatnummer: 124296-2012-AQ-NLD-RvA). Dit certificaat is geldig tot 15 december 2015. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV Certification B.V. Daarnaast beschikt het chemisch laboratorium van de afdeling Vis over een NEN-EN-ISO/IEC 17025:2005 accreditatie voor testlaboratoria met nummer L097. Deze accreditatie is geldig tot 27 maart 2013 en is voor het eerst verleend op 27 maart 1997; deze accreditatie is verleend door de Raad voor Accreditatie.

Referenties

- Akaike H 1974. A new look at the statistical model identification. *IEEE Transactions on Automatic Control* 19:716-723.
- Arts FA & CM Berrevoets 2006. Monitoring van zeevogels en zeezoogdieren op het Nederlands Continentaal Plat 1991-2006. Rapport RIKZ/2006.018.
- Arts FA 2012. Monitoring van zeevogels en zeezoogdieren op het Nederlands Continentaal Plat 1991-2011. Rapport RWS Waterdienst BM 12.25.
- van Bemmelen R, Geelhoed S & M Leopold 2011. Shortlist Masterplan Wind. Ship-based monitoring of seabirds and cetaceans. IMARES rapport C099/11.
- Buckland ST, Anderson DR, Burnham KP, Laake JL, Borchers DL & L Thomas 2001. Introduction to Distance Sampling, Vol. Oxford University Press, Oxford.
- Buckland ST, Burt M, Rexstad EA, Mellor M, Williams AE & Woodward R 2011. Aerial surveys of seabirds: the advent of digital methods. *Journal of Applied Ecology* 49: 960-967.
- Camphuysen CJ 1990. Dieet, leeftijd en geslacht van de Zeekoet *Uria aalge* in de Nederlandse Noordzee in het voorjaar. *Sula* 4: 41-53.
- Camphuysen CJ 2002. Post-fledging dispersal of Common Guillemot *Uria aalge* guarding chicks in the North Sea: the effect of predator presence and prey availability at sea. *Ardea* 90(1): 103-119.
- Camphuysen CJ & S Garthe 2004. Recording foraging seabirds at sea: standardised recording and coding of foraging behaviour and multi-species foraging associations. *Atlantic Seabirds* 5: 1-23.
- Camphuysen CJ & MF Leopold 1994. Atlas of seabirds in the southern North Sea. IBN Research report 94/6, NIOZ Report 1994-8, Institute for Forestry and Nature Research, Netherlands Institute for Sea Research and Dutch Seabird Group, Texel.
- Cramp S (ed.) 1985. The birds of the Western Palearctic. Volume 4: terns to woodpeckers. Oxford University press, London.
- van Franeker JA 1994. A comparison of methods for counting seabirds at sea in the Southern Ocean. *Journal of Field Ornithology* 65:96-108
- Geelhoed, SVG, Leopold MF & CJ Camphuysen 2009. Alk *Alca torda* met halfwas jong op het Friese front, juli 2009. *Sula* 22-2: 87-89
- Van Katwijk Q & CJ Camphuysen 1993. Post-breeding dispersal of Guillemots *Uria aalge* in the North Sea, late summer 1993. *Sula* 7: 133-140.
- Leopold MF, van Bemmelen R, Kühn S & S Lagerveld 2012. Friese Front Alk/Zeekoet: Oktober/November 2012, cruise rapport. IMARES rapport C150/12.
- van der Meer J & CJ Camphuysen 1996. Effect of observer differences on abundance estimates of seabirds from ship-based strip transect surveys. *Ibis* 138(3): 433-437.
- Poot MJM, Fijn RC, Jonkvorst RJ, Heunks C, de Jong J & van Horssen PW 2011. Aerial surveys of seabirds in the Dutch North Sea May 2010 - April 2011. Seabird distribution in relation to future offshore wind farms. Rapport 10-235 Bureau Waardenburg, Culemborg, 233p.
- Ronconi RA & Burger AE 2009. Estimating seabird densities from vessel transects: distance sampling and implications for strip transects. *Aquatic Biology* 4: 297-309.
- van Roomen M, Stahl J, Schekkerman H, van Turnhout C & Vogel R 2013. Advies monitoringplan Vogels in het Nederlandse Noordzeegebied. Sovon-rapport 2013/22. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.

- Rue H, Martino S & N Chopin 2009. Approximate Bayesian inference for latent Gaussian models by using Integrated Nested Laplace Approximations. *Journal of the Royal Statistical Society Series B (Statistical Methodology)* 71: 319–392.
- Skov H, Durinck J, Leopold MF, Tasker ML (2007) A quantitative method for evaluating the importance of marine areas for conservation of birds. *Biological Conservation* 136:362-371
- Tasker ML, Jones PH, Dixon TJ & BF Blake 1984. Counting seabirds at sea from ships: a review of methods employed and a suggestion for a standardized approach. *Auk* 101: 567-577
- Thomas L, Buckland ST, Rexstad EA, Laake JL, Strindberg S, Hedley SL, Bishop JRB, Marques TA & KP Burnham 2010. Distance software: design and analysis of distance sampling surveys for estimating population size. *Journal of Applied Ecology* 47: 5-14.

Verantwoording

Rapportnummer: C160/13

Projectnummer: 4306121001

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en het betreffende afdelingshoofd van IMARES.

Akkoord: Dr. Oscar Bos
Onderzoeker afdeling Ecosystemen

Handtekening:

Datum: 15 oktober 2013

Akkoord: Drs. Jakob Asjes
Afdelingshoofd Ecosystemen

Handtekening:

Datum: 14 oktober 2013