

621

OPPDRAKSMELDING

Fordeling av sjøfugl i åpent hav:
Barentshavet

Geir Helge Systad
Per Fauchald
Jan Ove Bustnes



NINA • NIKU

NINA Norsk institutt for naturforskning

NINA•NIKUs publikasjoner**NINA•NIKU utgir følgende faste publikasjoner:****NINA Fagrapport****NIKU Fagrapport**

Her publiseres resultater av NINAs og NIKUs eget forskningsarbeid, problemoversikter, kartlegging av kunnskapsnivået innen et emne, og litteraturstudier. Rapporter utgis også som et alternativ eller et supplement til internasjonal publisering, der tidsaspekt, materialets art, målgruppe m.m. gjør dette nødvendig.

Opplag: Normalt 300-500

NINA Oppdragsmelding**NIKU Oppdragsmelding**

Dette er det minimum av rapportering som NINA og NIKU gir til oppdragsgiver etter fullført forsknings- eller utredningsprosjekt. I tillegg til de emner som dekkes av fagrapportene, vil oppdragsmeldingene også omfatte befaringsrapporter, seminar- og konferanseforedrag, årsrapporter fra overvåkningsprogrammer, o.a.

Opplaget er begrenset, normalt 50-100.

Temahefter

Disse behandler spesielle tema og utarbeides etter behov bl.a. for å informere om viktige problemstillinger i samfunnet. Målgruppen er "almenheten" eller særskilte grupper, turist- og friluftlivskretser o.l. De gis derfor en mer populærfaglig form og med mer bruk av illustrasjoner enn ovennevnte publikasjoner.

Opplag: Varierer

Fakta-ark

Hensikten med disse er å gjøre de viktigste resultatene av NINA og NIKUs faglige virksomhet, og som er publisert andre steder, tilgjengelig for et større publikum (presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivåer, politikere og interesserte enkeltpersoner).

Opplag: 1200-1800

I tillegg publiserer NINA og NIKU-ansatte sine forskningsresultater i internasjonale vitenskapelige journaler, gjennom populærfaglige tidsskrifter og aviser.

Systad, G.H., Fauchald, P. & Bustnes, J.O. 1999. Fordeling av sjøfugl i åpent hav: Barentshavet. – NINA Oppdragsmelding 621: 1-31.

Tromsø, desember 1999

ISSN 0802-4103

ISBN 82-426-1089-4

Forvaltningsområde:

Norsk: Kystøkologi

Engelsk: Coastal ecology

Rettighetshaver ©:

Stiftelsen Norsk institutt for naturforskning (NINA)

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

Redaksjon:

Karl-Birger Strann

NINA-NIKU, Tromsø

Design og layout:

Geir Helge Systad

Elin Skoglund

Opplag: 100

Kontaktadresse:

NINA, avdeling for arktisk økologi

Polarmiljøsenteret

9296 Tromsø

Tlf: 77 75 04 00

Fax: 77 75 04 01

Tilgjengelighet: Konfidensiell

Prosjekt nr.: 18280

Ansvarlig signatur:

Oppdragsgiver:

NOBALES

Referat

Systad, G.H., Fauchald, P. & Bustnes, J.O. 1999. Fordeling av sjøfugl i åpent hav: Barentshavet. – NINA Oppdragsmelding 621: 1-31.

I dette prosjektet har vi studert utbredelsen til de mest tallrike sjøfuglartene i Barentshavet for tre ulike årstider (vinter, vår/sommer og høst). Studiet omfatter lunde, alkekonge, lomvi, polarlomvi, havhest, krykkje, havsule, gråmåke, polarmåke, svartbak og polarjo. Ved hjelp av innsamlede toktdata fra NINA's sjøfugldatabase og miljøparametre har vi studert hvordan de ulike artene er knyttet til ulike habitater, og funnet fram til den generelle geografiske utbredelsen for hver enkelt art avhengig av sesong. Fordi sjøfuglenes svært klumpvise fordeling har betydning for utfallet av et eventuelt oljesøl, har vi videre kvantifisert fordelingen av tettheten til konsentrasjonene av de ulike artene. Resultatene fra dette prosjektet kan benyttes som beslutningsstøtte for oljeindustrien i forbindelse med deres aktivitet i Barentshavet.

Nøkkelord: sjøfugl, åpent hav, fordeling, habitatbruk, Barentshavet.

Abstract

Systad, G.H., Fauchald, P. & Bustnes, J.O. 1999. Distribution of seabirds at sea: Barentshavet. – NINA oppdragsmelding 621: 1-31.

In this project we have studied the distribution of the most numerous seabird species in the Barents Sea in three different seasons (winter, spring / summer and autumn). The species were puffin, little auk, common guillemot, Brünnichs guillemot, fulmar, kittiwake, gannet, herring gull, glaucous gull, great black-backed gull, and pomarine skua. By using data from the NINA seabird database, and environmental factors, we examined how the different seabird species were linked to different habitats, and unravelled the general geographical distribution for each species, in each season. Because the very clumped distribution of seabirds have implications for the outcome of an oil spill, we also quantified the density of birds in the concentrations of the different species. The results of this project can be used as a decision making tool in connection to oil activity in the Barents Sea.

Keywords: seabirds, distribution, habitat use, Barents Sea.

Forord

I forbindelse med utlysning av nye blokker i Barentshavet ble Norsk Barentshav letesamarbeid (NOBALES) dannet av Hydro, Statoil, Saga, Elf, Mobil og Norsk Agip. Innenfor dette samarbeidet ble det igangsatt nye miljøundersøkelser i området. Utgangspunktet for dette prosjektet var mangelen på en samlet framstilling for utbredelse av sjøfugl i åpent hav. Prosjektet ble igangsatt i høsten 1999 og avsluttet i november 1999. Vi ønsker å takke koordinator for prosjektet, Marianne Olsen (Hydro), for et godt samarbeid.

Tromsø, november 1999

Geir Helge Systad
Per Fauchald
Jan Ove Bustnes

Innhold

| | |
|--|----|
| Referat | 4 |
| Abstract | 4 |
| Forord | 5 |
| 1 Innledning | 6 |
| 1.1 Sjøfuglbiologi | 6 |
| 1.2 Fordelingsmønster og sesonger | 6 |
| 1.3 Prosjektets bakgrunn og målsetning | 7 |
| 2 Materiale og metoder | 8 |
| 2.1 Studieområde og sesong- inndeling | 8 |
| 2.2 Sjøfugldata | 8 |
| 2.3 Miljøvariabler og område- klassifikasjon | 9 |
| 2.4 Analyser | 10 |
| 3 Resultater | 10 |
| 3.1 Pelagisk dykkende arter | 10 |
| 3.1.1 Lunde | 10 |
| 3.1.2 Alkekonge | 11 |
| 3.1.3 Lomvi | 11 |
| 3.1.4 Polarlomvi | 11 |
| 3.2 Pelagisk overflatebeitende arter | 11 |
| 3.2.1 Havhest | 11 |
| 3.2.2 Krykkje | 11 |
| 3.2.3 Havsule | 11 |
| 3.3 Måker og joer | 12 |
| 3.3.1 Gråmåke | 12 |
| 3.3.2 Polarmåke | 12 |
| 3.3.3 Svartbak | 12 |
| 3.3.4 Polarjo | 12 |
| 4 Diskusjon | 13 |
| 5 Konklusjon | 14 |
| 6 Sammendrag | 15 |
| 7 Summary | 16 |
| 8 Referanser | 17 |
| Figurer 1-16 | 19 |

1 Innledning

Langs Norskekysten og i Barentshavet hekker det flere millioner sjøfugl. Området har en betydelig andel av verdensbestanden av en rekke arter, og regnes derfor for et av de viktigste for sjøfugl i Nord-Atlanteren (Norderhaug et al. 1977). Sjøfugl er sårbare overfor en rekke miljøtrusler som miljøgifter, næringsmangel, garndrukning og oljeforurensning. Flere viktige bestander har gått kraftig tilbake de siste 30 årene. Særlig kjent er den dramatiske nedgangen i lomvibestanden i Nord-Norge og på Bjørnøya (Vader et al. 1990), og bestandsnedgang hos lunde på Røst (Anker-Nilssen 1992).

Sjøfuglers sårbarhet for olje er velkjent (se Folkestad 1983, Anker-Nilssen et al. 1988, Strann et al. 1993 med referanser). Ved konsekvensanalyser, miljørisikanalyser og beredskapsplanlegging i forbindelse med petroleumsvirksomhet, er det derfor nødvendig å ha kunnskap om sjøfuglenes geografiske utbredelse. I hekkeperioden er sjøfuglenes utbredelse mer eller mindre begrenset av at de må vende tilbake til hekkeplassen i løpet av timer eller noen få dager. Utenom hekkeperioden er noen arter mer eller mindre stasjonære og knyttet til spesifikke vinterområder, mens andre arter streifer vidt omkring etter næring. Forskjellige arter har preferanser for ulike habitater. Noen finnes i åpent hav, mens andre er mer kystbundne.

I dette prosjektet har vi studert utbredelsesmønsteret til et utvalg sjøfuglarter i Barentshavet for tre ulike årstider (vinter, vår/sommer og høst). Ved hjelp av innsamlede toktdata fra NINA's sjøfugldatabase og miljøparametre har vi studert hvordan de ulike artene er knyttet til ulike habitater, og funnet fram til den generelle geografiske utbredelsen for hver enkelt art avhengig av sesong. Fordi sjøfuglenes svært klumpvise fordeling har betydning for utfallet av et eventuelt oljesøl, har vi videre kvantifisert fordelingen av tettheten til konsentrasjonene av de ulike artene.

Resultatene fra dette prosjektet kan benyttes som beslutningsstøtte for oljeindustrien i forbindelse med deres aktivitet i Barentshavet.

1.1 Sjøfuglbiologi

Til sjøfuglene regnes normalt artsgruppene stormfugler (havhest), pelikanfugler (havsuler og skarver), måker og alkefugler. Felles for de fleste sjøfuglene er at de lever lenge (gjærne over 30 år), og at de har en lav reproduksjonsevne (de fleste arter legger bare ett egg hvert år). Lav reproduksjonsevne medfører at sjøfugl potensielt bruker lang tid på å bygge opp bestanden etter en bestandsnedgang.

Sjøfuglbestander regnes derfor for å ha en lang restitusjonstid (se Croxall & Rothery 1991 for sammendrag).

Høyt energiforbruk og begrensede evner til å lagre energi medfører at sjøfugl generelt har et høyt og konstant inntak av næring. Dette gjør at utbredelsen av sjøfugl er nært knyttet til utbredelsen av viktige næringsemner. Avhengig av hvordan sjøfugl henter næring fra det marine systemet kan man dele dem inn i tre hovedgrupper (Anker-Nilssen et al. 1994): 1) Pelagisk overflatebeitende sjøfugl, 2) pelagisk dykkende sjøfugl (primært alkefugl), og 3) kystbundne dykkende sjøfugl. Den siste gruppen blir ikke behandlet her.

- 1) Pelagiske alkefugler som alkekonge, alke, lomvi, polarlomvi og lunde er generelt gode dykkere. Disse artene utnytter i stor grad pelagisk stimfisk som sild og lodde samt dyreplankton som krill og amfipoder. Pelagiske alkefugler følger gjerne vandringene til byttedyrene eller de oppholder seg i områder med høye konsentrasjoner av stimfisk og dyreplankton, som frontområder eller ved iskanten.
- 2) Pelagisk overflatebeitende sjøfugl som havhest, havsule og krykkje, er avhengig av å finne næringen konsentrert i overflaten. Man finner derfor ofte disse artene i tilknytning til lokale frontområder hvor dyreplankton konsentreres i de øverste vannlagene. Overflatebeitende sjøfugl er også i mer eller mindre grad avhengig av andre predatorer som hval, torskefisk og dypdykkende sjøfugl som jager stimfisk opp til overflaten, og dermed gjør denne næringen tilgjengelig. Avfall fra fiskeflåten er også en viktig næringskilde for en del av disse artene. Pelagisk overflatebeitende sjøfugl har generelt gode flyegegenskaper, og har dermed en stor aksjonsradius.
- 3) De store måkene beveger seg mellom kystnære områder og åpent hav, og danner i den forstand ei mellomgruppe for disse to habitatene. Langs kysten har de muligheten for å leve av bunnlevende dyr, mens de er avhengig av lignende forhold som de pelagisk overflatebeitende artene når de oppholder seg i åpent hav. Avfall fra fiskeriene er viktig også for disse artene.

1.2 Fordelingsmønster og sesonger

De to viktigste faktorene som bestemmer den generelle geografiske fordelingen av sjøfugl er 1) fordelingen av næringsemner og 2) plasseringen av kolonier (i hekkeperioden). For de pelagiske artene er

utbredelsen av næringsemner i stor grad styrt av oceanografiske forhold som frontområder, strøm, temperatur, saltholdighet og utbredelsen av iskant (se Hunt & Schneider 1987, Hunt 1990 for sammedrag). Slike miljøparametre skaper dermed ulike habitattyper som foretrekkes av forskjellige sjøfuglarter (se f.eks. Ainley 1976, Pocklington 1979, Briggs et al. 1987, Ballance et al. 1997).

Innenfor de generelle habitatene er sjøfugl aggregert i flokker og høye konsentrasjoner (se f.eks. Schneider 1982; Piatt 1990; Fauchald et al. 1999). Flere tusen individer kan finnes innenfor relativt små geografiske områder. Slike småskala konsentrasjoner av sjøfugl er ofte svært ustabile, noe som medfører at den romlige fordelingen av sjøfugl på liten skala forandrer seg over tid (Fauchald et al. 1999). Høye og flyktige konsentrasjoner av sjøfugl gjør at data over fordelingen av sjøfugl innhentet fra f.eks. tokt har en begrenset gyldighet på liten skala. Man kan derfor si at fordelingen av sjøfugl er bestemt av en relativt forutsigbar komponent på stor skala (habitat type), og en relativt uforutsigbar komponent på liten skala (flokker og høye konsentrasjoner) (se Fauchald et al. MS).

Fordelingsmønsteret til sjøfugl i åpent hav kan deles inn i tre faser:

Hekkeperioden strekker seg over et lengre tidsrom fra fuglene begynner å søke inn til koloniene på ettervinteren til de siste ungene har forlatt koloniene i august.

Trekkperiodene, der det foregår regelmessige forflytninger før og etter hekkesesongen mellom hekkeområdene og overvintrings/myteområder. Graden av regelmessighet varierer med artene.

Overvintringsperioden, hvor fuglene oppholder seg mer eller mindre stabilt i et område med god næringstilgang. Forflytninger skjer innenfor dette større området avhengig av endring i fordeling av næring og diett.

1.3 Prosjektets bakgrunn og målsetning

Det faktum at pelagisk sjøfugl ofte aggregerer innenfor små geografiske områder i høye konsentrasjoner, betyr at sannsynligheten for å berøre fugl ved et oljeutslipp er liten. Hvis imidlertid uhellet først er ute, og oljesølet treffer en slik stor konsentrasjon av fugl, kan svært mange individer bli berørt. I en olje/sjøfugl sammenheng er det derfor viktig å ha kunnskap om 1) sannsynligheten for å treffe konsentrasjoner av fugl innenfor et gitt område, og 2) antallet fugl som berøres gitt at man treffer en slik konsentrasjon. Tradisjonelt har man brukt data over fordelingen av sjøfugl fra skipsbaserte tokt direkte i miljørisikoanalysen. Den sterkt uforutsigbare og klumpete fordelingen av sjøfugl

på liten skala vil gi svært variable resultater med lav gyldighet i en slik analyse. Hvis analysen utføres på et begrenset datasett (datasett med lav dekningsgrad) vil resultatet i tillegg kunne gi et feilaktig bilde av det forventede skadeområdet av et gitt oljesøl (Fauchald et al. MS).

I dette prosjektet har vi brukt en metode, hvor vi ved hjelp av utvalgte miljøfaktorer deler Barentshavet inn i ulike habitater. Sannsynligheten for at sjøfugl er tilstede innenfor et gitt areal i hver av de ulike habitatene estimeres statistisk utfra toktdata. Deretter kvantifiseres størrelsen og tettheten til konsentrasjonene av de ulike artene av sjøfugl i området. Denne metoden gir mer robuste estimater over fordelingen av sjøfugl enn direkte bruk av toktdata i miljørisikoanalyser, konsekvensutredninger og beredskapsplanlegging (se Fauchald et al. MS.). Metoden har vært benyttet tidligere i Norskehavet (Hanssen et al. 1998). Analysene ble utført separat for tre sesonger: Vintersesongen, vår/sommer -sesongen og høstsesongen.

2 Materiale og metoder

Metoden er beskrevet av Fauchald et al. (MS), og går i korthet ut på følgende:

1. Dele studieområdet inn i småskala ruter, i dette tilfellet 10x10 km² ruter.
2. Klassifisere rutene ved hjelp av miljøvariabler som saltholdighet, temperatur og temperatur-gradient.
3. Estimere sannsynligheten for treffe konsentrasjoner av sjøfugl innenfor hvert av de klassifiserte områdene.
4. Kvantifisere frekvensfordelingen over antallet individer i en konsentrasjon.

Data over fordelingen av sjøfugl i studieområdet ble hentet fra toktdata i NINA's sjøfugldatabase. Oceanografiske data ble hentet fra ICES's database. For at presisjonen (nøyaktigheten av estimatene) til modellene skal bli best mulig, er det viktig at fordelingen av data er representative med hensyn til de ulike habitat typene, og videre at utvalgsstørrelsen er rimelig stor.

2.1 Studieområde og sesong-inndeling

Studieområdet dekker store deler av Barentshavet, fra kysten av Vesterålen i sørvest til havområdene vest av Novaja Zemlya i nordøst. Dekningsgraden med hensyn til sjøfugldata varierte mellom sesongene (**figur 1**). Av den grunn varierer utstrekningen av studieområdet (**figur 2**, **figur 6-16**).

Hovedmønstrene i de oceanografiske forholdene i Barentshavet kan beskrives som følger (se Loeng 1989):

- Varme atlantiske vannmasser med høy salinitet strømmer inn fra sørvest og blir gradvis kjølt ned mot nord og øst.
- Kalde arktiske vannmasser strømmer fra nord og øst.
- Der arktiske vannmasser møter atlantisk vann, dannes polarfronten.
- Kystvann med lav salinitet strømmer mot nord og øst langs kysten av Norge og Kolahalvøya.

Analysene ble utført separat for tre sesonger: Vinter (1. desember – 31. mars), vår/sommer (1. april – 31. juli) og høst (1. august – 30. november). Normalt representerer vår/sommer perioden den perioden hvor fuglene har en tilknytning til koloniene i forbindelse med hekkingen, mens høstsesongen representerer myting og høsttrekk til overvintringsområdene, vinterperioden omfatter overvintring og vårtrekket tilbake til hekkeplassen. Alle analyser er utført separat for disse tre sesongene.

2.2 Sjøfugldata

Sjøfugldataene ble samlet inn i perioden 1983 -1995 av NINA. Sjøfugl ble talt kontinuerlig fra brua (10-12 meter over havoverflata) mens båten gikk i en fart av gjennomsnittlig 18.5 km/timen. Data fra alle tokt ble aggregert på en skala av 10x10 km². Med denne rutestørrelsen fikk vi et datasett med 1397 dekte ruter i vintersesongen, 1470 i vår/sommer-sesongen og 888 i høstsesongen. Avhengig av omfanget av toktene ble studieområdet for vintersesongen satt til 5695 ruter, vår/sommer-sesongen 7269 ruter og høstsesongen 10510 ruter. Antall dekte ruter innenfor studieområdene varierte mellom sesongene (**tabell 1**). Toktene har gått mest spredt i høstsesongen og mest konsentrert i vintersesongen.

Tabell 1. Størrelse på studieområdet og dekningsgrad – Size of study area and % coverage

| Sesong | Antall ruter i studieområdet | Dekte ruter | Dekningsgrad |
|------------|------------------------------|-------------|--------------|
| Vinter | 5695 | 1397 | 25% |
| Vår/sommer | 7268 | 1470 | 20% |
| Høst | 10510 | 888 | 8.5% |

Til analysene valgte vi ut følgende arter: Havhest, havsule, polarjo, gråmåke, svartbak, polarmåke, krykkje, lunde, alkekonge, lomvi og polarlomvi. Disse artene var de mest tallrike artene i toktdataene, og representerer dykkende pelagisk levende arter (lomvi, polarlomvi, alkekonge, lunde) og overflatebeitende pelagisk levende arter (havhest, havsule, polarjo, gråmåke, svartbak, krykkje). Rene kystnære arter er ikke med i denne undersøkelsen. Arter med begrenset utbredelse i Barentshavet og fåtallige arter er også fjernet. Årsaken til at så pass mange arter er tatt med, er at de kan gi et variert bilde av adferd, fordeling og skademønstre.

En stor del av lomviene er ikke bestemt til art. I analysene har vi brukt en omregningsfaktor hvor forholdet mellom antall individer bestemt til henholdsvis lomvi og polarlomvi er brukt til å anslå forekomstene av disse artene.

I en noen tokt var måkefugl og havhest utelatt. Utvalgsstørrelsen varierte derfor mellom arter (**tabell 3**).

Tabell 2. Klassifisering av områder for hver av sesongene: vinter (1), vår/sommer (2) og høst (3). - Classification of areas in the three seasons: Winter (1), spring/summer (2) and autumn (3).

| Sesong | Område | Under-klasse | Var temp | Salinitet | Temperatur |
|--------|-----------|--------------|----------|-----------|------------|
| 1 | Front | | >0.75 | | >=1 |
| 1 | Arktisk | | | | <1 |
| 1 | Kyst | 3 | <0.75 | <=34.7 | 1-3.5 |
| 1 | | 4 | <0.75 | <=34.7 | 3.5-4.5 |
| 1 | | 5 | <0.75 | <=34.7 | >4.5 |
| 1 | Atlantisk | 2 | <0.75 | >34.7 | 1-2.5 |
| 1 | | 3 | <0.75 | >34.7 | 2.5-3.5 |
| 1 | | 4 | <0.75 | >34.7 | 3.5-4.5 |
| 1 | | 5 | <0.75 | >34.7 | 4.5-5.5 |
| 2 | Front | | >1.75 | | >=2.5 |
| 2 | Arktisk | | | | <2.5 |
| 2 | Kyst | 5 | <1.75 | <=34.7 | 2.5-5.5 |
| 2 | | 6 | <1.75 | <=34.7 | 5.5-6.5 |
| 2 | | 7 | <1.75 | <=34.7 | >6.5 |
| 2 | Atlantisk | 3 | <1.75 | <=34.7 | 2.5-3.5 |
| 2 | | 4 | <1.75 | <=34.7 | 3.5-4.5 |
| 2 | | 5 | <1.75 | <=34.7 | 4.5-5.5 |
| 2 | | 6 | <1.75 | <=34.7 | 5.5-7.5 |
| 2 | | 8 | <1.75 | <=34.7 | >7.5 |
| 3 | Front | | >2 | | >=5 |
| 3 | Arktisk | | | | <5 |
| 3 | Kyst | 7 | <2 | <=34.6 | 4.5-8 |
| 3 | | 8 | <2 | <=34.6 | 8-8.5 |
| 3 | | 9 | <2 | <=34.6 | >8.5 |
| 3 | Atlantisk | 6 | <2 | >34.6 | 4.5-6.5 |
| 3 | | 7 | | | 6.5-7.5 |
| 3 | | 8 | | | 7.5-8.5 |
| 3 | | 9 | | | >8.5 |

2.3 Miljøvariabler og områdeklassifisering

Miljødata for overflatetemperatur og saltholdighet for studieområdet ble innhentet fra ICES's database fra årene 1986-94. Habitatklassifiseringen ble gjort i forhold til det samme 10x10 km² rutenettet som for sjøfuglstatene. Alle 10x10 km² rutene ble gitt en verdi for temperatur og salinitet ved å interpolere dataene (IDW-metoden, interpolated distance weighting). Dataene ble jevnet ut ved å bruke løpende gjennomsnitt i et 100x100 km² vindu, for å gi et større bilde av de oceanografiske forholdene.

Vannmassene ble definert som i **tabell 2**. Vi brukte varians i temperatur innen et vindu på 100x100 km² til å definere polarfronten. Områder med varians i temperatur høyere enn gjennomsnittet pluss 1 x

standardavviket ble definert som "polarfront". "Arktisk vann" ble skilt ut som vannmasser med temperatur kaldere enn gjennomsnittet minus 1 x standardavviket. "Kystvann" ble skilt ut som vannmasser med salinitet under gjennomsnittet. Vannmasser med salinitet over dette ble klassifisert som "atlantisk vann". Kystvann og atlantisk vann ble videre delt opp i temperaturklasser. Det er viktig å merke seg at denne inndelingen av vannmasser ikke er basert på den reelle definisjonen av de ulike vannmasse typene som finnes i området (Loeng 1989). Inndelingen som er brukt her er relativ, mens den korrekte inndelingen av de ulike vannmassene er basert på absolutte verdier for temperatur og salinitet (se Loeng 1989). Den geografiske fordelingen av de definerte vannmassene er gitt i **figur 2**.

2.4 Analyser

I analysene over artenes tilknytning til ulike habitater, brukte vi treff/ikke treff innenfor 10x10 km² ruter som avhengig variabel, og de ulike habiattypene som uavhengig variabel. Siden det er to mulige utfall av den avhengige variabelen (binær respons), brukte vi logistisk regresjon i analysene. Analysene ble utført i statistikk programmet SAS (SAS 1990). Estimaten ble assosiert til hvert delområde slik at resultatene kunne fremstilles grafisk i kartprogrammet ArcView.

Neste trinn var å lage frekvensfordelinger over hvor mye fugl man kan forvente å påtreffe i ei 10x10 km² rute ved treff. For å øke utvalgsstørrelsen ble alle habitatklasser slått sammen. Det er verdt å merke seg at størrelsen på konsentrasjonene kan variere noe mellom de ulike habitatklassene (se Fauchald et al. MS.).

Tabell 3. Antall 10x10 km² ruter med observasjoner fordelt på de ulike artene og sesong. - Number of 10x10 km² grids with observations for the different species and seasons.

| Art | Vinter | Vår/sommer | Høst |
|------------|--------|------------|------|
| Havhest | 1208 | 1117 | 115 |
| Havsule | 1387 | 1470 | 888 |
| Polarjo | 1387 | 1470 | 888 |
| Gråmåke | 1224 | 1197 | 215 |
| Polarmåke | 1224 | 1197 | 215 |
| Svartbak | 1224 | 1197 | 215 |
| Krykkje | 1224 | 1197 | 215 |
| Lunde | 1387 | 1470 | 888 |
| Alkekonge | 1387 | 1470 | 888 |
| Lomvi | 1387 | 1470 | 888 |
| Polarlomvi | 1387 | 1470 | 888 |

3 Resultater

Den totale gjennomsnittlige tettheten i 10x10 km² ruter for hver sesong er gitt i **figur 3** for de pelagisk dykkende artene, i **figur 4** for de pelagisk overflatebeitende artene og i **figur 5** for de kystnære overflatebeitende artene. I vinter og vår/sommer sesongene var polarlomvi, havhest og krykkje de mest tallrike artene. I høstsesongen var havhest den klart mest tallrike, etterfulgt av krykkje, gråmåke, alkekonge og polarlomvi. De logaritmiske frekvensdiagrammene over tetthet ved treff viser at alle artene hadde en klumpet fordeling. Det vil si at man ved treff av fugl sjelden finner fuglene én og én, men tette konsentrasjoner på mer enn 100 fugl innenfor 10x10 km² rutene. Tettheten av disse konsentrasjonene ser ut til å være relativt lik for alle arter uavhengig av total tetthet eller gruppe.

Geografisk utbredelse presentert som estimert sannsynlighet for treff av de enkelte arter for de ulike habitater, samt frekvensfordeling over tetthet av konsentrasjoner er vist i **figur 6 - 16**. Konfidensintervall for estimatene er ikke oppgitt her, men foreligger i tabellform på fil.

Vi går her kun summarisk gjennom hovedtrekkene i utbredelsen til de ulike artene gruppert som pelagisk dykkende arter, pelagisk overflatebeitende arter og måker/joer.

3.1 Pelagisk dykkende arter

Alkefuglene tilhører denne gruppen. I forhold til de pelagisk overflatebeitende artene finner vi disse artene mer konsentrert i beiteområder utenom hekkeperioden og mer konsentrert rundt hekkekoloniene i hekkeperioden. Tettheten av de forskjellige artene varierte mellom sesongene (**figur 3**). Polarlomvi dominerer i Barentshavet i vintersesongen og i vår/sommer-sesongen, mens alkekonge er den mest tallrike arten i denne gruppen i høstsesongen. Lomvi og lunde har generelt en noe mer sørlig utbredelse enn polarlomvi og alkekonge særlig i vår/sommer-sesongen.

3.1.1 Lunde

Den totale gjennomsnittlige tettheten av lunde i studieområdet var lav i vintersesongen (**figur 6**). Arten overvintrer sannsynligvis primært i områder lenger sør. Forekomster av lunde ble bare funnet i de sørvestlige områdene med varmt kystvann (**figur 6**). I vår/sommer sesongen økte den generelle tettheten av lunde i området, og vi fant høy sannsynlighet for treff i tilknytning til de store hekkekoloniene langs norskekysten. I høstsesongen fant vi fortsatt en del

lunde i studieområdet, med relativt stor sannsynlighet for treff i de sentrale områdene av Barentshavet, men med lave sannsynligheter i de nordlige arktiske vannmassene. Barentshavet ser derfor ut til å være et relativt viktig område under myting/beiting på høsten.

3.1.2 Alkekonge

Alkekonge trekker for en stor del ut av Barentshavet vinterstid. Arten hekker i rent arktiske områder på Svalbard, Novaya Zemlya og Franz Josefs Land. Forekomsten av denne arten i studieområdet reflekterer derfor i stor grad trekkforhold. I tråd med dette var den totale tettheten av alkekonge i studieområdet lav i vintersesongen og vår/sommer sesongen (**figur 3**). I vintersesongen fant vi spredte forekomster langs kysten av Nord-Norge og i polarfront områdene lenger nord (**figur 7**). I sommersesongen fant vi spredte forekomster av alkekonge kun i de helt nordlige delene av studieområdet, sannsynligvis i tilknytning til hekkelokalitetene på Svalbard. I høstsesongen fant vi betydelig høyere tettheter. Sannsynligheten for treff var stor i arktiske områder og i tilknytning til polarfronten. Dette reflekterer sannsynligvis myteområder/beiteområder før høsttrekket. Høsttrekket foregår i oktober/november langs kysten av Nord Norge, og gjenspeiles av høy sannsynlighet for treff i disse områdene.

3.1.3 Lomvi

Bestanden av lomvi i Barentshavet har gått dramatisk tilbake i løpet av de siste 20 årene. Arten er mer sørlig enn polarlomvi. Den totale gjennomsnittlige tettheten av lomvi var lavere i vintersesongen enn i vår/sommer sesongen og høstsesongen (**figur 3**). En del av bestanden kan derfor se ut til å trekke ut av Barentshavet vinterstid. I vintersesongen fant vi høy sannsynlighet for treff sør for polarfronten og i kystnære områder langs norskekysten (**figur 8**). I vår/sommer sesongen fant vi høye forekomster i polarfrontområdene i nord samt langs kysten av Nord-Norge noe som sannsynligvis reflekterer hekkelokalitetene på Bjørnøya og i Nord-Norge. I høstsesongen fant vi de høyeste forekomstene av lomvi mellom polarfronten i nord og varmt atlantehavsvann i vest samt langs kysten av Nord Norge.

3.1.4 Polarlomvi

Polarlomvi er den mest tallrike hekkende sjøfuglen i Barentshavet med svært store kolonier på Novaya Zemlya og Svalbard. Den totale gjennomsnittlige tettheten av polarlomvi i studieområdet var svært høy i vintersesongen (**figur 3**). Dette kan tyde på at en betydelig andel av bestanden overvintret i de sentrale

områdene av Barentshavet. Høyest sannsynlighet for treff ble funnet mellom polarfronten i nord og varmt kyst-/atlantehavsvann i vest (**figur 9**). I vår/sommer sesongen finner vi de høyeste forekomstene øst og nord i studieområdet noe som reflekterer hekkelokalitetene på Novaya Zemlya og Svalbard. I høstsesongen fant vi høyest sannsynlighet for treff i de arktiske områdene i øst og nord.

3.2 Pelagisk overflatebeitende arter

Til denne gruppen hører havhest, havsule og krykkje. Disse artene kan vandre over store områder i jakten på næring, og vi finner dem mer spredt enn de pelagisk dykkende artene. Havsulen er i utkanten av sitt utbredelsesområde i Barentshavet, og forekommer kun i små mengder langs kysten av Norge. Krykkje og havhest er derimot tallrike i alle sesonger (**figur 4**).

3.2.1 Havhest

Havhest er den mest pelagiske arten i denne gruppen. Den hekker over hele Nord Atlanteren, men kun fåtallig langs norskekysten. Likevel er denne arten en av de mest tallrike for alle sesonger. Vi fant den høyeste gjennomsnittlige tettheten av havhest i høstsesongen (**figur 4**). I vintersesongen fant vi forekomster i hele studieområdet, men med høyest sannsynlighet for treff i atlantehavsvann og i polarfrontområdet (**figur 10**). I vår/sommer-sesongen økte sannsynligheten noe for de kystnære områdene langs Troms og Finnmark. Datagrunnlaget er svakt for høstperioden for denne arten, med kun 115 dekte ruter. Sannsynligheten for treff var størst i de i varme vannmasser i sør og vest.

3.2.2 Krykkje

Krykkje hekker tallrik i hele Barentshavområdet. Den totale gjennomsnittlige tettheten av krykkje i studieområdet var høy i alle sesonger med noe høyere tettheter i vintersesongen (**figur 4**). I vintersesongen var sannsynligheten for treff av krykkje stor i stort sett hele Barentshavet, med unntak av arktiske vannmasser (**figur 11**). Sannsynligheten for treff varierte i større grad mellom områdene i vår/sommersesongen, med størst sannsynlighet ved norskekysten. I høstsesongen er sannsynligheten for treff størst i de nordlige områdene (arktiske og kjølige atlantiske vannmasser).

3.2.3 Havsule

Havsule er en mer sørlig art enn krykkje og havhest, og ble funnet i svært lave tettheter i studieområdet (**figur 4**). Havsule hekker fåtallig i kolonier i Troms og

Finnmark. Vi fant havssule primært i tilknytning til disse områdene i vår/sommer perioden (**figur 12**).

3.3 Måker og joer

Når denne gruppen oppholder seg i åpent hav, har den et beitemønster som tilsvarer pelagisk overflatebeitende arter. Forskjellen er at de har en større tilknytning til kysten over en lengre periode av året. Dette er mest utpreget for gråmåke og svartbak. Polarmåke har en mer nordlig utbredelse enn de andre artene i denne gruppen.

3.3.1 Gråmåke

Gråmåke hekker langs norskekysten, og ble påtruffet i kystnære farvann langs Troms og Finnmark. Høyest totale gjennomsnittlige tettheter ble funnet i høstsesongen (**figur 5**). I vår/sommersesongen er arten sannsynligvis så sterkt knyttet til kystfarvann at vi ikke har fanget arten inn i toktdataene. I vintersesongen trekker en del av bestanden ut av området. Sannsynligheten for treff minsket mot øst i alle periodene (**figur 13**). I de åpne havområdene ble arten påtruffet relativt sjeldent.

3.3.2 Polarmåke

Polarmåke er en arktisk art som hekker i de arktiske områdene av Barentshavet. Den totale gjennomsnittlige tettheten av polarmåke i studieområdet var størst i vintersesongen (**figur 5**). I vintersesongen var sannsynligheten for treff høy i nesten alle de definerte områdene (**figur 14**), og arten ser derfor ut til å ha et mer pelagisk levesett i denne perioden. Sannsynlighet for treff i vår/sommersesongen var størst i de nordlige områdene noe som sannsynligvis reflekterer tilknytning til hekkelokalitetene. Det samme gjaldt på høsten, men da var det også en viss sannsynlighet for treff også langs norskekysten.

3.3.3 Svartbak

Den totale gjennomsnittlige tettheten av svartbak i studieområdet var lavere enn for gråmåke (**figur 5**). Ellers var fordelingsmønsteret til denne arten tilnærmet identisk med gråmåke (**figur 13, 15**). Som for gråmåke var den gjennomsnittlige tettheten av svartbak størst i høstsesongen, og svartbak ble påtruffet primært langs norskekysten.

3.3.4 Polarjo

Arten hekker ikke i Norge eller på Svalbard. Forekomstene av denne arten i studieområdet reflekterer primært trekkforhold.

Arten var fåtallig og ble påtruffet relativt sjeldent (**figur 5**). Vi har ingen observasjoner av arten i vintersesongen. I vår/sommer-sesongen var sannsynligheten for treff høyest i de østlige områdene, nord for Finnmark (**figur 16**). Også på høsten har den en nordlig og østlig utbredelse.

4 Diskusjon

Det har i mange studier vært vist at det generelle utbredelsesmønsteret til sjøfugl er bestemt av hydrografiske forhold som temperatur, saltholdighet og utbredelsen av fronter (se Hunt & Schneider 1987, Hunt 1990 for oppsummering). For å predikere det generelle utbredelsesmønsteret til de ulike artene har vi derfor delt opp Barentshavet i områder (vannmasser) klassifisert etter miljøvariabler som salinitet, temperatur og temperaturvariasjon. Sannsynligheten for å treffe konsentrasjoner av fugl er beregnet for disse områdene.

Ved å bruke miljøparametre på denne måten blir vi i stand til 1) å angi viktige habitattyper for den aktuelle arten og 2) resultatene fra analysen ekstrapoleres til områder hvor man har lav dekningsgrad. Ved å bruke miljøvariable til å klassifisere habitatene, og ut fra disse beregne utbredelsesmønsteret statistisk, utnyttes med andre ord datamaterialet bedre enn hvis man analyserer fordelingen av fugl alene.

Utbredelsesmønsteret til sjøfugl er nødvendigvis sesongavhengig. Dette henger sammen med 1) sesongavhengige endringer i fuglens gjøremål som hekking, myting, trekk og overvintring, og 2) sesongavhengige endringer i utbredelse og utnyttelse av viktige næringsemner. I dette prosjektet har vi analysert utbredelsesmønsteret til sjøfuglene i Barentshavet for vintersesongen (desember-mars), vår/sommersesongen (april-juli) og høstsesongen (august-november). Vinterperioden representerer overvintring og til en viss grad forflytninger/trekk mot overgangen til vår/sommersesongen. Vår/sommersesongen omfatter hekketida fra fuglene kommer til hekkel plassene til ungene stort sett har forlatt disse. Høstsesongen inkluderer svømmetrekk/myteperioden, trekk bort fra hekkeområdene til beite- overvintringsområdene.

Det var klare forskjeller i sannsynlighet for treff av fugl mellom de ulike habitatene for de fleste arter. Resultatene var stort sett fornuftige sett i forhold til kunnskap om artenes levesett, biogeografisk utbredelse og plassering av hekkelokaliteter. Frekvensfordelingene over størrelsen på konsentrasjonene av fugl viser en sterkt klumpet fordeling på liten skala for alle arter og alle sesonger. Dette betyr at hvis et oljesøl først treffer en konsentrasjon av fugl risikerer man å berøre tusenvis av individer. En slik klumpet fordeling øker med andre ord fuglens sårbarhet overfor små oljesøl (se f.eks. Barrett 1979).

I en olje/sjøfugl sammenheng er det av stor viktighet å ha kunnskap om hvordan skaden av et oljesøl fordeler seg på ulike kolonier. Hvis de berørte

individene tilhører én og samme koloni, vil et oljesøl ha mer dramatiske konsekvenser enn hvis skaden fordeler seg på mange kolonier over et stort område. Fordelingen av bestander har derfor stor betydning. I hekkeperioden vil utbredelsen være mer bestemt av koloniene, og man kan forvente at oljesøl vil ramme mer spesifikke kolonier. Imidlertid vil arter som har stor aksjonsradius (som f.eks. havhest) kunne blande seg også i hekkeperioden. Havhest i Norskehavet og Barentshavet i sommerhalvåret kan således stamme fra kolonier på Svalbard, Bjørnøya, Island og Skottland. Utenom hekkesesongen samles ofte sjøfugl fra mange kolonier seg i vinterområdene. Sent på vinteren samles for eksempel hundretusener av lomvi fra kolonier over hele nordøst Atlanteren (fra Storbritannia til Kola-halvøya) utenfor kysten av Troms og Finnmark i jakten på gytende lodde i en relativt kort periode (Strann et al. 1990).

Et hovedproblem ved å forutsi den romlige fordelingen av sjøfugl er at den er klumpet (Fauchald et al. MS.). Ved å bruke øyeblikksbilder fra tokt i konsekvensanalyser, vil områder hvor det ble observert en stor sjøfuglkonsentrasjon bli klassifisert som ekstremt sårbart, mens områdene rundt blir klassifisert som ikke sårbare. I de fleste tilfeller blir det observert høye konsentrasjoner i områder som normalt har store forekomster av byttedyr, for eksempel i overgangssoner som møtet mellom varmt atlantehavsvann og kaldt arktisk vann (polarfronten), eller overgangen fra dyphav til kontinentalsokkelen (for eksempel Schneider 1982, Decker & Hunt 1996, Hunt 1997, Mehlum et al. 1998). Imidlertid vil den svært klumpvise fordelingen av sjøfugl medføre at slike konsentrasjoner kun blir observert innenfor en liten del av det fordelaktige habitatet. Dette betyr at områder hvor det er like stor sannsynlighet for å finne konsentrasjoner av fugl feilaktig vil bli klassifisert som ikke sårbare. Bruk av toktdata direkte i konsekvensanalyser kan av den grunn føre til et feilaktig bilde av den reelle situasjonen. Det er vist at sammenhengen mellom den romlige fordelingen av lomvier mellom år er svak (Fauchald et al. MS), det vil si at tettheten observert ett år kun forklarte 10 % av fordelingen neste år. En av grunnene til denne lave forutsigbarheten er sannsynligvis en uforutsigbar fordeling på liten skala (Fauchald et al. MS).

Metoden som er anvendt i dette prosjektet ble utviklet og brukt av Fauchald et al. (1996) for å predikere utbredelsen av polarlomvi i Barentshavet vinterstid. Det har tidligere vært vist at forutsigbarheten av polarlomvi i Barentshavet er skalaavhengig. På liten skala er forutsigbarheten mellom år liten, mens på større skala er forutsigbarheten relativt stor (Fauchald & Erikstad 1995). Årsaken til dette er at på stor skala er utbredelsesmønsteret knyttet til relativt stabile habitattyper, mens på liten skala er utbredelsesmønsteret knyttet til dynamikken til flokker

og konsentrasjoner av fugl (se Fauchald et al. 1999). Ved å bestemme sannsynligheten for å treffe konsentrasjoner av sjøfugl på stor skala, og deretter finne fram til sannsynlighetsfordelingen til størrelsen på konsentrasjonene, splitter man variansen i utbredelsesmønsteret i en forutsigbar del (det generelle utbredelsesmønsteret på stor skala) og en uforutsigbar/stokastisk del (dynamikken til flokker og konsentrasjoner av sjøfugl på liten skala). Både den generelle og den stokastiske delen av utbredelsesmønsteret har betydning for vurdering av sjøfuglenes sårbarhet overfor oljesøl. Den forutsigbare delen angir viktige områder for sjøfugl. Den stokastiske delen angir sannsynlighetsfordelingen til et skadeomfang hvis et oljesøl treffer en konsentrasjon av fugl innenfor et lite område.

5 Konklusjon

Dette studiet omfatter den romlige fordelingen av de viktigste pelagiske sjøfuglartene i Barentshavet. I vintersesongen og vår / sommersesongen var polarlomvi, havhest og krykkje de mest tallrike. I høstsesongen var havhest den mest tallrike, etterfulgt av krykkje, gråmåke, alkekonge og polarlomvi. Resultatene fra denne undersøkelsen med hensyn til geografisk utbredelse og størrelse på sjøfugl konsentrasjonene, kan brukes i sårbarhetsvurderinger, beredskapsplanlegging og konsekvensutredninger i forbindelse med framtidig oljeaktivitet i området.

6 Sammendrag

Ved konsekvensanalyser, miljørisikoanalyser og beredskapsplanlegging i forbindelse med petroleumsvirksomhet, er det nødvendig å ha kunnskap om sjøfuglernes geografiske utbredelse på ulike tider av året. Utbredelsesmønsteret til sjøfugl er nødvendigvis sesongavhengig. Dette henger sammen med 1) sesongavhengige endringer i fuglernes gjøremål som hekking, myting, trekk og overvintring, og 2) sesongavhengige endringer i utbredelse og utnyttelse av viktige næringsemner. I hekkeperioden er sjøfuglernes utbredelse mer eller mindre begrenset av at de må vende tilbake til hekkeplassen i løpet av timer eller noen få dager. Utenom hekkeperioden er noen arter mer eller mindre stasjonære og knyttet til spesifikke vinterområder, mens andre arter streifer vidt omkring etter næring.

I dette prosjektet har vi studert utbredelsen til de mest tallrike sjøfuglartene i Barentshavet for tre ulike årstider (vinter, vår/sommer og høst). Ved hjelp av innsamlede toktdata fra NINA's sjøfugldatabase og miljøparametre (temperatur, saltholdighet og utbredelsen av fronter) har vi studert hvordan de ulike artene er knyttet til ulike habitater, og funnet fram til den generelle geografiske utbredelsen for hver enkelt art avhengig av sesong. Ved å bruke miljøparametre på denne måten blir vi i stand til 1) å angi viktige habitat typer for den aktuelle arten og 2) ekstrapolere resultatene fra analysen til områder hvor man har lav dekningsgrad. Ved å bruke miljøvariabler til å klassifisere habitatene, og ut fra disse beregne utbredelsesmønsteret statistisk, utnyttes med andre ord datamaterialet bedre enn hvis man analyserer fordelingen av fugl alene. Fordi sjøfuglernes svært klumpvise fordeling har betydning for utfallet av et eventuelt oljesøl, har vi videre kvantifisert fordelingen av tettheten til konsentrasjonene av de ulike artene.

Alkefuglene er typiske pelagisk dykkende arter. I forhold til de pelagisk overflatebeitende artene finner vi disse artene mer konsentrert i beiteområder utenom hekkeperioden og mer konsentrert rundt hekkkoloniene i hekkeperioden. Polarlomvi dominerer i Barentshavet i vintersesongen og i hekkesesongen, mens alkekonge er den mest tallrike arten i denne gruppen i høstsesongen. Lomvi og lunde har generelt en noe mer sørlig utbredelse enn polarlomvi og alkekonge særlig i hekkesesongen. Havhest, havsule og krykkje er eksempler på overflatebeitende pelagiske arter. Disse artene kan vandre over store områder i jakten på næring, og vi finner dem mer spredt enn de pelagisk dykkende artene. Havsulen er i utkanten av sitt utbredelsesområde i Barentshavet. Krykkje og havhest er tallrike i alle sesonger. De store måkene har et beitemønster som tilsvarer pelagisk overflatebeitende arter, men er sterkere tilknyttet

kysten over en lengre periode av året. Dette er mest utpreget for gråmåke og svartbak, mens polarmåke har en mer nordlig utbredelse. Det var klare forskjeller i sannsynlighet for treff av fugl mellom de ulike habitatene for de fleste arter. Resultatene var stort sett fornuftige sett i forhold til kunnskap om artenes levesett, biogeografisk utbredelse og plassering av hekkelokaliteter. Frekvensfordelingene over størrelsen på konsentrasjonene av fugl viser en sterkt klumpet fordeling på liten skala for alle arter og alle sesonger. En slik klumpet fordeling øker fuglernes sårbarhet overfor små oljesøl, da man risikerer å berøre tusenvis av individer dersom et oljesøl først treffer en konsentrasjon av fugl.

Resultatene fra denne undersøkelsen med hensyn til geografisk utbredelse og størrelse på sjøfugl konsentrasjonene, kan brukes i sårbarhetsvurderinger, beredskapsplanlegging og konsekvensutredninger i forbindelse med framtidig oljeaktivitet i området.

7 Summary

It is necessary to have knowledge about the geographical distribution of seabirds in different seasons when conducting impact assessment analyses, environmental risk analyses and emergency planning related to oil activity. This distributional pattern is related to 1) seasonal events such as breeding, moulting, migration and wintering, and 2) seasonal changes in the distribution and exploitation of important prey. In the breeding season the birds are limited by the need to be back at the nest site within hours or a few days. In the non-breeding season some species are more or less stationary and found in specific winter areas, while others search through large areas for food.

In this project we have studied the distribution of the most numerous seabird species in the Barents Sea in three different seasons (winter, spring / summer and winter). By using survey data from the NINA seabird database and environmental parameters (temperature, salinity and fronts) we have studied how the distribution of various species are related to different habitats, and unravelled the general distribution for each species in each season. Environmental parameters enabled us to 1) find important habitats for each species and 2) extrapolate the results from the analysis to areas where the data is poor. This method allow us to estimate the distributional pattern statistically, and to better utilise the data, compared to an analysis of the bird data only. Because the clumped distribution of seabirds influence the outcome of an oil spill, we have quantified the distribution of the density of the concentrations for the different species.

Alcids are typically pelagic diving species. Compared to the pelagic surface feeding species these species are more concentrated in the feeding areas in the non-breeding season, and more concentrated around colonies in the breeding season. Brünnichs guillemots dominates in the Barents Sea in the winter and the breeding season, while the little auk is the most numerous species in this group in autumn. Common guillemot and puffin have generally a more southern distribution than Brünnichs guillemots and little auks, particularly in the breeding season. Fulmar, gannet and kittiwake are examples of surface feeding pelagic species. They can move over large areas searching for prey, and they are more dispersed than the diving pelagic species. For the gannet the Barents Sea is in the outskirts of its distribution range. Kittiwake and fulmar are numerous in all seasons. The large gulls have a feeding pattern similar to the pelagic surface feeding species, but are more closely connected to the coast. This is most clear in the herring gull and the great black-backed gull, while the glaucous gull have a

more northern distribution. There were clear differences in the probability of finding concentrations of birds between the different habitats for most species and seasons. The results made sense in relation to what is known about the behaviour of the various species, bio-geographical distribution and location of breeding colonies. The frequency distribution of the sizes of the concentrations of birds showed a strong clumped distribution for all species in all seasons. Such a clumped distribution will increase the vulnerability to small oil spills, and the risk is high that thousands of individuals will be affected if an oil spill reach such bird concentrations.

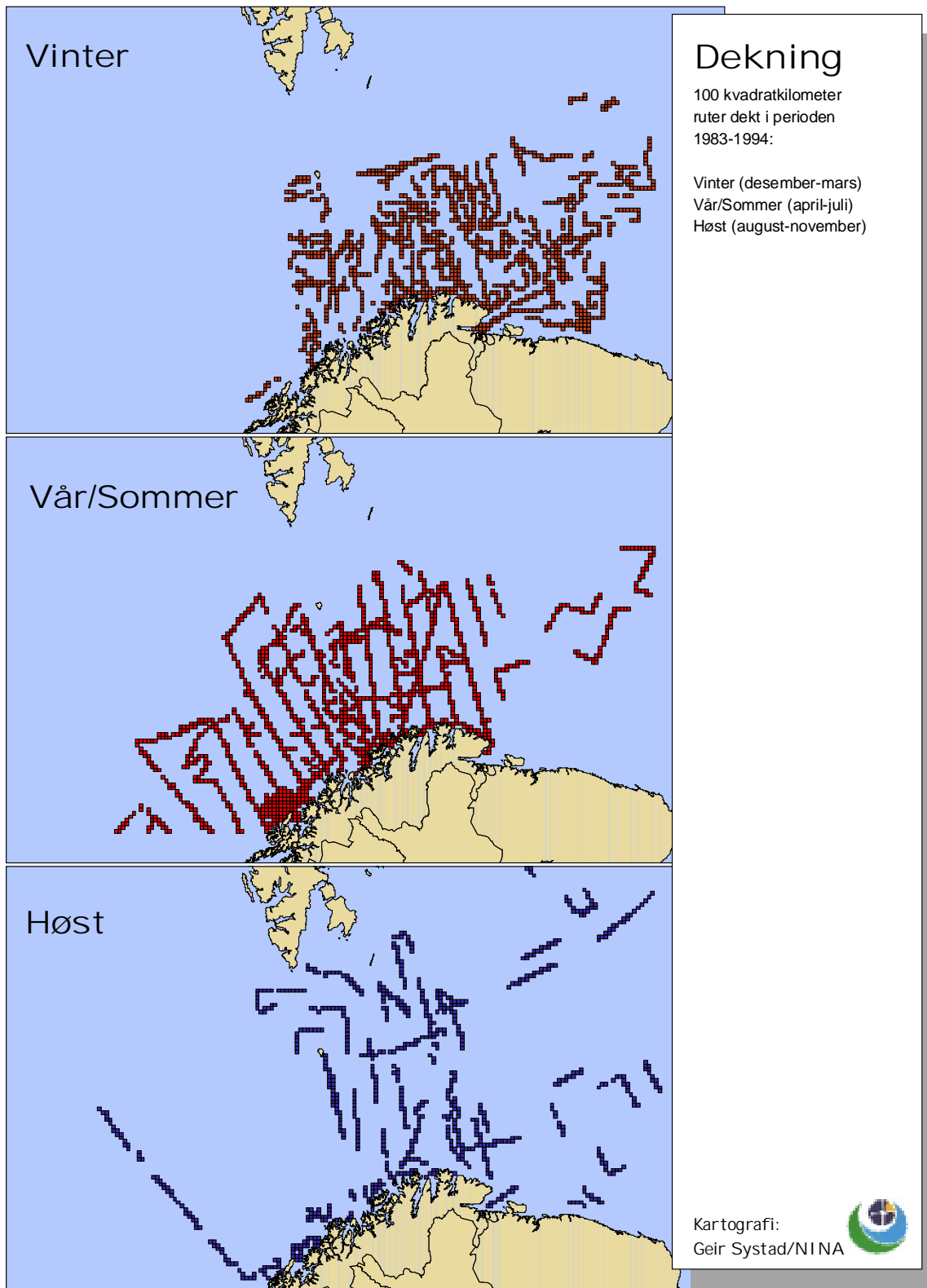
The results from this study, with regard to geographic distribution and size of bird concentrations can be used in evaluation of vulnerability, emergency planning and impact assessment analyses in relation to oil activity in the Barents Sea.

8 Referanser

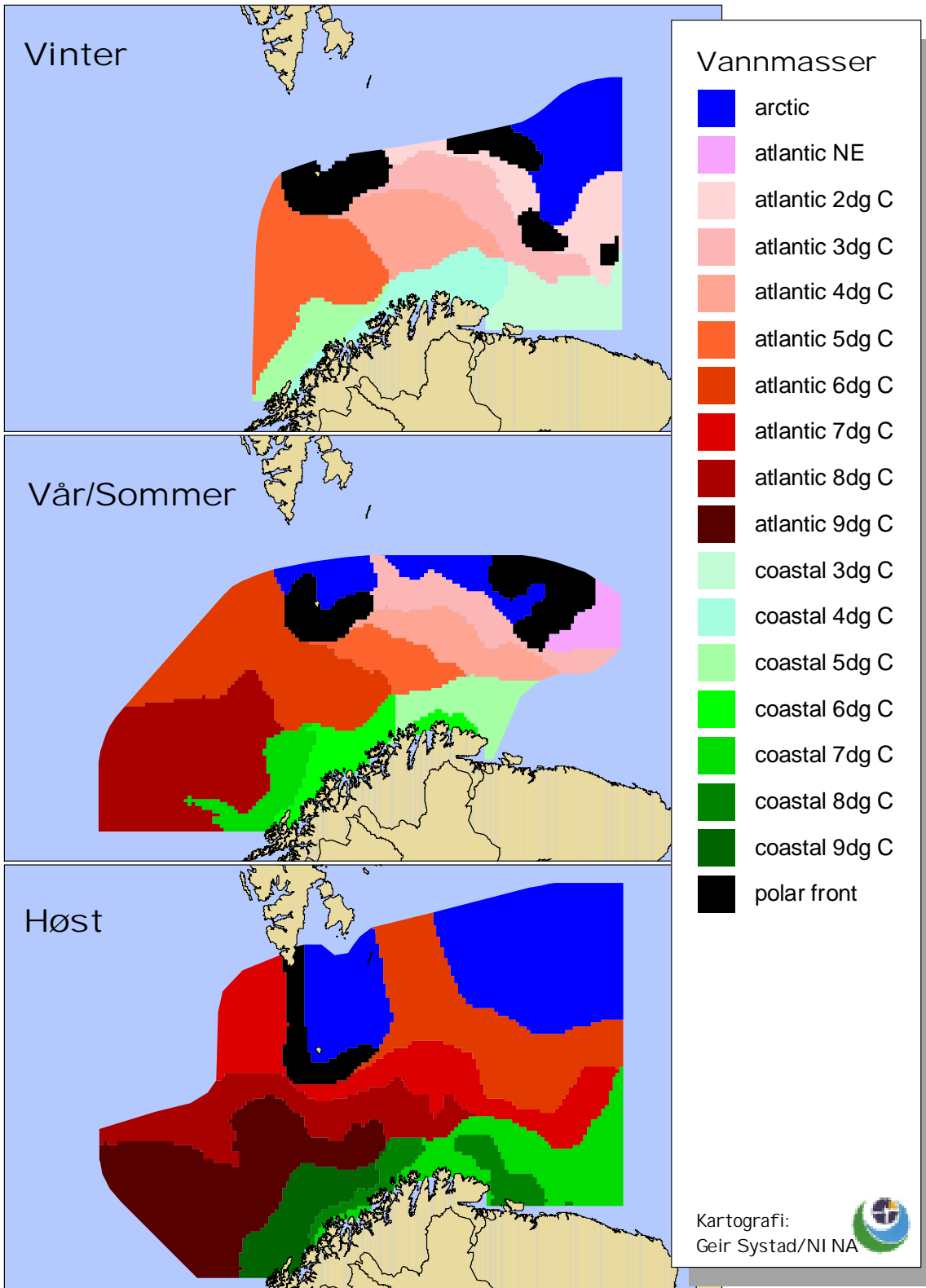
- Anley, D. G. 1976. The occurrence of seabirds in the coastal region of California. -*Western Birds* 7: 33-68.
- Anker-Nilssen, T., Bakken, V. & Strann, K.-B. 1988. Konsekvensanalyse olje/ sjøfugl ved petroleumsvirksomhet i Barentshavet sør for 74° 30' N. -DN Viltrappport 46:1-98
- Anker-Nilssen, T. 1992. Food supply as a determinant of reproduction and population development in Norwegian Puffins *Fratercula arctica*. -Dr. scient. thesis, University of Trondheim, Norway.
- Anker-Nilssen, T., Østnes, J. E., Smiseth, P. T. & Heggberget, T. M. 1994. Mulige konsekvenser for sjøfugl og sjøpattedyr ved petroleumsvirksomhet på Nornefeltet, Midt-norsk sokkel. Dokumentasjonsrapport. -NINA oppdragsmelding 260: 1-66.
- Ballance, L. T., Pitman, R. L. & Reilly, S. B. 1997. Seabird community structure along a productivity gradient: importance of competition and energetic constraint. -*Ecology* 78: 1502-1518.
- Barrett, R. T. 1979. Small oil spill kills 10-20 000 seabirds in North Norway. -*Marine Pollution Bulletin* 10: 253-255.
- Briggs, K. T., Tyler, W. B., Lewis, D. B. & Carlson, D. R. 1987. Bird communities at sea off California: 1975 to 1983. -*Studies in Avian Biology* 11.
- Croxall, J. P. & Rothery, P. 1991. Population regulation of seabirds: implications of their demography for conservation. Pages 272-296 in C.M. Perrins, J.-D. Lebreton & G.J.M. Hiorns, editors. -*Bird Population Studies*. Oxford University Press, Oxford.
- Decker, M. B. & Hunt, G. L. Jr. 1996. Foraging by murre (*Uria* spp.) at tidal fronts surrounding the Pribilof islands, Alaska, USA. -*Marine Ecology Progress Series* 139: 1-10.
- Fauchald, P. & Erikstad K. E. 1995. The predictability of the spatial distribution of guillemots (*Uria* spp.) in the Barents Sea. Pages 105-122 in K. Isaksen & V. Bakken (editors): -*Seabird populations in the northern Barents Sea - source data for the impact assessment of the effects of oil drilling activity*. Norsk Polarinstitutt Meddelelser 135.
- Fauchald, P., Erikstad, K. E. & Skarsfjord, H. 1996. Physical and biological environmental properties as predictors of the broad scale spatial distribution of pelagic seabirds. NINA*NIKU Project Report 6: 1-20.
- Fauchald, P., Erikstad, K. E. & Skarsfjord, H. 1999. Scale-dependent predator-prey interactions: the hierarchical spatial distribution of seabirds and prey. -*Ecology* (in press).
- Fauchald, P., Erikstad K. E. & Systad, G. H. MS. Seabirds and marine oil activity: is it possible to predict the spatial distribution of pelagic seabirds? -Submitted Journal of Applied Ecology.
- Folkestad, A. O. 1983. Sjøfugl og oljesøl. - Tapir, Trondheim, 70 sider.
- Hanssen, S. A., Systad, G. H., Fauchald, P. & Bustnes, J. O. 1998. Fordeling av sjøfugl i åpent hav: Nordland VI. -NINA oppdragsmelding 554:1-81.
- Hunt, G. L., Jr. 1990. The pelagic distribution of marine birds in a heterogeneous environment. -*Polar Research* 8: 43-54.
- Hunt, G. L. Jr. (1997) Physics, zooplankton, and the distribution of least auklets in the Bering Sea-a review. -*ICES Journal of Marine Science* 54: 600-607.
- Hunt, G.L.Jr. & Schneider, D.C. 1987. Scale-dependent processes in the physical and biological environment of marine birds. Pages 7-41 in J. P. Croxall, editor: -*Seabirds: feeding biology and role in marine ecosystems*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Loeng, H. 1989. Ecological features of the Barents Sea. Pages 327-365 in L. Rey & V. Alexander (editors): -*Proceedings of the sixth conference of the comité arctique international 13-15 May 1985*. Leiden, the Netherlands.
- Mehlum, F., Nordlund, N. & Isaksen, K. 1998. The importance of the "Polar Front" as a foraging habitat for guillemots *Uria* spp. breeding at Bjornoya, Barents Sea. -*Journal of Marine Systems* 14: 27-43
- Norderhaug, M., Bruun, E. & Møllen, G.U. 1977. Barentshavets sjøfuglressurser. -*Norsk Polarinstitutt Medd.* 104:1-119.
- Piatt, J. F. 1990. The aggregative response of common murre and Atlantic puffins to schools of capelin. -*Studies in Avian Biology* 14: 36-51.
- Pocklington, R. 1979. An oceanographic interpretation of seabird distributions in the Indian Ocean. -*Marine Biology* 51: 9-21.
- SAS Institute. 1990. SAS/STAT user's guide, Release 6.04. SAS Institute Cary NC.
- Schneider, D. 1982. Fronts and seabird aggregations in the southeastern Bering Sea. -*Marine Ecology Progress Series* 10: 101-103.
- Strann, K.-B., Bustnes, J. O., Kroglund, R. T. & Østnes J. E. 1993. Konsekvensanalyse olje/sjøfugl for petroleumsvirksomhet på Midt-norsk sokkel og Vøringplataet. -NINA Forskningsrapport 41: 1-129.
- Strann, K.-B., Vader, W. & Barrett R. T. 1990. Auk mortality in fishing nets in North Norway.-*Seabird* 13: 22-29.

Vader, W., Barrett, R. T., Erikstad, K. E. & Strann, K. B. 1990. Differential responses of common and thick-billed murres to a crash in the capelin stock in the southern Barents Sea. *Studies in Avian Biology* 14:175-180.

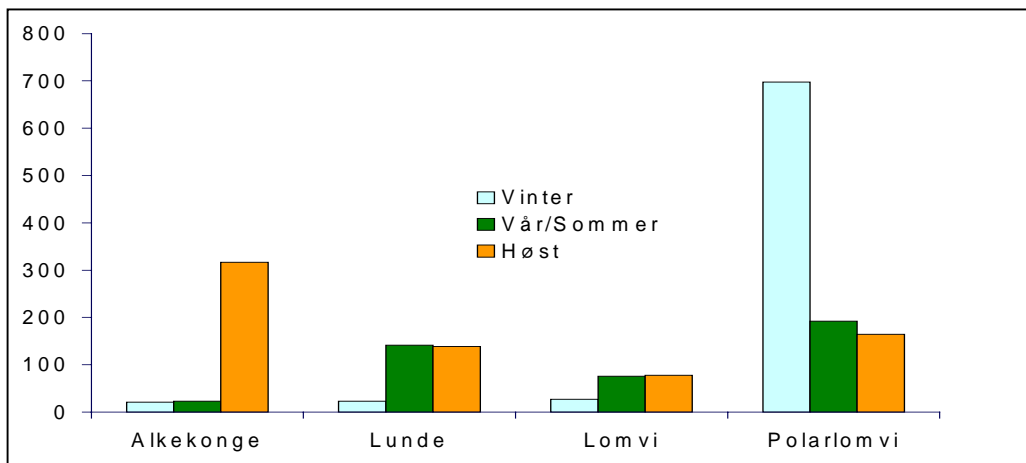
Figurer 1-16



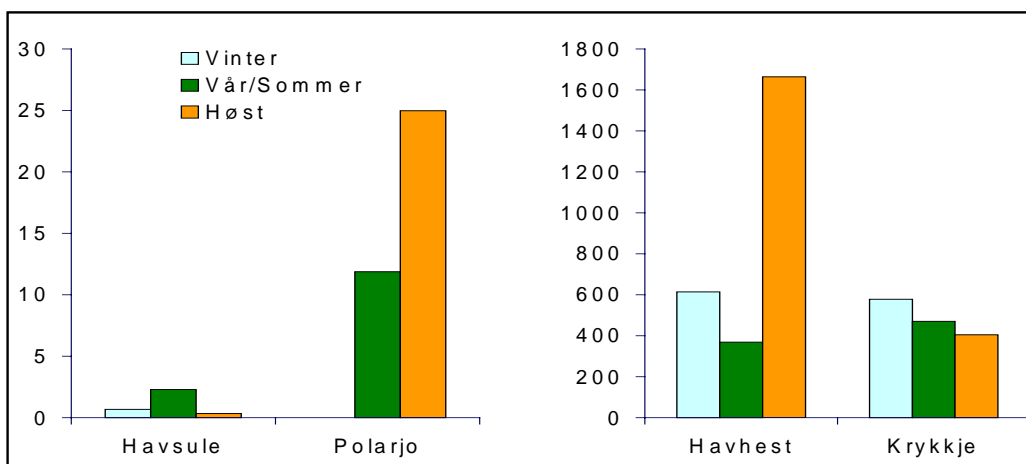
Figur 1. Toktdata - dekning 10×10 km² ruter i Barentshavet. - Covered 10×10 km² grids in the Barents Sea.



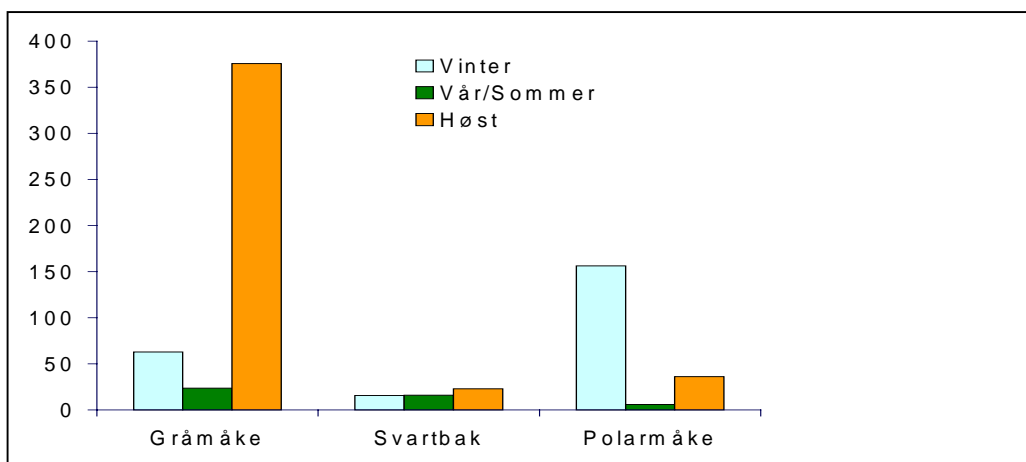
Figur 2. Vannmasser i 10×10 km² ruter, Barentshavet for Vintersesongen (desember-mars), Vår/Sommer-(april-juli) og Høstsesongen (periode3; august-november). -Water masses defined for 10×10 km² grids in the Barents Sea in Winter (Dec-Mar), Spring/Summer (Apr-Jul) and Autumn (Aug-Nov).



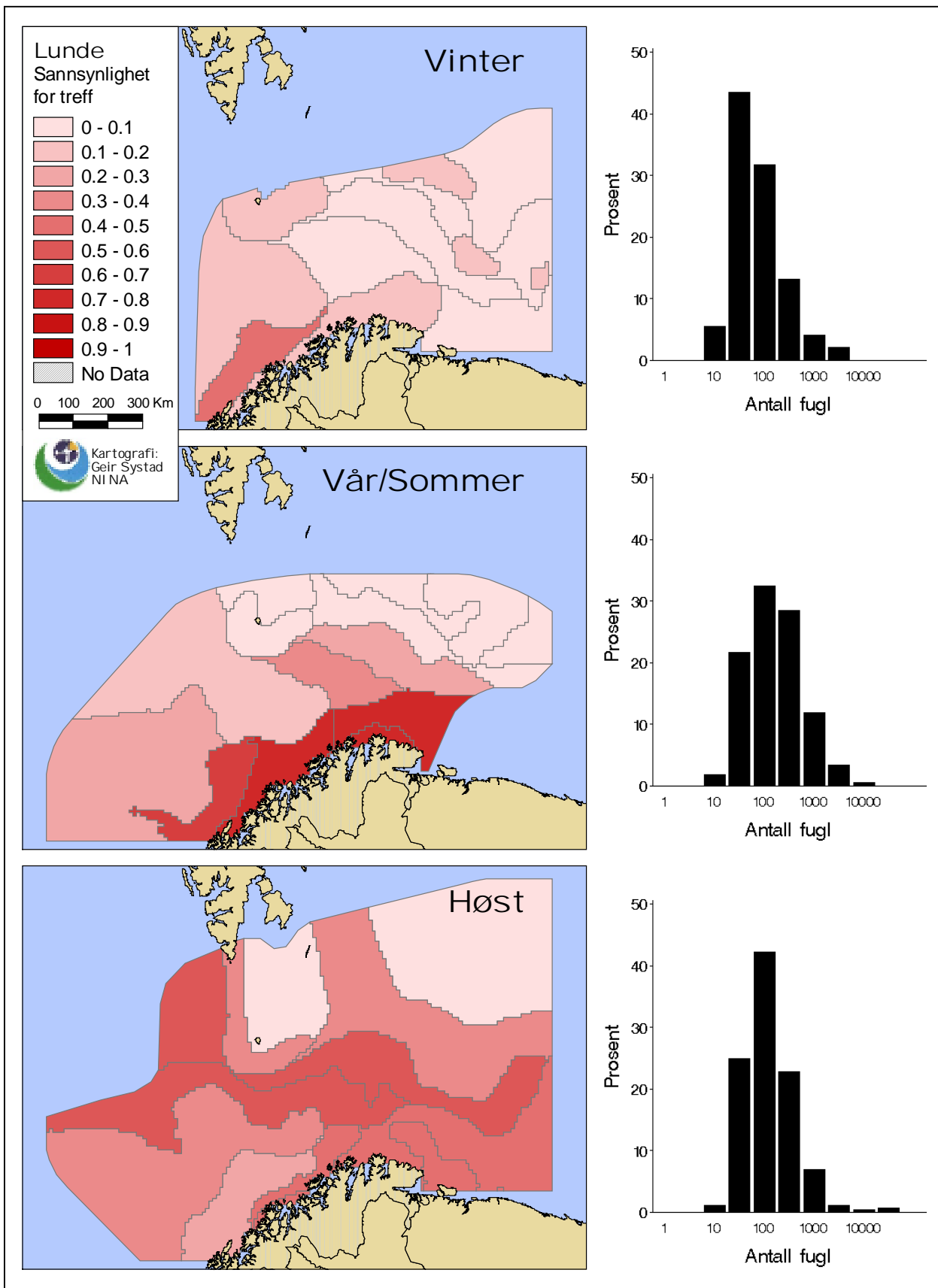
Figur 3. Total tetthet per 10x10 km² for pelagisk dykkende sjøfugl. - Total density per 100 km² for pelagic diving seabirds.



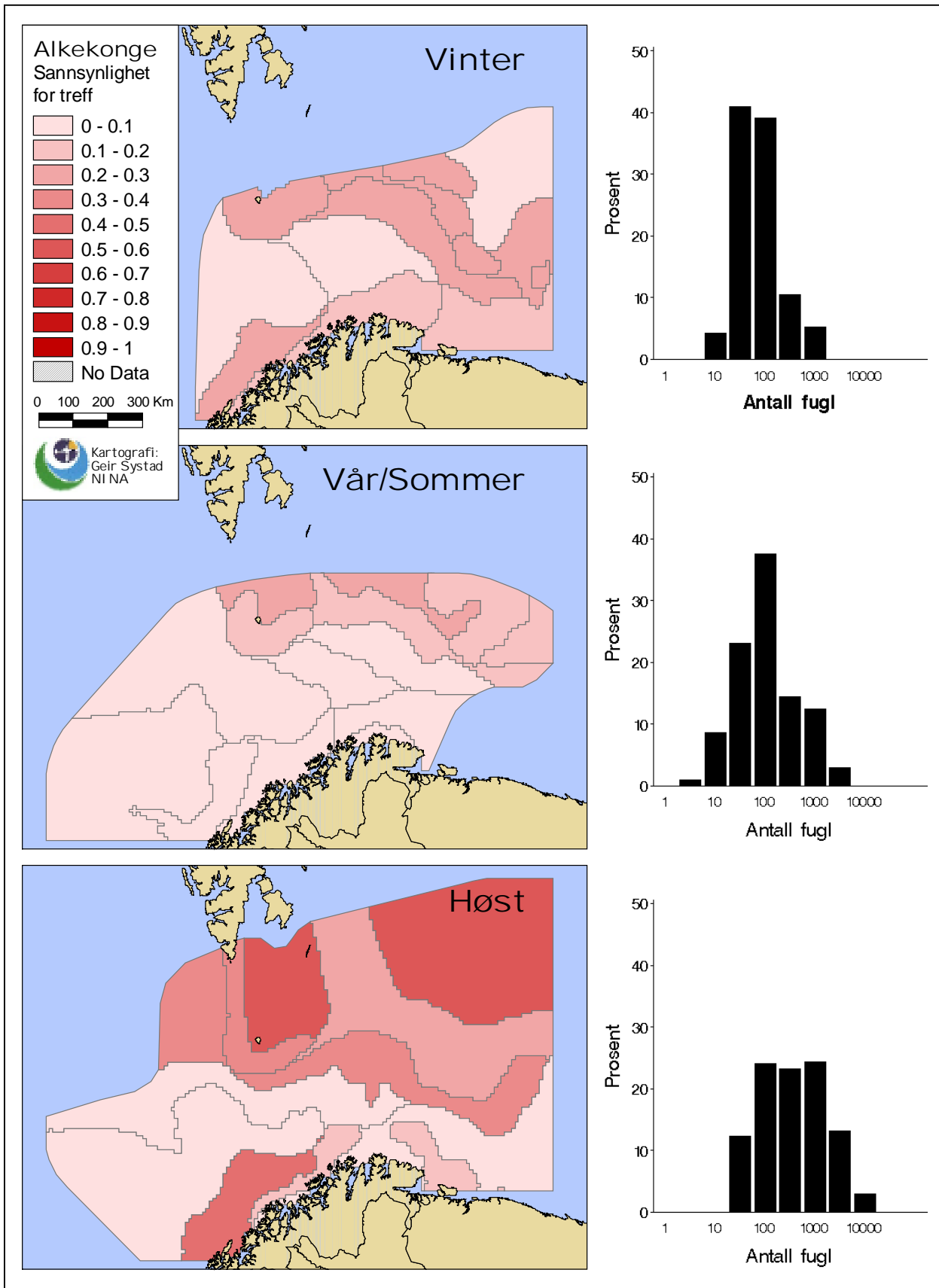
Figur 4. Total tetthet per 10x10 km² for pelagisk overflatebeitende sjøfugl. - Total density per 100 km² for pelagic surface feeding seabirds.



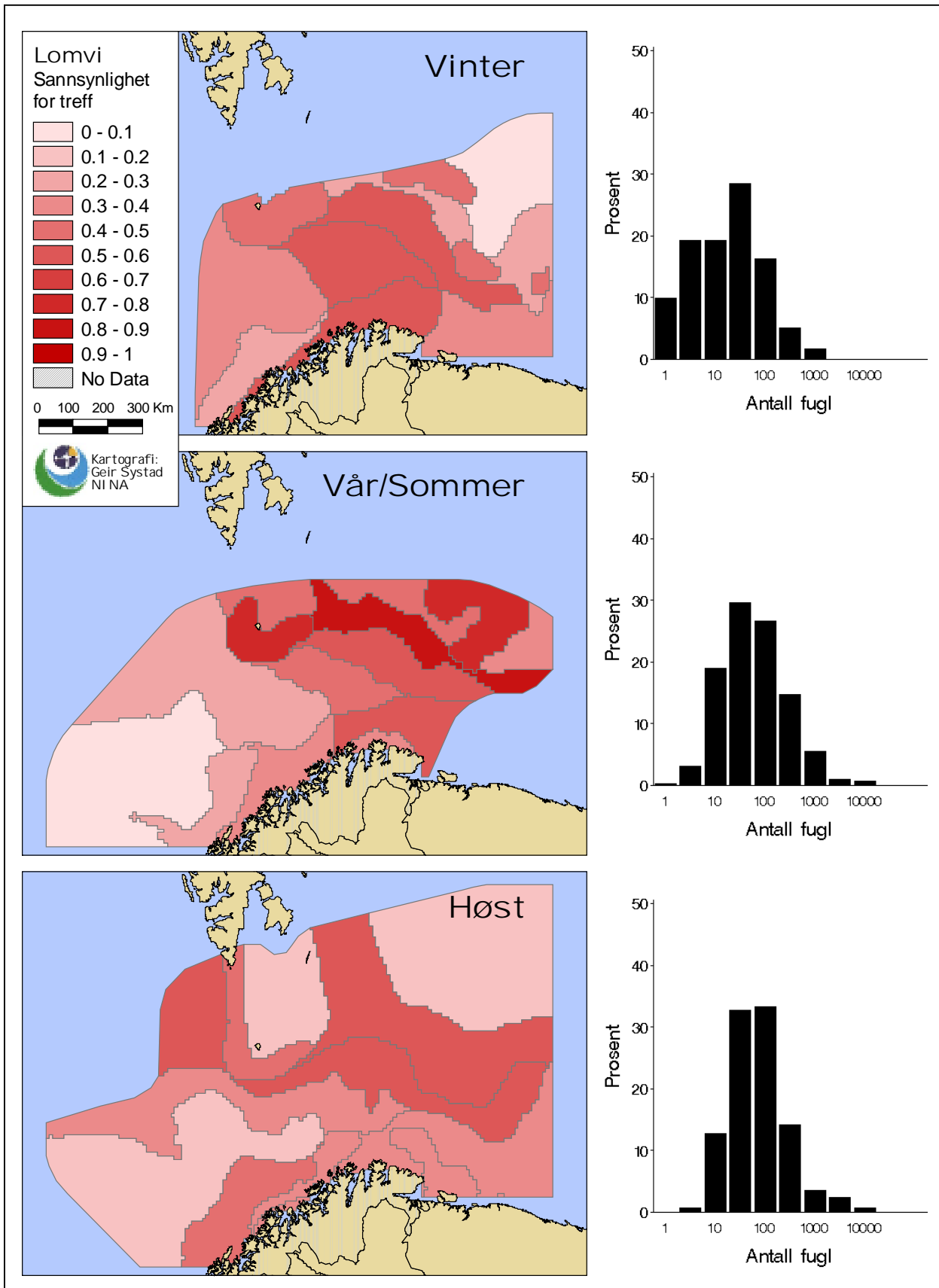
Figur 5. Total tetthet per 10x10 km² for kystnære overflatebeitende sjøfugl. Total density per 100 km² for coastal surface feeding seabirds.



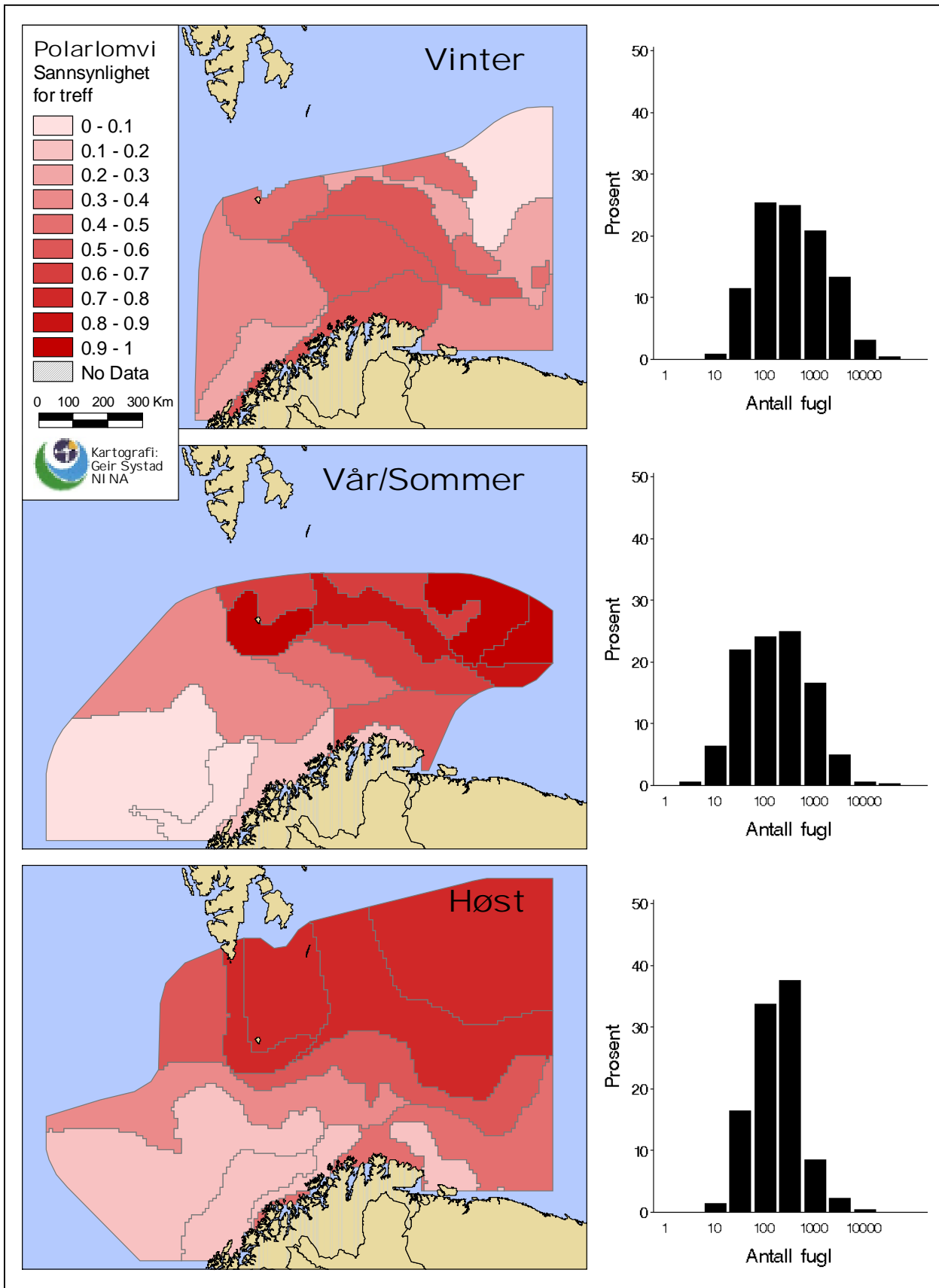
Figur 6. Sannsynlighet for treff av lunde *Fratercula arctica* i 10×10 km² ruter avhengig av definerte vannmasser samt frekvensfordeling over antall fugl ved treff. - The probability of encountering Puffins *Fratercula arctica* in 10×10 km² grids, dependent on defined water masses, and the frequency distribution of concentration sizes when encountering a concentration.



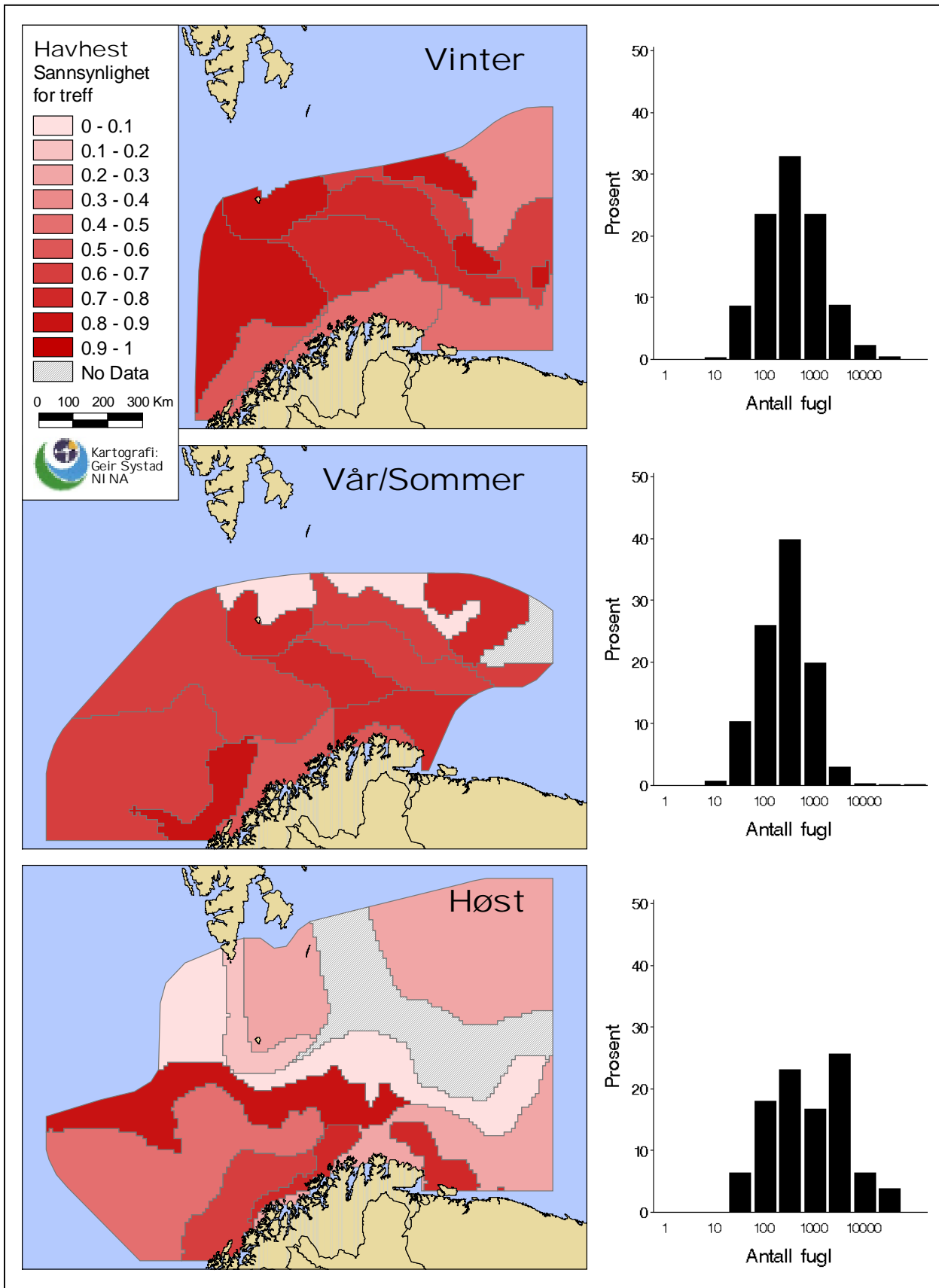
Figur 7. Sannsynlighet for treff av alkekonge *Alle alle* i 10×10 km ruter avhengig av definerte vannmasser samt frekvensfordeling over antall fugl ved treff. - The probability of encountering Little Auk *Alle alle* in 10×10 km² grids, dependent on defined water masses, and the frequency distribution of concentration sizes when encountering a concentration.



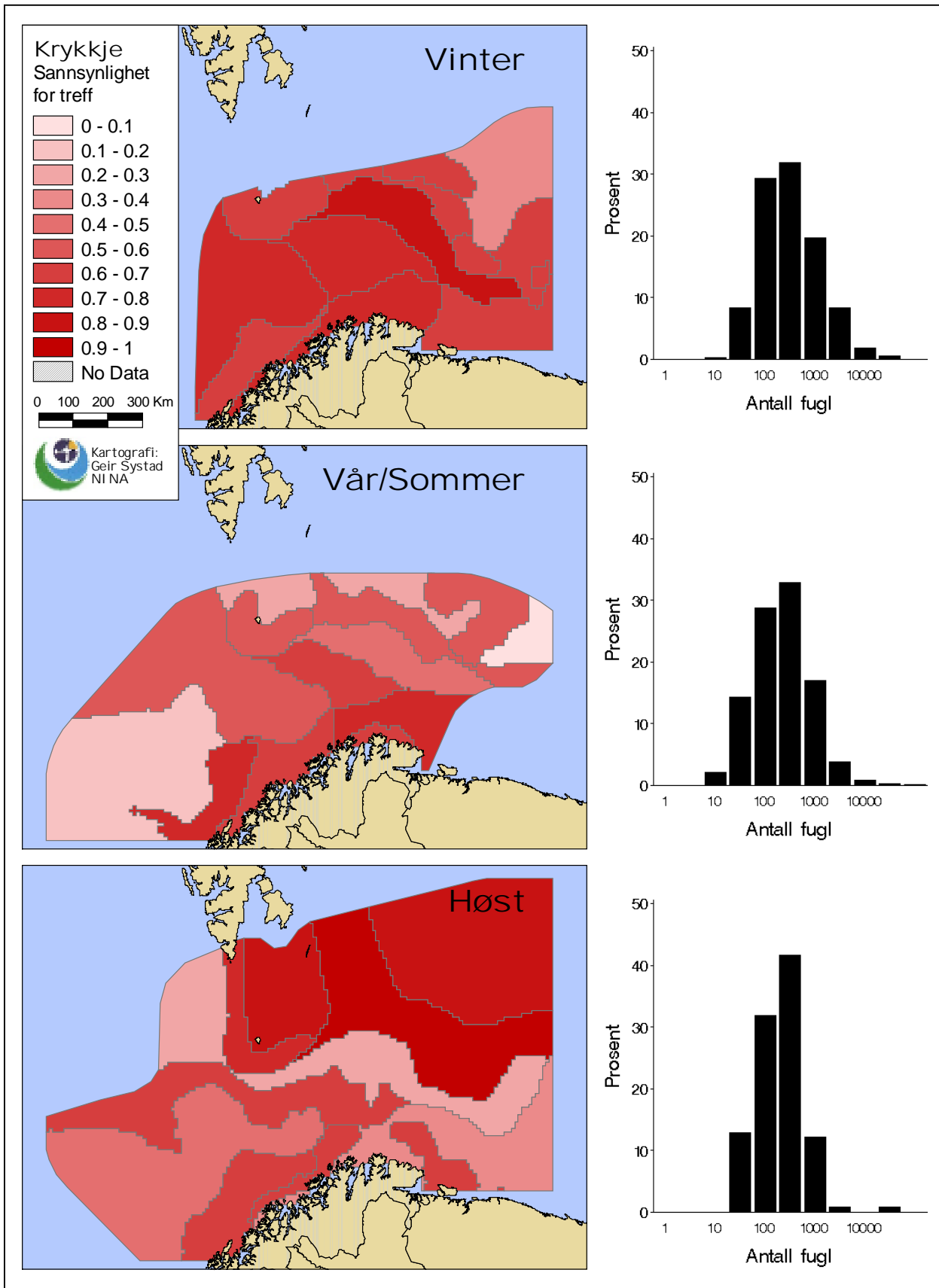
Figur 8. Sannsynlighet for treff av lomvi *Uria aalge* i 10×10 km ruter avhengig av definerte vannmasser samt frekvensfordeling over antall fugl ved treff. - The probability of encountering Common Guillemot *Uria aalge* in 10×10 km² grids, dependent on defined water masses, and the frequency distribution of concentration sizes when encountering a concentration.



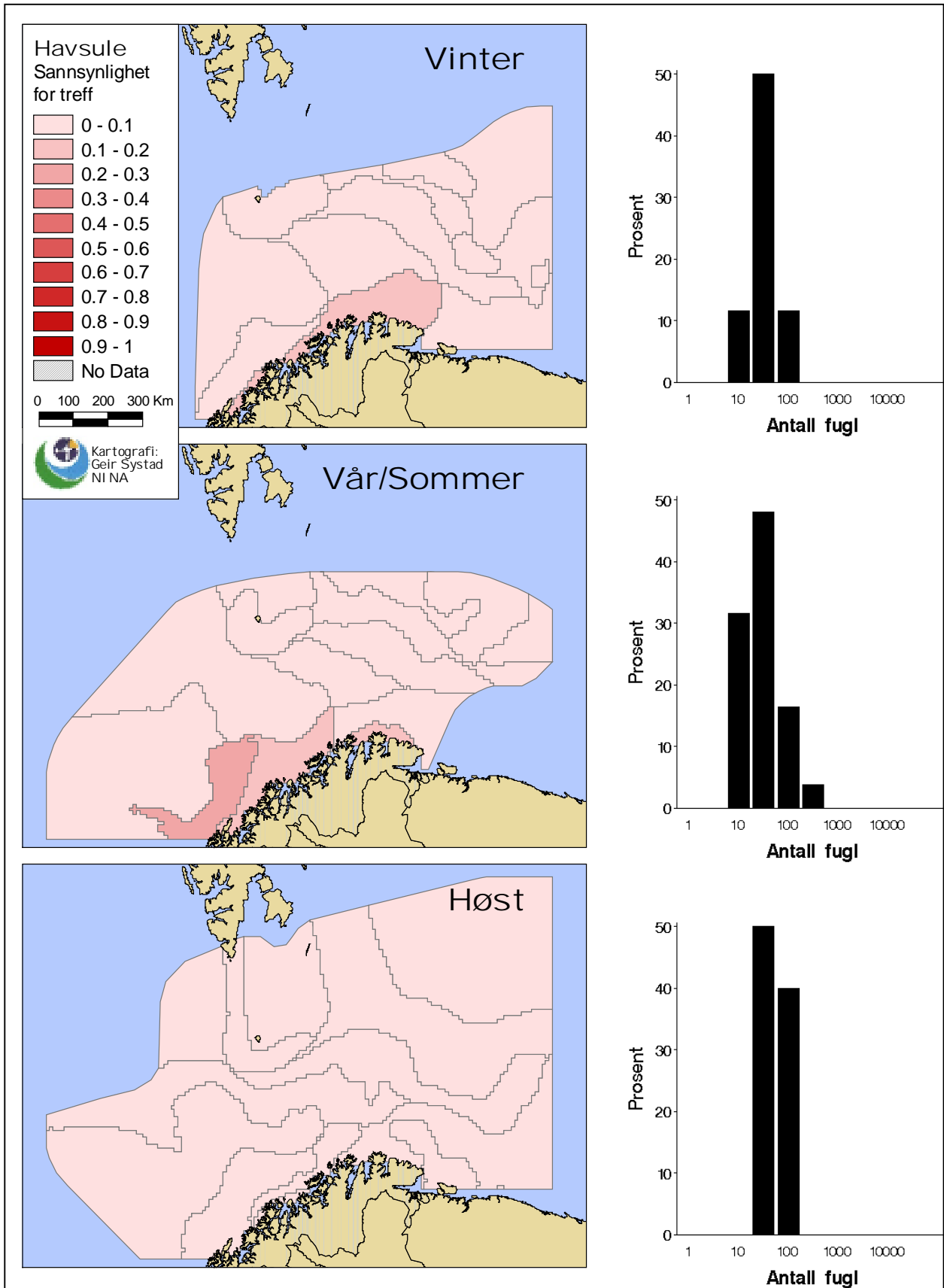
Figur 9. Sannsynlighet for treff av polarlomvi *Uria lomvia* i 10×10 km ruter avhengig av definerte vannmasser samt frekvensfordeling over antall fugl ved treff. - The probability of encountering Brünnichs Guillemot *Uria lomvia* in 10×10 km² grids, dependent on defined water masses, and the frequency distribution of concentration sizes when encountering a concentration.



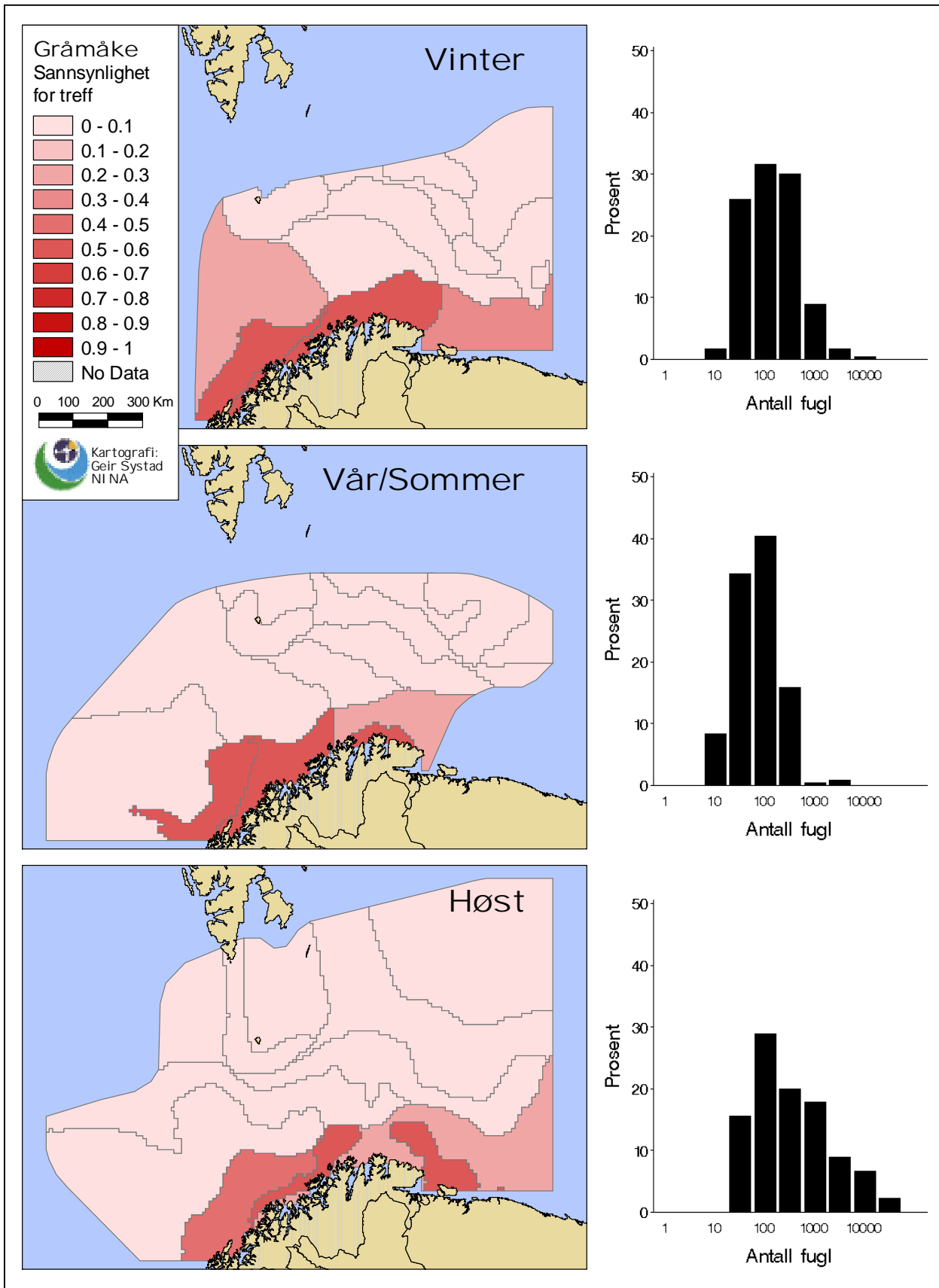
Figur 10. Sannsynlighet for treff av havhest *Fulmarus glacialis* i 10×10 km ruter avhengig av definerte vannmasser samt frekvensfordeling over antall fugl ved treff. - The probability of encountering Fulmar *Fulmarus glacialis* in 10×10 km² grids, dependent on defined water masses, and the frequency distribution of concentration sizes when encountering a concentration.



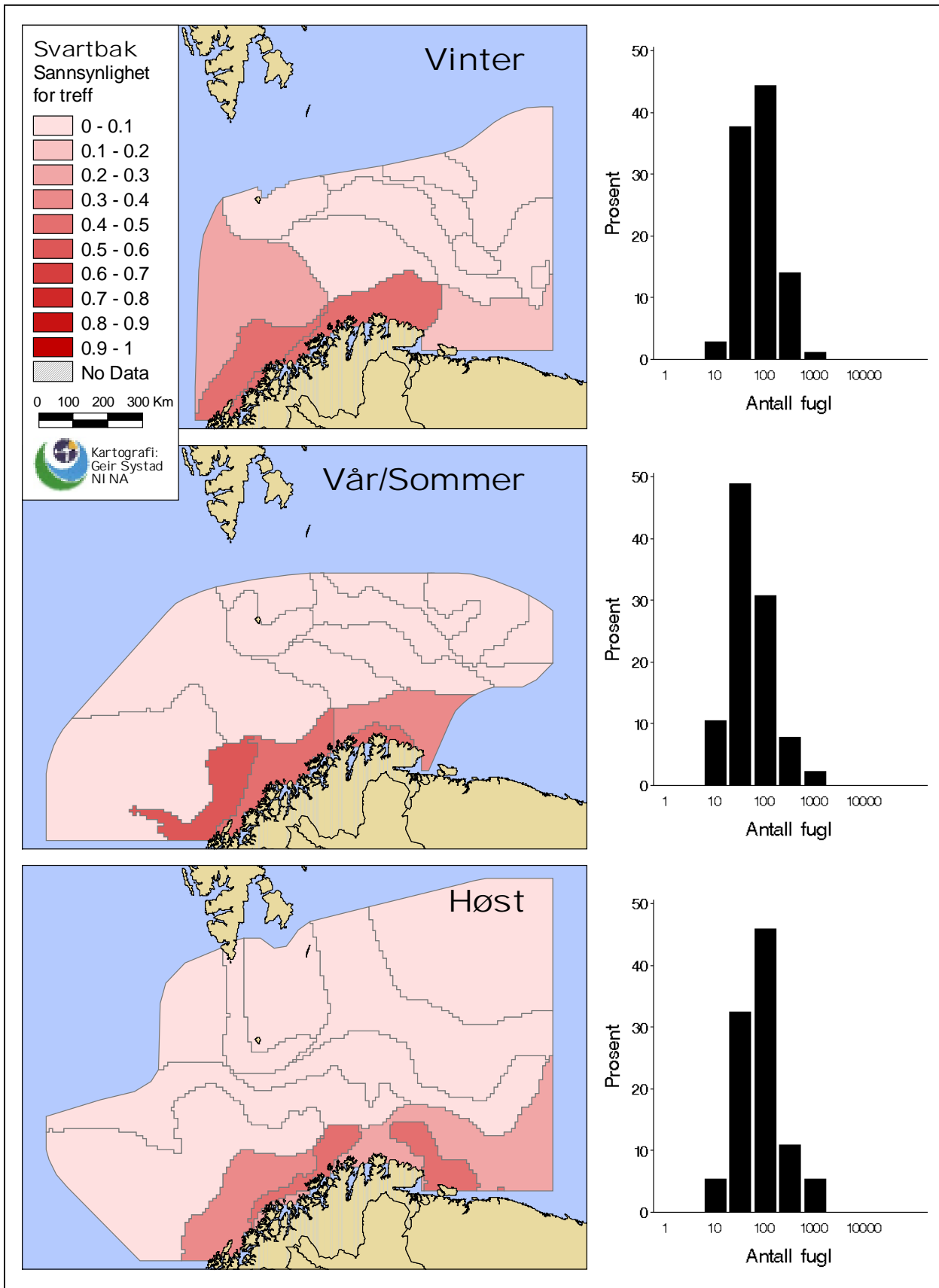
Figur 11. Sannsynlighet for treff av krykkje *Rissa tridactyla* i 10x10 km ruter avhengig av definerte vannmasser samt frekvensfordeling over antall fugl ved treff. . - The probability of encountering Kittiwake *Rissa tridactyla* in 10x10 km² grids, dependent on defined water masses, and the frequency distribution of concentration sizes when encountering a concentration.



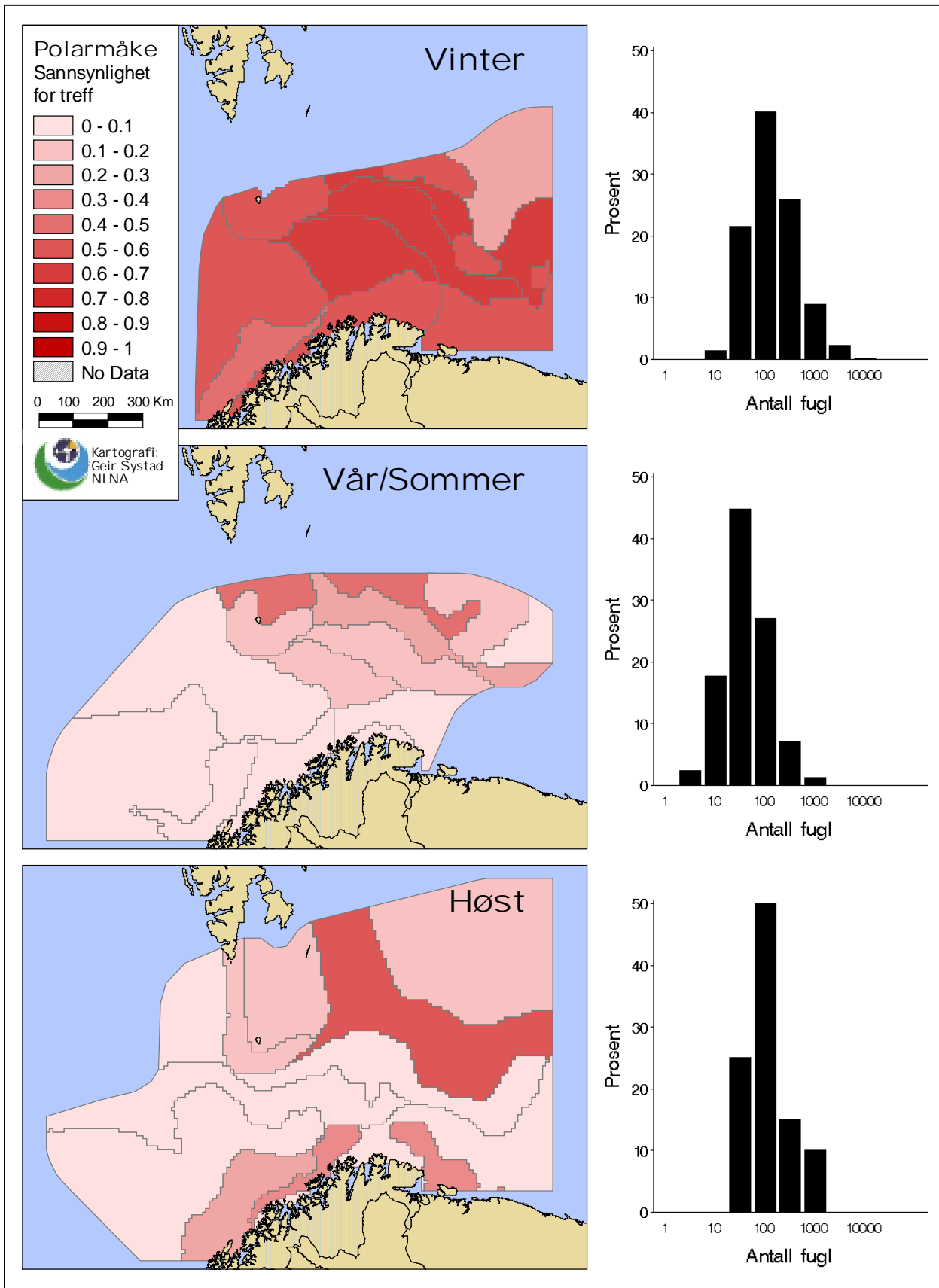
Figur 12. Sannsynlighet for treff av havsule *Morus bassanus* i 10×10 km ruter avhengig av definerte vannmasser samt frekvensfordeling over antall fugl ved treff. - The probability of encountering Gannets *Morus bassanus* in 10×10 km² grids, dependent on defined water masses, and the frequency distribution of concentration sizes when encountering a concentration.



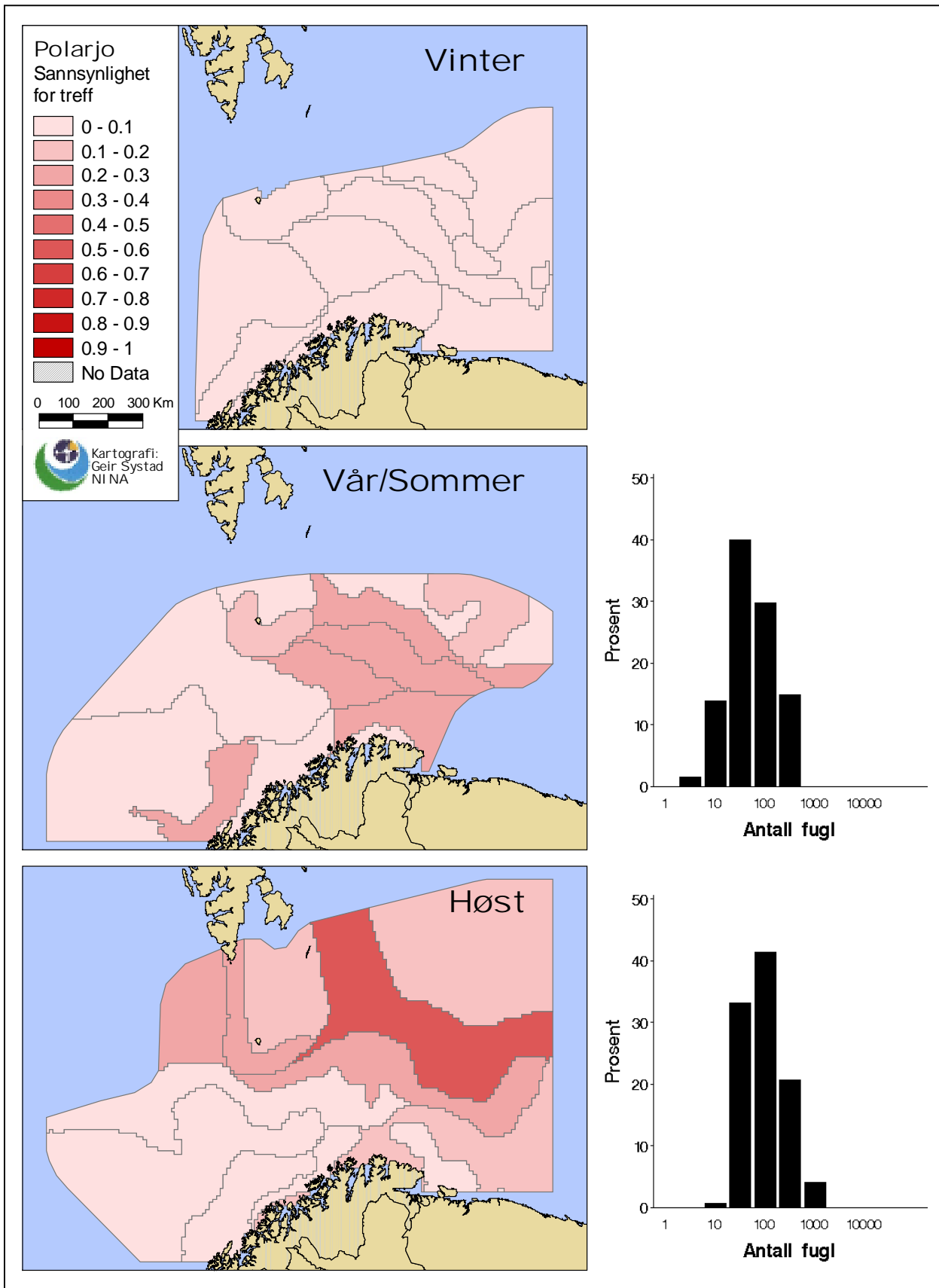
Figur 13. Sannsynlighet for treff av gråmåke *Larus argentatus* i 10×10 km ruter avhengig av definerte vannmasser samt frekvensfordeling over antall fugl ved treff. - The probability of encountering Herring gull *Larus argentatus* in 10×10 km² grids, dependent on defined water masses, and the frequency distribution of concentration sizes when encountering a concentration.



Figur 14. Sannsynlighet for treff av svartbak *Larus marinus* i 10×10 km ruter avhengig av definerte vannmasser samt frekvensfordeling over antall fugl ved treff. - The probability of encountering Greater black-backed gull *Larus marinus* in 10×10 km² grids, dependent on defined water masses, and the frequency distribution of concentration sizes when encountering a concentration.



Figur 15. Sannsynlighet for treff av polarmåke *Larus hyperboreus* i 10×10 km ruter avhengig av definerte vannmasser samt frekvensfordeling over antall fugl ved treff. . - The probability of encountering Glaucous gull *Larus hyperboreus* in 10×10 km² grids, dependent on defined water masses, and the frequency distribution of concentration sizes when encountering a concentration.



Figur 16. Sannsynlighet for treff av polarjo *Stercorarius pomarinus* i 10×10 km ruter avhengig av definerte vannmasser samt frekvensfordeling over antall fugl ved treff. . - The probability of encountering Pomarine skua *Stercorarius pomarinus* in 10×10 km² grids, dependent on defined water masses, and the frequency distribution of concentration sizes when encountering a concentration.