

## Standardisering og tilrettelegging av sjøfugldata til bruk i konsekvens- og miljørisikoberegninger

Geir Helge Rødli Systad, Anders Bjørgesæter, Odd Willy Brude og  
Geir Morten Skeie



## **NINAs publikasjoner**

### **NINA Rapport**

Dette er NINAs ordinære rapportering til oppdragsgiver etter gjennomført forsknings-, overvåkings- eller utredningsarbeid. I tillegg vil serien favne mye av instituttets øvrige rapportering, for eksempel fra seminarer og konferanser, resultater av eget forsknings- og utredningsarbeid og litteraturstudier. NINA Rapport kan også utgis på annet språk når det er hensiktsmessig..

### **NINA Temahefte**

Som navnet angir behandler temaheftene spesielle emner. Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. NINA Temahefte gis vanligvis en populærvitenskapelig form med mer vekt på illustrasjoner enn NINA Rapport.

### **NINA Fakta**

Faktaarkene har som mål å gjøre NINAs forskningsresultater raskt og enkelt tilgjengelig for et større publikum. Faktaarkene gir en kort framstilling av noen av våre viktigste forskningstema.

### **Annen publisering**

I tillegg til rapporteringen i NINAs egne serier publiserer instituttets ansatte en stor del av sine vitenskapelige resultater i internasjonale journaler, populærfaglige bøker og tidsskrifter.

# Standardisering og tilrettelegging av sjøfugldata til bruk i konsekvens- og miljørisikoberegninger

Geir Helge Rødli Systad  
Anders Bjørgesæter  
Odd Willy Brude  
Geir Morten Skeie



Systad, G.H.R., Bjørgesæter, A., Brude, O.W. & Skeie, G.M. 2018.  
Standardisering og tilrettelegging av sjøfugldata til bruk i  
konsekvens- og miljørisikoberegninger. NINA Rapport 1509. Norsk  
institutt for naturforskning.

Bergen, Mai 2018

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-3240-1

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

Per Fauchald og Sveinn-Are Hanssen

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningsjef Per Arild Aarrestad (sign.)

OPPDRAAGSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

NOROG og BaSEC (STATOIL Petroleum ASA)

OPPDRAAGSGIVERS REFERANSE

NOROG: 06-2017; Statoil Petroleum ASA: Endre Aas /  
4590040591 / 16.02.2017

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Egil Dragsund (NOROG), Endre Aas (BaSEC)

FORSIDEBILDE

Ærfuglflokk fra fly © Geir Helge Rødli Systad

NØKKEWORD

- Norge, Norske havområder, Svalbard, Jan Mayen
- Sjøfugl, lomer, alkefugl, måker, terner, havdykkender, skarver
- Petroleum, miljørisiko, konsekvensundersøkelser
- SEAPOP, SEATRACK

KEY WORDS

- Norway, Norwegian Ocean areas, Svalbard, Jan Mayen
- Seabirds, loons/divers, cormorants, alcids, seagulls, terns, seaducks, cormorants
- Petroleum, environmental risk, impact assessments
- SEAPOP, SEATRACK

#### KONTAKTOPPLYSNINGER

##### **NINA hovedkontor**

Postboks 5685 Torgarden  
7485 Trondheim  
Tlf: 73 80 14 00

##### **NINA Oslo**

Gaustadalléen 21  
0349 Oslo  
Tlf: 73 80 14 00

##### **NINA Tromsø**

Postboks 6606 Langnes  
9296 Tromsø  
Tlf: 77 75 04 00

##### **NINA Lillehammer**

Vormstuguvegen 40  
2624 Lillehammer  
Tlf: 73 80 14 00

##### **NINA Bergen**

Thormøhlensgate 55  
5006 Bergen  
Tlf: 73 80 14 00

[www.nina.no](http://www.nina.no)

## Sammendrag

Systad, G.H.R., Bjørgesæter, A., Brude, O.W. & Skeie, G.M. 2018. Standardisering og tilrettelegging av sjøfugldata til bruk i konsekvens- og miljørisikoberegninger. NINA Rapport 1509. Norsk institutt for naturforskning.

Sjøfugl tilstedeværelse og utbredelse er viktige inngangsdata i petroleumsindustriens miljørisikoanalyser. Foreliggende rapport beskriver standardisering av datagrunnlaget for sjøfugl i kystsonen slik at framtidige analyser skal være sammenlignbare.

Sjøfugl har ikke en jevnt fordelt distribusjon. Fuglene aggregeres på forskjellige nivåer i tid og rom, og aggregeringen skjer på forskjellige skalaer. Vi viser i dette studiet at klumpet utbredelse har betydning for fordelingen av miljørisikonivå og klasser, og vi gir anbefalinger for standardisert tilrettelegging og bruk av sjøfugldata i kystsonen.

Rapporten anbefaler bruk av nasjonale andeler og kolonibaserte analyser, det siste spesielt der nøkkellokaliteter (SEAPO) berøres i betydelig grad. Fordeling mellom måneder har bakgrunn i kunnskap om sesongmessig variasjon i adferd og observasjoner; hvor lenge de er knyttet til hekkekoloniene, fjærfellingsområder og overvintringsområder. Det gis anbefaling for hvilke arter som kan brukes i miljørisikoanalysene, basert på relevans og datagrunnlag. Arter med tilknytning til det marine miljø gjennom hele året prioriteres.

Forskjellige fordelinger av sjøfugl i nærområdene til koloniene i hekketiden testes ut, og tilrettelegginger som skal gi et mest mulig realistisk bilde av sjøfuglenes bruk av områdene, etterstrebes. Det er utviklet datasett ut fra dette for bruk i miljørisikoanalyser. Bruk av kolonispesifikke analyser anbefales med bakgrunn i parametere som bestandsvekst, voksenoverlevelse og hekkesuksess. Det gis forslag til når kolonispesifikke analyser bør utføres, og de gjeldende tabellene gjøres tilgjengelig for nedlastning.

Anbefalt generell prosedyre baserer seg på analysert materiale og konsensus i arbeidsgruppen rundt dette:

- Alle analyser gjennomføres som standard med nasjonale datasett.
- Tiden for hekking defineres slik at 50 % av hekkebestand ankommer/forlater kolonien i måneden før og etter hekkesesongen.
- Sjøfugldataene oppgis som andel av nasjonal bestand i 10x10 km ruter.
- Funksjonsområder beregnes etter hvilken aksjonsradius de forskjellige artene normalt regnes å ha. Pelagisk beitende arter er gitt å bruke ut til 100 km, kystbundne arter ut til 60 km og kystnære dykkende arter ut til 15 km.
- I hekketiden plasseres 1/3 av fuglene tilhørende en koloni i ruten med kolonien, resterende andel fordeles jevnt innenfor funksjonsområdene til de aktuelle artene. Kun havruter benyttes i denne beregningen.

Anbefalt prosedyre når sannsynligheten for at store kolonier treffes av oljedrift er som følger:

- NINA genererer kolonispesifikke datasett for nøkkellokalitetene og trend-data for nøkkellokalitetene. Disse gjøres tilgjengelig på SEAPOP-sidene.
- Beste uttrykk for fordeling er 33 % i ruten med kolonien og øvrig andel fordelt tilfeldig i 4 ruter innen funksjonsområdet.
- Det genereres datasett med 100 tilfeldige fordelinger i henhold til fordelingen identifisert gjennom prosjektet (33 % i ruten med kolonien, resterende andel fordelt tilfeldig i 4 ruter). Dette må gjøres på nytt ved hver oppdatering.
- Basert på gitte kriterier gjennomføres kolonispesifikke analyser i tillegg til analyser på nasjonale datasett for store kolonier, primært nøkkellokalitetene i SEAPOP, men også

store kolonier mellom disse. De kolonispesifikke analysene gjennomføres for de 100 tilfeldige fordelingene på kolonier som tilfredsstillter kriteriene.

Kriteriene for når kolonispesifikke analyser skal gjennomføres er ikke fokuset i denne rapporten, men kriterier som har vært behandlet følger under:

- Kombinasjon av sannsynlighet for treff og mengde olje.
- Miljørisiko i betydelig eller alvorlig miljøskadekategori.
- Størrelse på koloniene som nyttes i analysene bør være over et gitt nivå, men må sees i lys av foregående punkt. Nøkkellokaliteter med relativt små bestander kan være viktige som eksempler i regionen som berøres.

Geir Helge Rødli Systad, **NINA**, Thormøhlensgate 55, 5006 Bergen, [geir.systad@nina.no](mailto:geir.systad@nina.no)  
Anders Bjørgesæter, **Acona AS**, Rådusgata 17, N-0158 Oslo, [anders.bjorgeseter@acona.com](mailto:anders.bjorgeseter@acona.com)  
Odd Willy Brude, **DNV GL AS**, P.O Box 300 1322 Høvik, Brude, [odd.willy.brude@dnvgl.com](mailto:odd.willy.brude@dnvgl.com)  
Geir Morten Skeie, **Akvaplan-niva AS**, **SenseE**, Idrettsveien 6, 1400 Ski, [geir.morten.skeie@akvaplan.niva.no](mailto:geir.morten.skeie@akvaplan.niva.no)

## Abstract

Systad, G.H.R., Bjørgesæter, A., Brude, O.W. & Skeie, G.M. 2018. Standardization and facilitation of seabird data for use in impact and environmental risk assessments. NINA Report 1509. Norwegian Institute for Nature Research.

Seabirds presence and distribution are important input data in the petroleum industry's environmental risk analyzes. The present report describes the standardization of the use of seabird data in the coastal zone so that future analyzes will be comparable.

The report recommends the use of national proportions and colony based analyzes, the last especially where key locations (SEAPOP) are significantly affected. Distribution between months is based on knowledge of seasonal variation in behavior and observations; how long they are linked to the breeding colonies, staging areas and wintering habitats. A recommendation is given for the species that can be used in environmental risk analyzes, based on relevance and data. Species related to the marine environment throughout the year are prioritized.

Different distributions of seabirds in the feeding areas near the colonies during the breeding season are tested and distributions that provide the most realistic picture of the seabirds use of the areas are sought. Data sets have been developed based on this for use in environmental risk analyzes. Use of colony-specific analyzes is recommended based on parameters such as population growth, adult survival and breeding success. Suggestions are given when colony-specific analyzes should be performed and the current tables are made available for download.

Recommended general procedure is based on analyzed material and consensus in the working group as follows:

- All analyzes are performed as standard on national data sets.
- The time for breeding is defined so that 50% of the breeding population arrives / leaves the colony in the month before and after the breeding season.
- The seabird data is reported as a proportion of the national population in 10x10 km grid cells.
- Functional feeding areas around the colonies are calculated according to the action radius the different species are normally expected to have. Pelagic feeding species are given to use up to 100 km, coastal bound species up to 60 km and coastal diving species up to 15 km.
- During the breeding season, 1/3 of the birds belonging to a colony are placed in the grid cell including the colony, the remaining proportion is distributed evenly within the functional areas of the species concerned. Only sea grid cells are used in this calculation.

When large colonies likely are hit by oil drift, we recommend the following procedures:

- NINA generates colony-specific data sets for key locations and trend data for key locations. These are made available on the SEAPOP pages.
- Best expression of distribution is 33% in the grid cell with the colony and the other share is distributed randomly in 4 grid cells within the functional areas.
- Data sets are generated with 100 random distributions according to the distribution identified through the project (33% in the grid cell with the colony, the remaining share is distributed randomly in 4 grid cells). This must be done over again at each update.
- Based on given criteria, colony-specific analyzes are performed in addition to analyzes of national data sets for large colonies, primarily key locations in SEAPOP, but also large colonies between them. The colony-specific analyzes are performed for the 100 random distributions on colonies that satisfy the criteria.

The criteria for when colony-specific analyzes are to be conducted is not the focus of this report, but criteria that have been treated follow:

- Combination of probability of hits of oil drift and amount of oil.
- Environmental risk in a significant or severe environmental category.
- The size of the colonies used in the analyzes should be above a given level, but the previous paragraph must be considered. Key localities with relatively small populations may be important as examples in the region affected.

Geir Helge Rødli Systad, **NINA**, Thormøhlensgate 55, 5006 Bergen, [geir.systad@nina.no](mailto:geir.systad@nina.no)  
Anders Bjørgesæter, **Acona AS**, Rådusgata 17, N-0158 Oslo, [anders.bjorgeseter@acona.com](mailto:anders.bjorgeseter@acona.com)  
Odd Willy Brude, **DNV GL AS**, P.O Box 300 1322 Høvik, Brude, [odd.willy.brude@dnvgl.com](mailto:odd.willy.brude@dnvgl.com)  
Geir Morten Skeie, **Akvaplan-niva AS**, **SenseE**, Idrettsveien 6, 1400 Ski, [geir.morten.skeie@akvaplan.niva.no](mailto:geir.morten.skeie@akvaplan.niva.no)



# Innhold

<b>Sammendrag .....</b>	<b>3</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>5</b>
<b>Innhold .....</b>	<b>7</b>
<b>Forord .....</b>	<b>8</b>
<b>1 Innledning.....</b>	<b>9</b>
1.1 Leveranse .....	10
<b>2 Tilrettelegging av grunnlagsdatasett .....</b>	<b>12</b>
2.1 Artsutvalg .....	12
2.2 Bestandsstørrelser.....	14
2.3 Flokkstørrelse og aggregering.....	14
2.4 Funksjonsområder rundt koloniene .....	15
<b>3 Metode og resultater .....</b>	<b>17</b>
3.1 Valg av fordelingsmodeller .....	17
3.2 Aggregeringsnivå.....	19
3.3 Fordeling i funksjonsområder .....	20
3.4 Antall simuleringer av fordeling .....	23
<b>4 Diskusjon.....</b>	<b>26</b>
4.1 Bestandstilhørighet .....	26
4.2 Regionale, nasjonale og kolonispesifikke bestander .....	27
4.3 Ikke-hekkende deler av bestander .....	27
4.4 Funksjonsområder og aggregering .....	28
<b>5 Konklusjoner.....</b>	<b>30</b>
<b>6 Anbefalte prosedyrer .....</b>	<b>31</b>
<b>7 Referanser .....</b>	<b>33</b>

## Forord

Norsk Olje og Gass og BaSEC har satt ned en arbeidsgruppe bestående av NINA og fagmiljøer som leverer miljørisikoanalyser (ACONA, Akvaplan NIVA, DNV GL, mfl.). NINA har koordinert arbeidet som har foregått som prosjektarbeid og to arbeidsmøter der også Kystverket, Miljødirektoratet og oljeselskapene har deltatt. Dette dokumentet gir en oversikt over arbeidet som er gjennomført og anbefalingene som er gitt av arbeidsgruppen for standardisering av sjøfugldata for bruk i miljørisikoanalyser. Vi takker for et godt samarbeid!

09. mai 2018

Geir Helge Rødli Systad

# 1 Innledning

Sjøfugldata brukes aktivt og er viktige inngangsdata i konsekvens- og miljørisikoanalyser. Det finnes flere tilnærminger til hvordan slike data kan brukes, og tradisjonelt har blitt brukt. Det er etterlyst en standardisering av grunnlagsdataene for sjøfugl i kystsonen og bruk av disse i miljørisikoanalyser i petroleumssektoren. Utredningsmiljøene har benyttet forskjellige versjoner av tilrettelegging av sjøfugldata fra SEAPOP, basert på samme materialet, både med hensyn til alder på dataene fra SEAPOP-databasen, hvordan de er tilrettelagt og hvordan dataene er normalisert i forhold til bestandsandeler. Blant annet har Miljødirektoratet etterlyst en samordning av dette, slik at analyser fra forskjellige miljøer er sammenlignbare. Prosjektet er finansiert av NOROG (Norsk Olje og Gass) og BaSEC (the Barents Sea Exploration Collaboration).

Her behandles først og fremst hvordan sjøfugldataene generelt kan tilrettelegges og standardiseres, slik at forskjellige miljøer kan benytte samme datagrunnlag i konsekvens- og miljørisikoanalyser. Under arbeidet med standardiseringen av dataene ble det gjennomført sensitivitetsanalyser av forskjellige fordelingsmodeller. Dette ble gjort for at tilretteleggingen skulle gi et best mulig estimat for skade på sjøfugl for bruk i analyse av miljørisiko ved akutte oljeutslipp.

Standardiseringsarbeidet deles inn i følgende tre hovedkategorier:

1. Bestandsinndeling
2. Fordelingen av fugl i kolonien og i funksjonsområdene
3. Aggregering av fugl i funksjonsområdene

Praksisen for bestandsinndeling har vært forskjellig mellom utredningsmiljøene som leverer analyser til industrien og forvaltningen, der noen har brukt andeler av regionale bestander, andre andeler av nasjonale bestander. Arbeidet anbefaler en enhetlig løsning for valg av andeler der det brukes andel av nasjonal bestand.

Som underlag for standardiseringsarbeidet ble det opparbeidet flere varianter av kystdatasettet til uttesting. Felles for disse var at vi tok utgangspunkt i nasjonale bestandsandeler, mens fordelingen av fuglene i hekketiden ble gjort på forskjellig måte i funksjonsområder rundt koloniene. Dette inkluderte varianter av hvor stor andel som ble plassert i ruten med kolonien, og forskjellige fordelingsmønstre i funksjonsområdene rundt koloniene. Felles for alle datasettene er standard 10x10km rutenett, samt månedsvis fordeling.

Følgende temaer har satt rammen for standardiseringsarbeidet:

- Hvordan flokkdannelse og aggregering skal behandles i funksjonsområdene.
- Funksjonsområder i lys av nyere kunnskap fra loggerstudier (spesielt GPS og dybde-loggere).
- Fordelingen i tre soner blir diskutert, og alternativer utredet. Spesielt har vi vurdert hvordan tidsaspektet vekter bruken av områdene ut fra kolonien.
- Løsninger der fuglene ikke plasseres gradvis utover, men i tilfeldige ruter innen funksjonsområdene, blir utredet, og forslag til datasett gis.

Studiet er avgrenset til sjøfuglenes fordeling i kystsonen. Sjøfuglenes fordeling i åpent hav behandles i en rekke andre arbeider (Brude et al. 2006, Fauchald et al. 2011a, Fauchald et al. 2011b, Reiertsen et al. 2014). Se også Boks 1. Innen SEAPOP er det relevante, pågående prosjekter som behandler sjøfuglenes fordeling i åpent hav koblet opp mot logger- og transektdata, og kolonidata koblet opp mot åpent hav data (Boks 2). Disse arbeidene bidrar til kunnskap om sjøfuglenes fordeling ut fra koloniene med spesielt fokus på åpent hav. Denne kunnskapen kan brukes til å raffinere datagrunnlaget innenfor de rammene for standardisering som gitt i denne rapporten. En tilsvarende standardisering av datagrunnlaget i åpent hav bør også gjennomføres,

men dette bør gjøres når pågående arbeider innenfor SEAPOPOP ([www.SEAPOP.no](http://www.SEAPOP.no)) og MARAMBS ([marambs.dhigroup.com](http://marambs.dhigroup.com)) er kommet lenger i utviklingen.

Datasettene som anbefales i dette arbeidet, kan brukes inn i verktøy som MIRA (OLF 2007) og ERA Acute (Stephansen et al. 2017). Det er forskjeller i hvilke parametere som brukes og hvordan de behandles i de to modellene, men datasettene vi anbefaler er egnet som input til begge modellene.

## 1.1 Leveranse

Leveranse er denne rapporten og kystdatasett med datostempling for nedlastning. Kystdatasettet består av tre deler:

1. Datasett med nasjonale andeler fordelt i kolonien og sonene i funksjonsområdene for utvalgte arter
2. Bestandstall og trender for nøkkellokaliteter og større kolonier
3. Datasett med koloniandeler fordelt i kolonien og funksjonsområdene for utvalgte arter
4. Aggregeringsdatasett representert med 100 fordelinger av kystnære overflatebeitende arter og pelagiske arter i henholdsvis 60 og 100 km funksjonsområder

Tilgjengeliggjøring av kystdatasett med datostempling vil legges ut på [www.seapop.no](http://www.seapop.no) våren 2018 med mulighet for nedlastning. Omforent datasett vil bli oppdatert årlig, og versjon oppgis. Dette vil bli lagt inn under rutine til SEAPOPOP. Versjonsnummer brukes i referanse når det kjøres analyser basert på det tilrettelagte materialet. Gjeldende nasjonale bestandstabeller publiseres samme sted med versjonsnummer, sammen med egne trenddatasett for hekkesuksess, voksenoverlevelse og bestandsstørrelse for aktuelle arter i utvalgte nøkkellokaliteter (**Figur 1**).



**Figur 1.** Nøkkellokaliteter i SEAPOP. Fargene representerer tilknytning til havområder, der rødt er Skagerrak, oransje er Nordsjøen, grønn er Norskehavet, lys blå er Barentshavet sør, mørk blå er Barentshavet nord og lilla er Grønlandshavet.

## 2 Tilrettelegging av grunnlagsdatasett

Datasettene som er brukt i analysene, baserer seg alle på de same grunnlagsdatasettene for utbredelse av sjøfugl i kystsonen, samt på etablerte tabeller for bestandsstørrelse fra SEAPOPOP ([www.seapop.no](http://www.seapop.no)). Dette er en felles basis som oppdateres årlig i regi av SEAPOPOP. Datasettene kan suppleres med nye arter og registreringer, uten at beregningsmetodene lenger ute i prosessen må justeres. Det er for eksempel enkelt å endre lengden på hekkesesongen på dette nivået, dersom ny kunnskap krever det.

Kystdataene er kolonidata og utbredelsesdata til forskjellige tider av året. Hovedsakelig er dataene samlet inn tre forskjellige tider av året: I hekketida (mai-juli), under fjærskifte (juli-september) og ettervinteren (januar-mars). Det finnes også data utenom disse månedene som gjerne er samlet inn i andre sammenhenger enn den nasjonale kartleggingen i regi av SEAPOPOP. Disse brukes også i beregningene.

Alderen på datagrunnlaget er betraktelig bedret under SEAPOPOP som ble startet i 2004. Dette gjelder for alle sesonger. Kartleggingen er en løpende prosess, noe som medfører at datasettene må oppdateres årlig.

For å ta høyde for variasjon i hvor mange fugler som bruker lokalitetene hvert år, har vi valgt å bruke høyeste antall siste femårsperiode for hver lokalitet, måned og art. I hekkesesongen betyr dette at den reelle bestandsstørrelsen for arter med stor variasjon i hvor mange som går til hekking hvert enkelt år vil bli mer riktig enn dersom man f.eks. bare benytter siste telling. I år med dårlig næringstilgang før hekkesesongen kan mange av fuglene kutte hekkingen dette året, men fuglene lever og er gjerne i nærheten av kolonien likevel. De fanges imidlertid da ikke opp i bestandstellingene. For arter i kraftig endring, vil det imidlertid kunne føre til for høye (ved synkende bestand) eller for lave estimer av bestandsstørrelsen (ved økende bestand). Utenom hekkesesongen vil arter som endrer utbredelse mye, kunne få noe høye estimer med denne metoden, dersom fuglene f.eks. overvintrer et sted et år, og flytter seg til et annet sted neste år. Da vil det høyeste antallet siste 5 år føre til at fuglene blir registrert to steder. Det betyr at flere av områdene fuglene bruker over tid vil bli med i beregningen.

Når NINA har kjørt oppdateringer av estimer for hekkebestandene i løpet av 2018-2019, kan disse resultatene brukes direkte i stedet for denne metoden. Problemet med kolonier som flytter seg, vil da være løst. Dette vil implementeres i seinere versjon av datasettene.

I tillegg er det benyttet regler for gyldighet av dataene over måneder som varierer mellom artene. Hekkesesongen for lunde strekker seg fra mars til september, mens den for ternene strekker seg fra slutten av mai til juli. Havsvale starter hekkingen på ettersommeren og ungene flyr ut i slutten av november. Trekketidene varierer også, og tiden i overvintringsområdene det samme. Slike artsspesifikke egenskaper er tatt høyde for når de månedlige antallene er beregnet.

### 2.1 Artsutvalg

Utvalget av sjøfuglarter egnet til kvantitative analyser i marine miljøer baserer seg på flere forskjellige kriterier:

1. Arten må enten ha en etablert hekkebestand i Norge, eller den må ha Norge som et viktig raste-, myte- eller overvintringsområde. Arter som faller utenom dette er ikke nevnt i tabellene under.
2. Det må finnes brukbare utbredelsesdata for arten i Norge. Eksempler på arter der dette er problematisk, er havsvaler og stormsvaler, som begge hekker skjult på ytre kyst, og de kommer inn til kysten om natta. Disse artene kan være viktigere i Norge enn det vi har trodd, men vi kjenner for dårlig til artenes bestandsstørrelse og hekkeutbredelse.

3. Arten må primært være knyttet til det marine miljøet. Arter som sporadisk opptrer marint, utelates. Det betyr ikke at disse ikke er sårbare for oljesøl, men faren for at de blir påvirket er lav.
4. Minstekrav til datagrunnlag. Vaderfugler som tjeld, steinvender og fjæreplytt er for eksempel viktige arter langs kysten, og de er primært marine, men vi har ikke god nok oversikt over disse ennå til at disse kan vurderes i miljørisiko-sammenheng. Dette gjelder også for svanene og til dels for relativt fåtallige arter som dykkerne og en del av ferskvannsdykkendene.

**Tabell 1.** Arter egnet til miljørisikoanalyser, fordelt på økologiske grupper.

Pelagisk dykkende sjøfugl	Pelagisk overflatebeitende sjøfugl	Kystbundne dykkende sjøfugl	Kystbundne overflatebeitende sjøfugl	Fjæretilknyttede arter
Alkekonge	Havhest	Smålom	Fiskemåke	Grågås
Alke	Havsule	Storlom	Gråmåke	Kortnebbgås
Polarlomvi	Storjo	Islom	Sildemåke	Dverggås
Lomvi	Tyvjo	Gulnebbblom	Svartbak	Ringgås
Lunde	Ismåke	Storskarv	Polarmåke	Hvitkinngås
	Krykkje	Toppskarv	Makrellterne	Stokkand
	Sabinemåke	Svartand	Rødnebbterne	Brunnakke
		Sjørørre		
		Havelle		
		Ærfugl		
		Praktærfugl		
		Stellerand		
		Laksand		
		Siland		
		Teist		

Arter som forekommer regelmessig, og der det finnes en hekkebestand i Norge, vurderes, men arter med lave bestandsandeler i Norge og i norske farvann bør utelates. Eksempler på dette er gressender som knekkand og skjeand.

Andre arter er primært ferskvannstilknyttet, f.eks. hettemåke, krikkan, eller toppand og taffeland. Disse artene kan opptre i saltvann, også i store antall, men vi har ikke god nok oversikt over variasjon og utbredelse for disse i sjøfuglbasen.

Fåtalige arter med primær utbredelse utenom Norge bør utelates, eller utdypes kvalitativt. Man bør ikke utelukke arter som hekker andre steder, men hvis arten har Norge som et viktig overvintringsområde (f.eks. gulnebbblom, stellerand og praktærfugl), bør den tas med.

I tillegg til de nevnte artene opptrer en rekke arter mer eller mindre tilfeldig i norske farvann, f.eks. svartbrynlatross, flere lire- og ternearter. Slike arter er utelatt i **Tabell 1**. Endringer i utbredelse skjer hele tida og kan gjøre at noen av disse blir aktuelle i miljørisikosammenheng.

Vadefugler er en gruppe som er svært utsatt dersom et oljesøl treffer land. Flere av artene beiter på organismer i flomålet. Det er ikke opparbeidet gode datasett for denne gruppen, noe som bør være et prioritert mål framover. Vaderartene har forskjellige habitatkrav og utbredelse (som andre arter), noe som gjør at noen er mer eller mindre sårbare enn andre arter. Alle vadefugler er lagt inn i **Tabell 2** som gruppe, men det er et sterkt behov for at dette endres gjennom utvikling av egne datasett for denne gruppen.

**Tabell 2.** Arter uegnet til å brukes i kvantitative miljørisikoanalyser. Endringer i kunnskapsgrunnlag eller endringer i utbredelse kan gjøre disse aktuelle.

Pelagisk overflatebeitende sjøfugl	Kystbundne dykkende sjøfugl	Kystbundne overflatebeitende sjøfugl	Fjæretilknyttede arter
Havlire Grålire Gulnebblire Havsvale Stormsvale Fjelljo	Toppdykker Gråstrupedykker Horndykker Dvergdykker Toppand Bergand Kvinand Taffeland Lappfiskand	Hettemåke Dvergmåke Dvergterne Rovterne	Sangsvane Knoppsvane Sædgås Tundragås Gravand Krikkand Knekkand Skjeand Snadderand Stjertand Gråhegre  Alle vadefugler

## 2.2 Bestandsstørrelser

Man kan ikke uten videre anta at en sum av hele datasettet representerer bestandsstørrelsen. Det er flere årsaker til dette. Bestandsstørrelser basert på bestander i hekketida er problematisk, da hekkebestandene utelater ungfugler og ikke-hekkende fugler, samt fugler som oppholder seg i våre farvann men som ikke hekker her. Ved å bruke høyeste antall i koloniene for en femårsperiode, slik det er gjort i dette arbeidet, tas det høyde for variasjon i antallet som går til hekking hvert enkelt år. Antallet ungfugl er imidlertid ikke beregnet inn i bestandstallet. I noen kolonier utgjør dette en vesentlig del av bestanden, mens i andre kolonier med lav produksjon over mange år har en mye lavere ungfuglbestand.

Vi har valgt en løsning for kystdatasettet der man justerer opp bestandstallene til samme nivå som summen av alle registreringene (maks. siste femårsperiode med data) når denne summen er høyere enn bestandsestimatene til SEAPOPOP. Der summen er lavere, bruker vi SEAPOPOP bestandsestimatene. Lavere totalsum kan opptre når deler av bestanden er utenfor våre områder til tider av året (trekkende bestander), og for arter med lav oppdagbarhet, slik at tellingene ikke fanger opp alle individene under f.eks. hekketiden. I SEAPOPOP er det gjort vurderinger rundt bestandstallene som tar høyde for slike forhold (<http://www.seapop.no>).

## 2.3 Flokkstørrelse og aggregering

Sjøfugl samler seg i og ved koloniene i hekkesesongen. Tilknytningen til kolonien er åpenbar i det at de skal produsere unger på land. De møtes også i koloniene for å pare seg, og unge fugler besøker kolonier for å vurdere om de skal etablere seg der. De fleste artene har en nokså streng tilknytning til kolonien når de først har etablert seg der, og de bytter sjeldent koloni (Matthiopoulos et al. 2005, Coulson 2001, Horswill & Robinson 2015). Andre arter har en løsere tilknytning til en bestemt koloni, og kan bytte koloni mellom år, spesielt dersom forholdene i en koloni er dårlige, f.eks. som følge av dårlig mattilgang eller høy predasjon (Bried & Jouventin 2001).

Kolonien er altså et samlingssted med formål å produsere unger, men der fuglene også møtes og danner par, parer seg og sjekker ut kvaliteten på kolonien. Når fuglene så skal finne mat i hekketiden, er de knyttet til områder i nærheten av kolonien med god mattilgang. Koloniene har gjerne eksistert i lang tid, og ligger i områder med gode næringsforhold. For norske kolonier er



dette beskrevet i Sandvik et al. (2016). Når fuglene skal ut og beite flyr de gjerne i flokk ut fra koloniene, og leiter opp områder med fiskestimer i nærområdene. Flokkstrukturen til fuglene varierer med preferansene for hvilke næringsemner de går etter, den romlige strukturen til byttedyrene (f.eks. Bayer 1983, Fauchald et al. 2011, Benoit-Bird et al. 2013) og stadium i hekkesesongen (f.eks. Baird 1994). Beitestrukturen kan også påvirkes av tettheten av sjøfugl i beiteområdet (Beauchamp 2011b, Beauchamp & Ruxton 2017), der økende tetthet gjør at det dannes større flokker opp til et nivå der det i stedet dannes flere flokker. Dynamikken rundt dette er i større grad studert uavhengig av koloniene, i åpent hav (Beauchamp 2011a), mens fugler knyttet til en koloni de skal tilbake til, kan vise andre mønstre (Burke & Montevecchi 2009). Nedbeiting av næringsemner kan også gjøre at de endrer flokkstruktur (se f.eks. Bustnes et al. 2013).

Aktivitet fra andre predatorer og menneskelig aktivitet (fiske) påvirker også beitestrukturen. Særlig de overflatebeitende artene (måker mfl.) følger fiskebåter og sjøpattedyr i aktivitet for å dra nytte av tilgjengeliggjort næring der (Anderwald et al. 2011).

Aggregering i flokker foregår på nokså liten geografisk skala, gjerne innenfor rutestørrelsen som benyttes i analysen (10x10 km). I tillegg aggregerer fuglene på større skala, f.eks. ved barrierer og frontsystemer, slik som eggakanten, polarfronten, iskant o.a. (f.eks. Baird 1994, Fauchald et al. 2000). Kunnskapen vi har om hva som styrer denne formen for aggregering, er ikke tilstrekkelig til å definere spesielle områder som skal vektlegges når vi aggregerer fuglene i analysene. Når flere studier som involverer loggere på sjøfugl publiseres, vil disse kunne bidra til en differensiering av områder som bør vektlegges. Studier basert på denne typen teknologi viser f.eks. at avstanden til viktige beiteområder kan ha betydning for hvilke strategier fuglene velger (Christensen-Dalsgaard et al. 2017, Gremillet et al. 2004), men at variasjonen mellom år kan være betydelig (Pettex et al. 2012). Denne type kunnskap er viktig i forhold til framtidig forbedring av modellene vi bruker til å beregne beiteområdene og aktiviteten der for sjøfugl.

## 2.4 Funksjonsområder rundt koloniene

Hekkende sjøfugl er registrert som punktdata i kolonier. Disse fuglene bruker imidlertid et større eller mindre område rundt kolonien til fødesøk. Forskjellige arter og økologiske grupper bruker områder av forskjellig størrelse rundt koloniene – dvs. aksjonsradiusen varierer. Det gjør den også over tid, både innen en hekkesesong og mellom hekkesesonger, avhengig av variasjon i næringstilgang. Størrelsen på funksjonsområdene er standardisert ut fra økologisk gruppe (**Tabell 3**). De økologiske gruppene (**Tabell 1** og **Tabell 2**) er opprettet på grunnlag av likheter i sårbarhet for ressursene som omfattes av hver gruppe. Samtidig opptre ressursene i hver gruppe relativt enhetlig, og stort sett beiter de på samme trofiske nivå og har tilsvarende fødesøksteknikk. For eksempel er mange av alkefuglene samlokalisert i hekkesesongen.

**Tabell 3.** Oversikt over størrelsen på funksjonsområdene for de forskjellige gruppene av sjøfugl i hekketiden, oppgitt i kilometer. Pelagisk beitende arter omfatter både overflatebeitende og dykkende arter i **Tabell 1** og **Tabell 2**. Det regnes ikke funksjonsområder for fjæretilknyttede arter (se samme tabeller).

	Kystbundne dykkende arter	Kystbundne overflatebeitende arter	Pelagisk beitende arter
Sone 1	5	20	33
Sone 2	10	40	66
Sone 3	15	60	99

## Boks 1: Relaterte metoder og datasett

### Åpent hav

Åpent hav dataene er modellerte data basert på transektdata fra båt. De leveres som antall per 10x10km rute med variasjonsmål, beskrevet utførlig på [www.seapop.no](http://www.seapop.no). Dersom man skal bruke andeler av en bestand for disse dataene, må man ta hensyn til at dataene omfatter fugler fra en rekke bestander, også bestander som hekker i andre land enn Norge, og dekingen geografisk er avgrenset. Det geografiske området er heller ikke likt for de tre sesongene sommer, høst og vinter.

### SEATRACK

Posisjonsloggere på sjøfugl har blitt brukt i økende grad de siste tiårene. Noen av loggerne er basert på nedlastning av data over radio eller satellitt. Andre loggerne må samles inn for å laste ned dataene som er samlet inn av fuglene over kortere eller lengre tid. GPS-loggere har mest blitt brukt til å kartlegge døgnvandring fra koloniene, mens posisjonsloggere med satellittnedlastning og lysloggere (GLS) som krever innsamling av loggerne er brukt til forflytninger over lengre tidsperioder. Informasjon om områdebruk i hekkesesongen basert på GPS-logging kan gi en bedre indikator på hvor store områder som brukes ut fra koloniene i hekkesesongen, og hvor stor variasjonen er gjennom en hekkesesong og mellom år. Denne type informasjon kan brukes til å justere størrelsen og fordelingen inne funksjonsområdene.

GLS-loggere logger daglengde, tidspunkt for når det blir lyst og når det blir mørkt, samt en del ekstra muligheter som f.eks. temperatur, dykkedyp, annen aktivitet og om de er på sjøen eller ikke. Ved å kalkulere daglengde, får man nord-sør posisjon, og ved å se på tidspunkt for når det blir lyst/mørkt kan man beregne midt på dagen og dermed øst-vest komponenten. Temperatur og saltholdighet kan brukes til å korrigere posisjonen, ved å sammenligne med havdata. Posisjonene har ganske lav nøyaktighetsgrad, og kan ikke beregnes ved høst- og vårjevndøgn samt i polarnatta eller med midnattssol. Denne type loggerne brukes derfor primært til storskala forflytninger over lengre tidsperioder.

SEATRACK er et prosjekt under SEAPOP der det er samlet inn GLS-data for en rekke arter i Nord-Atlanteren fra de Brittiske øyer til Novaya Zemlja. I tillegg er det samlet inn en del GLS-data for noen av artene vi følger i SEAPOP-sammenheng gjennom andre prosjekter for noen arter.

Vi har satt grove regler for funksjonsområder rundt koloniene, der kystnære dykkende arter har kortere aksjonsradius enn kystnære overflatebeitende og pelagisk beitende arter. Innenfor hvert funksjonsområde er det tre soner hvor man bruker regler for å fordele fuglene utover i disse sonene, for eksempel 33% i kolonien, og avtagende andel utover i de tre sonene, alternativt resterende andel jevnt fordelt i funksjonsområdene. Fjæretilknyttede arter har ikke definerte funksjonsområder. Valg av standard for dette beskrives i kapittel 3 - Metode og resultater.

Fuglene opptre ikke jevnt fordelt i funksjonsområdene. Vi har tidligere antatt at de helst bruker de nærmeste områdene til kolonien. Denne grove modellen tar ikke hensyn til den klumpete fordelingen sjøfuglene ofte har når de beiter, og heller ikke at de gjentatte ganger gjennom døgnet drar ut til beiteområdene for å finne mat til seg selv og ungene. Fuglene i en koloni vil derfor kunne berøres av influensområdet til en hendelse både i selve kolonien og på beiteturer ut fra kolonien gjentatte ganger i løpet av et døgn og over dager og uker.

## Boks 2: Kombinerte datasett i åpent hav

### Kombinere koloni-, GLS- og transektdata

GLS-data og modellene som er kjørt på transketdata er overlappende informasjon. En viktig side ved dette, er at GLS-dataene kan knytte spesifikke kolonier til bestemte overvintringsområder. Det er satt på GLS-loggere på et utvalg arter og i et utvalg kolonier, slik at dette aspektet vanskelig kan dekke problemstillingen fullstendig. Hvordan disse kan kombineres er arbeid under utvikling, og er ikke tema i dette arbeidet. GLS-dataene for noen bestander og kolonier er tilgjengelig, men det er flere utfordringer i bruken av disse. GLS-data er ikke tilgjengelig for perioden med midnattssol og polarnatt samt ved høst- og vårjevndøgn, og er derfor ikke egnet til å kartlegge aktivitet i disse periodene.

Polarlomvi, lomvi og alke har et svømmetrekk til beiteområdene når ungene hopper fra kolonien. Hannen svømmer sammen med ungen ut til oppvekstområder i åpent hav. GLS-data fra SEATRACK og andre kilder angir høstutbredelsen for lomvi og polarlomvi for en del kolonier, og disse vil etter hvert inneholde informasjon om koloni- og kjønns spesifikk områdebruk. Samtidig er datagrunnlaget for hvilken retning svømmetrekket går relativt dårlig kjent i de fleste koloniene. Ved å kombinere kolonidata og GLS-data, vil man kunne gi et grovt bilde av hvor svømmetrekket går for kolonier med slik informasjon. Dette gjelder de største koloniene for disse artene på fastlandet, samt for et utvalg kolonier på de arktiske øyene.

### Kombinere åpent hav og kystdata

Åpent hav data og kystdata er til en viss grad overlappende i kystsonen, spesielt overlapper funksjonsområdene for pelagiske arter med datasettene for åpent hav. Harmonisere kyst- og åpent hav data er en oppgave som kommer til å bli behandlet i SEAPOP.

## 3 Metode og resultater

Uttesting av forskjellige tilrettelegginger av kystdatasettet ble først gjort i forhold til generelle fordelingsmodeller, og resultatene fra disse ble sammenlignet. Målet med dette var å finne en god og mest mulig generell modell for å representere sjøfuglenes utbredelse til bruk i miljørisikoberegningene.

Til en viss grad illustrerte dette utvalget av modeller forskjeller i aggregering i koloniene. Vi testet derfor ut forskjellige aggregeringsnivåer i neste trinn for et utvalg scenarier og kolonier, for å se om vi kunne utvikle en generell tilnærming der aggregeringen var bakt inn i datasettet på en god måte. Vi testet dette ut mot datasettene over for å se på forskjeller i skadeklassene mellom jevnt fordelte datasett og aggregert utbredelse.

Trinn tre ble utviklet som en konsekvens av at trinn to ikke lot seg generalisere på en god måte. I dette trinnet ble miljørisikoanalysene kjørt for et utvalg fordelinger der 1/3 av individene var i kolonien og resten fordelt på fire tilfeldige ruter. Det ble også utført en test på hvor mange tilfeldige fordelinger som skulle til før variasjonen flatet ut.

### 3.1 Valg av fordelingsmodeller

I forkant av første arbeidsmøte våren 2017, ble det tilrettelagt en rekke datasett basert på samme sjøfuglmateriale (grunnlagsdatasettet) for uttesting av forskjeller i utslag ved miljørisikoanalyser. Av disse datasettene ble alternativ C og D (**Tabell 4**) med beregnet nasjonal andel brukt til videre uttesting, da disse versjonene allerede var i bruk i varierende grad. Datasett med en regional tilnærming ble ikke fulgt opp. Grunnlaget for å sette regionale bestander er svakt ut fra et økologisk perspektiv, da det som regel er vanskelig å avgrense disse ut fra biologiske og økologiske

kriterier. Det finnes noen unntak, f.eks. ærfugl og havhest på Svalbard og fastlandet, men dette kan løses ved å skille slike bestander ut som egne enheter i konsekvens- og miljørisikoanalyser der det er mulig (f.eks. havhest på fastlandet og havhest på de arktiske øyene). Alternativ B (Havmiljømodellen) er tilrettelagt for å beregne viktige områder for sjøfugl, og er mindre egnet for konsekvens- og miljørisikoanalyser da summerte bestandsandeler blir mange ganger større enn 100%, som en følge av at ruteverdiene i funksjonsområdet ikke er justert for antall ruter i funksjonsområdene.

Det ble også utført uttesting av miljørisiko basert på kolonidata. Datasett uten funksjonsområder ble brukt som kontroll (datasett A). Det vil si at i hekketiden ville kun oljesøl som berørte koloniene ha betydning i forhold til bestandstap, og ikke olje i drift gjennom beiteområdene. Formålet med å beregne bestandstap også i funksjonsområdene (altså beiteområdene for fuglene fra kolonien), er nettopp å fange opp skade som fuglene i en koloni ikke berørt direkte av oljedrift og stranding kan være utsatt for.

Etter første arbeidsmøte ble det tilrettelagt ytterligere ett et nytt datasett basert på samme mal som alternativ D, men med en mindre andel av bestanden i selve kolonien, slik at beiteområdene ble vektlagt høyere (alternativ E). Dette ble gjort fordi fuglene er ute og beiter flere ganger i løpet av et døgn, som er minste tidsskala i drivbaneberegningene, og med halvparten av fuglene i kolonien ville dette føre til en underestimering av antallet fugler som potensielt kan berøres i funksjonsområdet.

En siste datamodell ble utviklet etter konkluderende betraktninger rundt områdebruk og avstand fra koloniene. Alternativ F tilsvarer E med 1/3 av fuglene i kolonien, men resten jevnt fordelt i alle havruter i funksjonsområdet.

**Tabell 4.** Alternative løsninger med fordeling i funksjonsområder i hekketiden. Utenom hekketiden presenteres dataene månedsvis uten tilsvarende tilrettelegging i funksjonsområder.

Datasett	Enhet	Fordeling
A – Uten funksjonsområder	Andel av norsk bestand	Alle individer i 10x10 km ruten med kolonien/forekomsten.
B – Havmiljømodellen	Andel av norsk bestand	1/2 i kolonien, 1/2x2/3 i alle ruter i første sone 1/2x1/3x2/3 i alle ruter i andre sone 1/2x1/3x1/3 i alle ruter i tredje sone
C – Havmiljømodellen normalisert til bestand=1	Andel av norsk bestand	1/2 i kolonien, 1/2x2/3 i alle ruter i første sone 1/2x1/3x2/3 i alle ruter i andre sone 1/2x1/3x1/3 i alle ruter i tredje sone Total bestand normalisert til 1
D – Avtagende jevn fordeling, 50% i koloni	Andel av norsk bestand	1/2 i kolonien, 1/2x2/3x1/antall havruter i første sone 1/2x1/3x2/3x1/antall havruter i andre sone 1/2x1/3x1/3x1/antall havruter i tredje sone.
E – Avtagende jevn fordeling, 33% i koloni	Andel av norsk bestand	1/3 i kolonien 2/3x2/3x1/antall havruter i første sone 2/3x1/3x2/3x1/antall havruter i andre sone 2/3x1/3x1/3x1/antall havruter i tredje sone
F – Jevn fordeling, 33% i koloni	Andel av norsk bestand	1/3 i kolonien 2/3/antall havruter i alle soner i funksjonsområdet.

### 3.2 Aggregeringsnivå

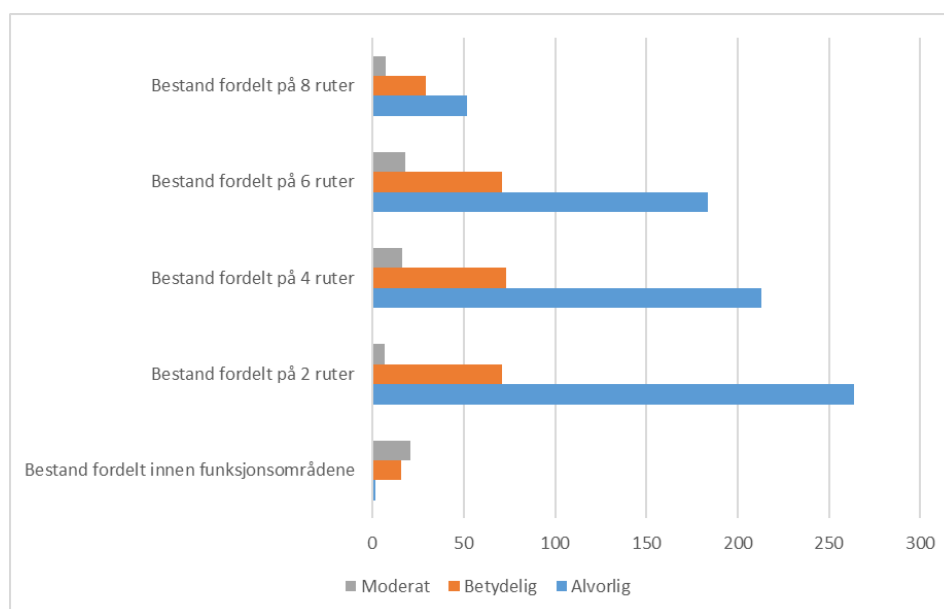
Sjøfugler opptrer i flokk. Dette varierer mellom arter, men også i stor grad med fordeling av byttedyr, med kolonistørrelse og sesong. Ruta med kolonien har alltid mye fugl i seg, men med noe variasjon gjennom døgnet. Når de beiter, kan de gå langt ut i noen tilfeller, kort i andre. Det er vanskelig å se et generelt mønster, og det er ikke nødvendigvis slik at de primært flyr kort. Det vil alltid likevel være flere fugler i områder nærmest kolonien, siden de må gjennom disse for å komme lenger ut. Når de flyr ut til beiteområdene, lander de i liten grad på sjøen før de er kommet ut, og er dermed ikke utsatt for oljesøl i de rutene de flyr over.

Valget av aggregering i beiteområdene ble testet ut på bestanden fordelt på to til åtte ruter utenfor et utvalg kolonier, og sammenlignet med en jevn fordeling tilsvarende alternativ E (1/3 i kolonien, resten fordelt trinnvis utover i alle ruter). Det ble utarbeidet egne, kolonibaserte datasett til dette formålet basert på datasett A. Det ble testet på to forskjellige artsgrupper, pelagiske arter (eksempel-art lunde) og kystnære overflatebeitende arter (eksempel-art gråmåke).

Miljørisikoanalyser ble utført for følgende fordelinger, alle med total bestand lik 1 pr. koloni:

1. Relativ fordeling innen funksjonsområdene iht. nasjonalt datasett, for koloniene Runde, Røst og Gjessværstappan. Datasettet tilsvarer datasett E (Tabell 4).
2. Bestanden i de forskjellige koloniene fordelt på 2 ruter med tre ruters avstand, med plassering av rutene i 287 ulike fordelinger innen funksjonsområdene
3. Som over, men fordelt på 4 ruter
4. Som over, men fordelt på 6 ruter
5. Som over, men fordelt på 8 ruter

Datasettene ble testet mot fire sett av oljedriftsberegninger, hver med én rate og varighet. Maksimalt utslag for de forskjellige datasettene 2 til 5 ble benyttet i sammenligningen, sammen med utslaget for datasett 1. Skalaen i forhold til akseptkriteriet kan vi se bort fra, det er kun de relative sammenligningene som er relevant her.



**Figur 2.** Skade fordelt på skadeklasser ut fra modeller der alle fuglene er fordelt på 2-8 ruter, samt fordeling basert på alternativ E (1/3 i koloniruten og avtagende, jevn fordeling utover i de tre sonene i funksjonsområdet). Skadebildet øker betydelig med reduksjon i antall ruter, spesielt for høyere skadeklasser.

### 3.3 Fordeling i funksjonsområder

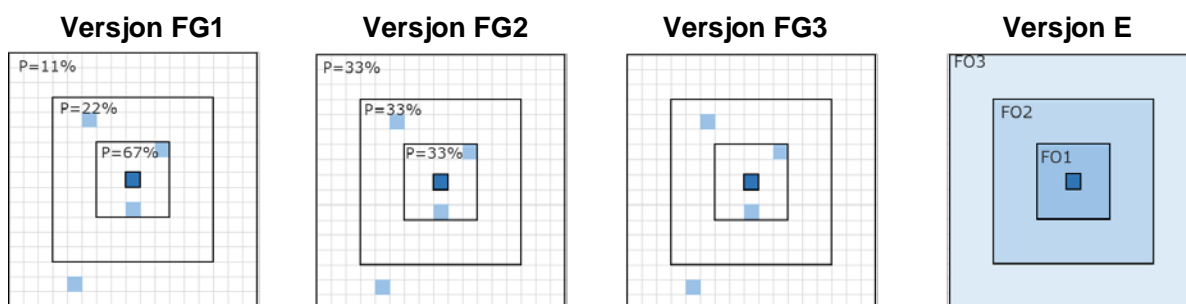
Erfaringene fra foregående analyser viser at en klumpet fordeling av sjøfugl i beiteområdene gir høyere sannsynlighet for skade for de høyere skadeklassene, men bildet er varierende og ikke entydig. Av de fordelingene som ble testet for et utvalg kolonier, ble fordelingen med 1/3 i kolonien og resten fordelt i tilfeldige fire ruter sett på som den mest sannsynlige, basert på at sjøfuglene forekommer relativt aggregert under den daglige beitingen. De kan skifte beiteområder gjennom hekkesesongen, og bruke forskjellige, relativt spesifikke områder (se f.eks. Christensen-Dalsgaard et al. 2017). Dette innebærer generaliseringer av mange situasjoner over tid, og over en rekke arter og kolonier. Likevel er dette en nyttig tilnærming som gir egnet grunnlag for sammenligning av situasjoner som kan oppstå.

Vi testet ut forskjellige tilnærminger med denne fordelingen, altså med 1/3 av fuglene i koloniruten og resten fordelt i fire ruter i funksjonsområdet (**Figur 3**):

- Versjon E er standard fordeling jevnt fordelt mellom rutene.
- Versjon FG1 – 33% i kolonien, av resterende 67% sannsynlighet for å trekke en av de fire rutene i første sone, 22% i neste og 11% i ytre sone.
- Versjon FG2 – 33% i kolonien, av resterende 33% sannsynlighet for å trekke en av de fire rutene i første sone, 33% i neste og 33% i ytre sone. Antallet ruter øker fra innerste til ytterste sone.
- Versjon FG3 – 33% i kolonien, resterende plasseres tilfeldig i fire ruter med lik sannsynlighet for å trekke alle ruter.

Også her vurderte vi dette for to eksempel-arter, pelagisk beitende (f.eks. lunde) med radius på 33, 67 og 100 km, og en kystnær, overflatebeitende art (f.eks. svartbak) med radius på 20, 40 og 60 km i funksjonsområdene. Versjon FG3 ble antatt å være den mest realistiske, basert på at fuglene like gjerne flyr langt ut, for eksempel til eggakanten for å beite, som kortere avstander. Hekkekoloni har 33 % av bestanden og de 4 andre rutene har da 16,75 % av bestanden hver.

Dette ble kjørt for 17 forskjellige scenarier med variasjon i rate og varighet for koloniene Runde, Røst og Gjesværstappan. **Figur 4** viser et eksempel på en sammenligning av de forskjellige metodene for en utblåsning i Norskehavet.



**Figur 3.** Modeller for fordeling av fugl i sonene i funksjonsområdet, der FG1 har minskende sannsynlighet for å trekke de fire rutene utover i sonene (fra 67% til 11%), Fg2 der sannsynligheten er lik for at de skal trekkes i de tre sonene (33% i hver sone), og FG3 der alle ruter har lik sannsynlighet for å trekkes. Versjon E er løsningen med jevn fordeling avtagende utover.





**Figur 4.** Eksempel på bestandstap for de forskjellige versjonene av fordelingen av de fire rutene, der FG1 har minskende sannsynlighet for å trekke de fire rutene utover i sonene i funksjonsområdet, FG2 der sannsynligheten er lik for at de skal trekkes i de tre sonene og FG3 der alle ruter har lik sannsynlighet for å trekkes. E er avtagende jevn fordeling i rutene. Grafen nede til venstre viser at jevn fordeling (E) underestimerer høyere bestandstap og overestimerer de lavere klassene i forhold til FG3. Eksemplet er basert på blowout i Norskehavet..

En sammenstilling av kjørte scenarier viser at det er stor variasjon i resultatene (**Tabell 5**. Sannsynlighet for bestandstap i ulike tapskategorier vist som forholdstallet mellom jevn fordeling (E) i rutene og klumpet fordeling med 1/3 fordelt i kolonien og resten fordelt i fire tilfeldige ruter (FG3). Forholdstall > 1 angir lavere bestandstap for jevn fordeling mens <1 angir høyere bestandstap for jevn fordeling vs klumpet. Gjennomsnittet av resultatene er vist med standardfeil i **Figur 5**. Generelt underestimeres sannsynligheten for store bestandstap (>20 %) når man bruker jevn fordeling, men variasjonen er stor. Merk at variasjonen er oppgitt som standardfeil i **Figur 5**.

**Tabell 5.** Sannsynlighet for bestandstap i ulike tapskategorier vist som forholdstallet mellom jevn fordeling (E) i rutene og klumpet fordeling med 1/3 fordelt i kolonien og resten fordelt i fire tilfeldige ruter (FG3). Forholdstall > 1 angir lavere bestandstap for jevn fordeling mens <1 angir høyere bestandstap for jevn fordeling vs klumpet. Gjennomsnittet av resultatene er vist med standardfeil i **Figur 5**.

Utført av	Koloni	Type	Rate (tonn)	Varighet (dager)	0-1%	1-5%	5-10%	10-20%	20-30%	30-100%
Acona		Subsea	7900	2	0,91	0,46	0,69	1,92	17,62	0,18
Acona		Subsea	7900	5	0,92	0,48	0,54	1,28	4,24	1,35
Acona		Subsea	7900	14	1,65	0,33	0,42	1,06	1,48	1,74
Acona		Subsea	7900	35	-	0,68	0,30	0,62	0,99	2,03
Acona		Subsea	7900	77	-	-	-	0,69	0,69	1,27
Acona		Subsea	7900	2-77	0,97	0,45	0,55	1,16	1,20	1,45
DNVGL		Blowout			0,40	0,62	1,20	1,42	1,34	1,05
DNVGL		Prosessustslipp	500		0,87	0,66	1,67	1,75		
Akvaplan-niva <sup>1</sup>	Runde	Subsea	2200	63	1,60	0,31	0,49	2,44		
Akvaplan-niva <sup>2</sup>	Runde	Subsea	8186	75	1,00	1,00	0,46	0,80	0,98	
Akvaplan-niva <sup>3</sup>	Runde	Subsea	8186	15	1,50	0,53	0,52	1,67	4,22	
Akvaplan-niva <sup>4</sup>	Runde	Subsea	2500	15	1,02	0,80	0,67	1,25		
Akvaplan-niva <sup>5</sup>	Røst	Subsea	5655	2	0,96	2,13				
Akvaplan-niva <sup>6</sup>	Røst	Subsea	11319	62	1,33	0,50	0,76	1,00	1,48	
Akvaplan-niva <sup>7</sup>	Gjesvær	Subsea	1000	70		0,67	0,68	0,98	1,32	1,00
Akvaplan-niva	Gjesvær	Subsea	2500	12	0,99	0,86	6,00	2,00		
Akvaplan-niva <sup>8</sup>	Gjesvær	Subsea	4200	5	0,98	1,18	1,40			

<sup>1)</sup> For fordelt og FG3, 0 og 164 i BT 20-30, og 27 og 0 i BT > 30

<sup>2)</sup> For fordelt og FG3, 0 og 32 i BT > 30

<sup>3)</sup> For fordelt og FG3, 0 og 1 i BT > 30)

<sup>4)</sup> For fordelt og FG3, 0 og 2 i BT 20-30)

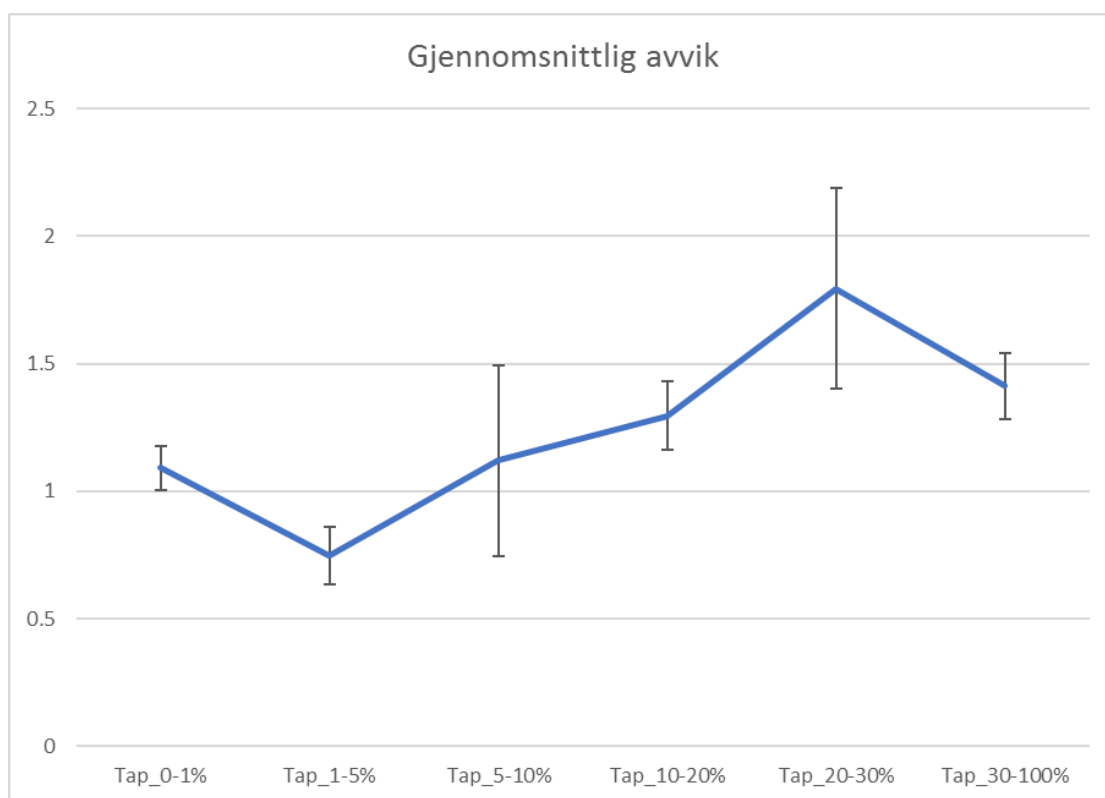
<sup>5)</sup> For fordelt og FG3, 0 og 3 i BT 5-10, og 0 og 1 i BT 10-20)

<sup>6)</sup> For fordelt og FG3, 0 og 4 i BT > 30)

<sup>7)</sup> For fordelt og FG3, 0 og 2 i BT 0-1)

<sup>8)</sup> For fordelt og FG3, 0 og 2 i BT 20-30)





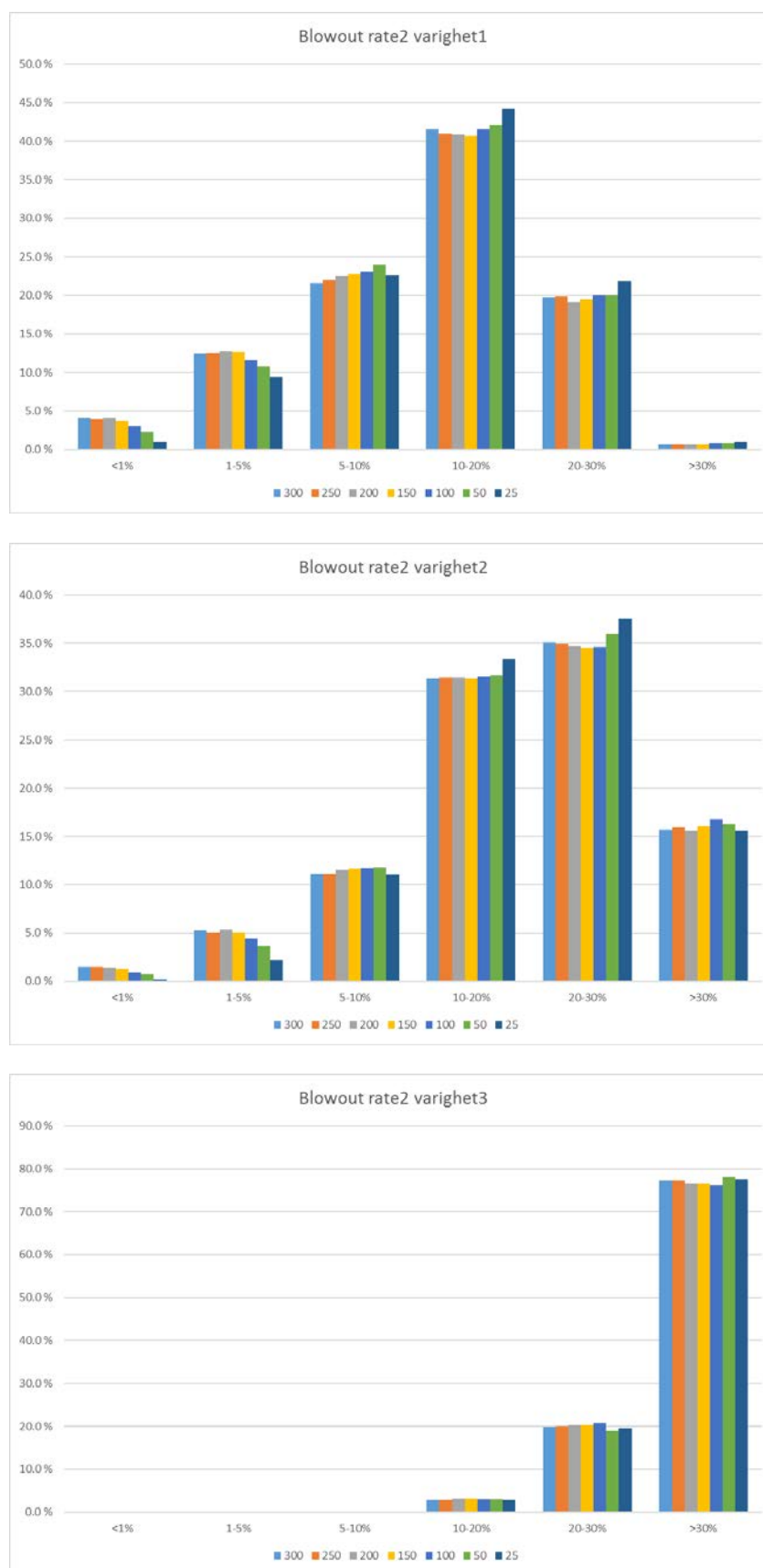
**Figur 5.** Avvik i bestandstap med  $\pm$  standardfeil for estimatene for eksemplene vist i **Tabell 5**. Verdien 1 vil si samme sannsynlighet for tap i begge versjoner, lavere enn 1 vil si lavere sannsynlighet for tap for klumpet fordeling, større enn 1 høyere sannsynlighet for tap.

### 3.4 Antall simuleringer av fordeling

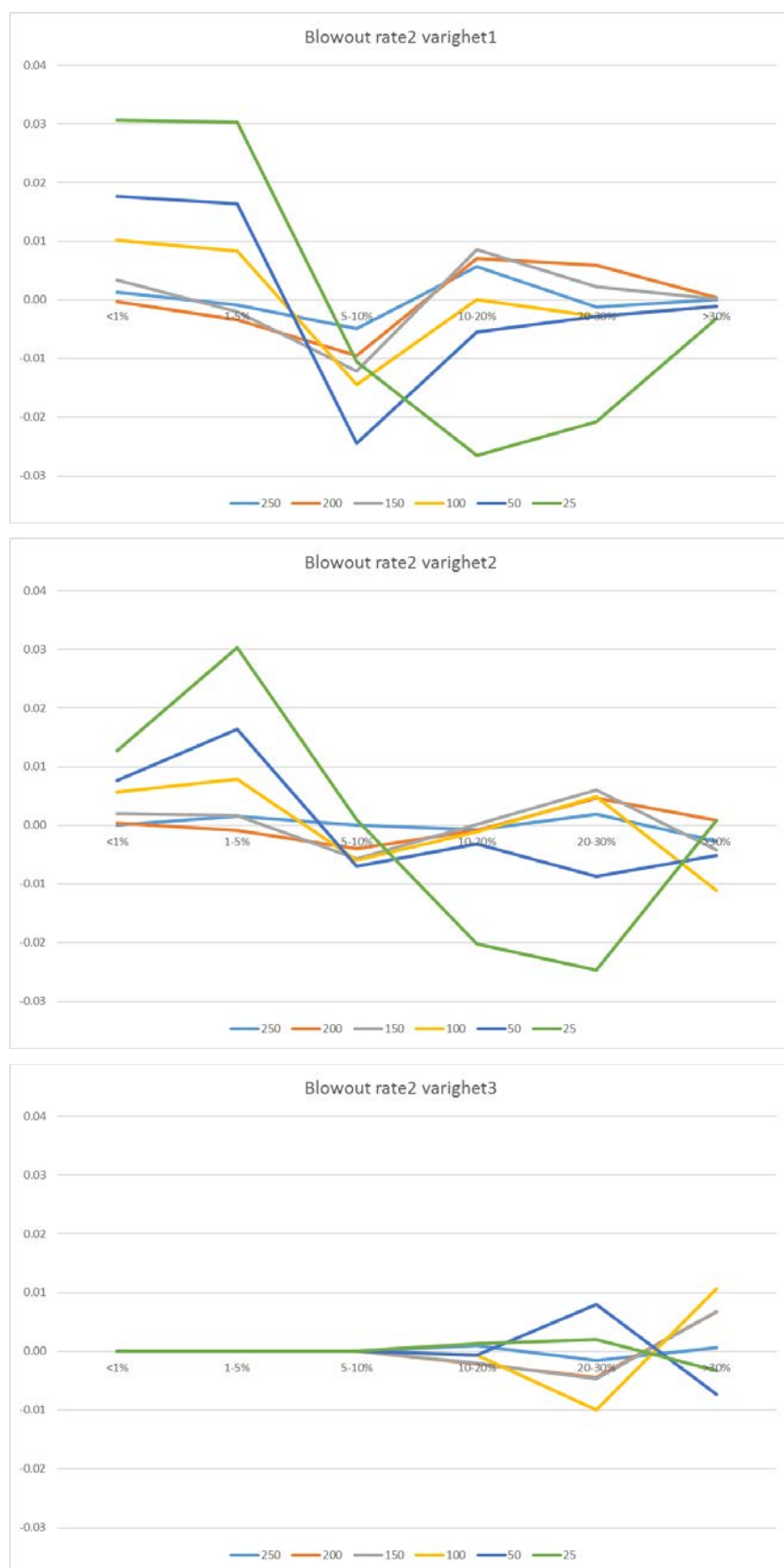
For å avgrense antall kjøring ved tilfeldig uttrekk av fire ruter i funksjonsområdet (versjon FG3), sammenlignet vi bestandstap i de forskjellige tapskategoriene. Det ble utført en test av effekten av antall tilfeldig trukket fordelinger, fra 25 til 300. Avviket i bestandstap fra høyeste antall kjøring (300) var nede på et tilfredsstillende nivå med 100 trekninger (Se **Figur 6** og **Figur 7**, **Tabell 6**). 100 tilfeldige fordelinger ble derfor valgt som norm.

**Tabell 6.** Avvik i bestandstap i forhold til maksimalt antall kjøring for 25 til 300 uttrekk av fire ruter. 1,5 % avvik i forhold til 300 kjøring ble ansett som tilfredsstillende (100 kjøring).

Antall datasett	Avvik i forhold til 300 datasett
25	3,1%
50	2,4%
100	1,5%
150	1,2%
200	1,0%
250	0,6%
300	0



**Figur 6.** Variasjon i bestandstap med 25 til 300 uttrekk av fire ruter. 100 uttrekk ble vurdert å være akseptabelt.

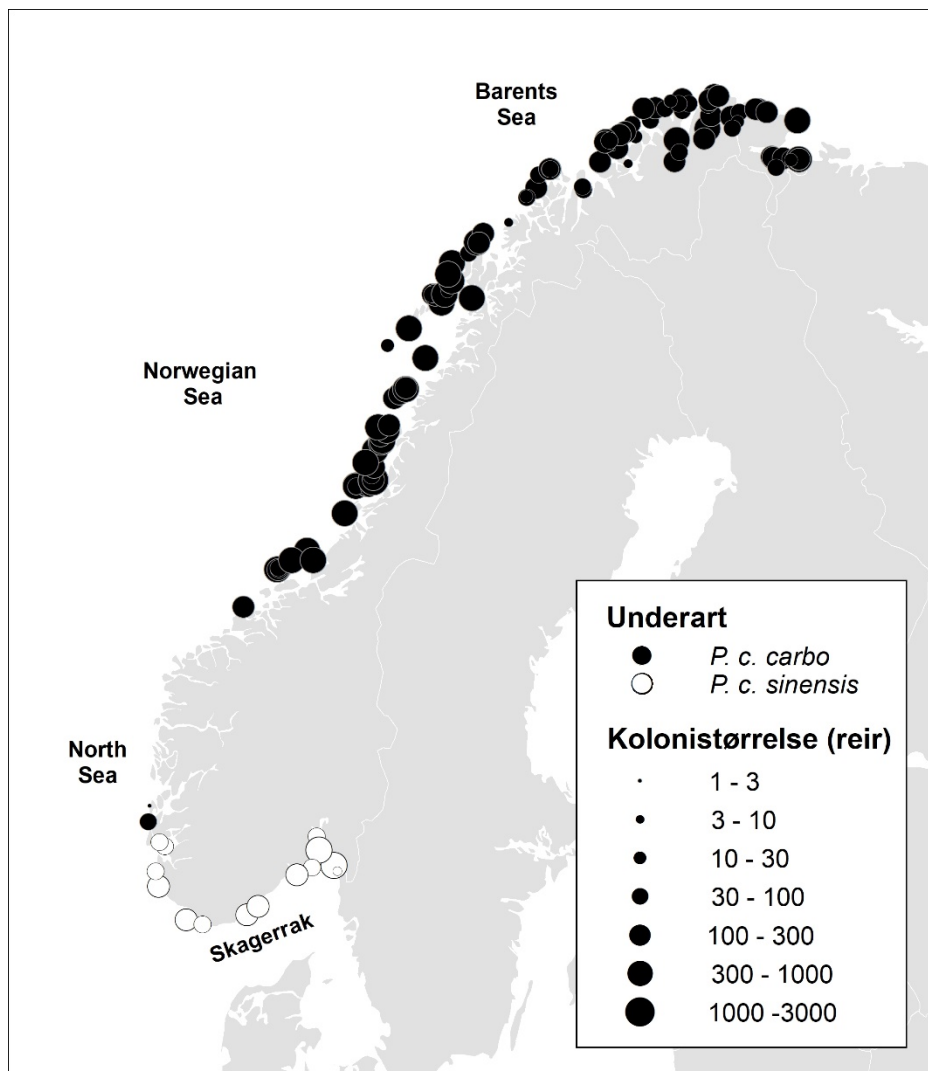


**Figur 7.** Avvik i bestandstap i forhold til maksimalt antall kjøringar for 25 til 300 uttrekk av fire ruter. 1.5% avvik i forhold til 300 kjøringar ble ansatt som tilfredsstillende (100 kjøringar).

## 4 Diskusjon

### 4.1 Bestandstilhørighet

Bestandstilhørighet er et komplisert tema. Hos noen arter finnes det avgrensede bestander med underartsstatus. I Norge finnes det eksempler på dette hos blant annet storskarv (*Phalacrocorax carbo* ssp. *sinensis* og ssp. *carbo*, der *sinensis* er innvandret i nyere tid (**Figur 8**). Disse er i utgangspunktet distinkte bestander per dags dato, men vi vet ikke hva som skjer når de møtes i felles hekkeområder. Et annet eksempel er sildemåke *Larus fuscus*, der ssp. *intermedius* hekker i store deler av landet, mens den østlige underarten ssp. *fuscus* hekker i nord. Der disse underartene overlapper geografisk, finnes det både blandede kolonier og kolonier som tilsynelatende virker å være rene *L.f. fuscus*. Andre eksempler er ærfugl, der den nordlige og østlige underarten *Somateria mollissima borealis* overvintrer langs norskekysten sammen med nominatunderarten *S.m. mollissima*, og havhest, der det finnes en liten bestand langs fastlandskysten samt en stor bestand på de arktiske øyene. For havhest er det ikke definert egne underarter, men det kan likevel være genetiske forskjeller mellom bestandene. Andre arter er nokså like genetisk, slik at det er vanskelig å definere egne genetisk isolerte bestander som f.eks. for lunde.



**Figur 8.** Fordeling av storskarv *Phalacrocorax carbo* ssp. *carbo* og ssp. *sinensis*

I tillegg er ikke norske sjøfugl isolert fra andre nasjoners bestander. Vi velger likevel å analysere dataene i forhold til den nasjonale bestanden. Dette er en pragmatisk angrepsvinkel som kan endres dersom man får ny kunnskap om genetiske forskjeller i mellom bestandene.

Store sjøfuglkolonier er sårbare i seg selv. Store endringer i antall og bestandsstruktur i en koloni kan endre forutsetningene for sjøfuglene som hekker der dramatisk. Dette går på valg av beskyttede hekkeplasser, fragmentering av kolonien (tetthet) og andre faktorer som det er vanskelig å ha kontroll over. Av den grunn kan det være nyttig å se på miljørisiko for de store koloniene spesielt, dersom de berøres kraftig. Dette gjelder for mange av nøkkellokalitetene i SEAPOP-systemet (**Figur 1**), men ikke bare for disse. Fordelen med nøkkellokalitetene, er at man samler inn viktige demografiske data for et utvalg arter i disse koloniene, slik som bestandstrender, voksenoverlevelse, hekkesuksess/produksjon. Det gjør at man kan skille mellom betydningen av hendelser for de forskjellige koloniene basert på trender og evne til restitusjon, eller i forhold til fare for utdøing lokalt.

Noen bestander er i randsonen av sin utbredelse i Norge, det vil si at vi har en svært liten andel av den internasjonale bestanden av enkelte arter. Noen hekker i lavt antall, andre overvintrer fåtallig og mer eller mindre tilfeldig. Det er lite hensiktsmessig å bruke disse artene i miljørisikoanalyser med nasjonale andeler, da de da vil bli gitt en uforholdsmessig stor vekt i analysene. Samme forhold kan også gjelde dersom man bruker regionale andeler, og arten i liten grad finnes i den aktuelle regionen.

## 4.2 Regionale, nasjonale og kolonispesifikke bestander

De viktigste områdene for hekkende sjøfugl i Norge ligger i nord. De aller fleste store fugleffjellene finnes fra Helgelandskysten og nordover, spesielt for pelagisk beitende arter. I Sør-Norge dominerer i større grad kystnære arter. Ved bruk av regionale bestandsandeler, vil derfor områder i sør med relativt små kolonier av de pelagiske artene, vektas uforholdsmessig høyt sett i forhold til områder i nord. Man vil også få en del pussige artefakter der kolonier ligger tett på grenser mellom regionene. For kystnære arter er bildet noe mer sammensatt, og bruk av regioner vil der ikke gjøre så stor forskjell.

En annen mulig løsning hadde vært å se på totale bestandsandeler for f.eks. Nord-Atlanteren, med andre grenseverdier for skadeklassene enn ved bruk av nasjonale andeler. Der det er stor sammenblanding av norske og andre lands bestander i våre havområder, kan dette være hensiktsmessig. Imidlertid er denne blandingen av bestander størst utenom hekketiden, og i områder som ligger langt fra norske kystområder. Største problemet med dette finnes i Skagerrak, der både norske og britiske bestander opptrer på vinteren, og i store områder i nord, der russiske bestander blandes med norske. Et problem er at vi ikke har tilgang på like gode data som på nasjonal skala fra alle landene rundt oss, et annet er hvor store områder som skal inkluderes i analysene. Man kommer uansett ikke utenom en kvalitativ diskusjon av slike problemer, uavhengig av løsning, noe som bør være et krav til konsulenter som skal utføre relevante oppdrag.

Bruk av nasjonale andeler inn i miljørisikoanalyser er en enhetlig angrepsvinkel som gir grunnlag for sammenlignbare resultater mellom forskjellige felter og scenarier i norske farvann. Grenseverdiene for alvorlighetsgrader må justeres i forhold til regionale analyser. Bakdelen med nasjonale andeler, er at regionalt viktige forekomster vil bli underkommunisert i analysene, spesielt for arter der hoveddelen av fuglene hekker i andre regioner. Alkefugl på Vestlandet vil for eksempel komme i skyggen av de store antallene i Nord-Norge.

## 4.3 Ikke-hekkende deler av bestander

Ikke-hekkende fugler ved koloniene dekkes ikke i datasettene som benyttes. Den ikke-hekkende delen av bestanden består av to viktige grupper, den ene er unge individer som ennå ikke har startet å reprodusere, og den andre er voksne individer som står over hekkingen det gjeldende

året. Andelen ikke-hekkende fugler er dermed en funksjon av alderssammensetning blant fuglene tilknyttet en koloni, tilstanden til fuglene som er reproduktive og tilgang til hekkeplasser. I kolonier der det ikke har blitt produsert unger over en periode vil den ikke-hekkende andelen være lavere enn i kolonier der det har vært produksjon. De fleste sjøfuglartene starter å hekke relativt seint, slik at andelen av unge fugler kan være ganske høy.

Det tas det ikke hensyn til i nåværende metodikk, men aspektet med forskjeller mellom statusen til de berørte nøkkellokalitetene tar dette opp i seg til en viss grad, siden det i disse analysene tas hensyn til demografiske parametere (hekkesuksess, voksenoverlevelse med mer).

#### 4.4 Funksjonsområder og aggregering

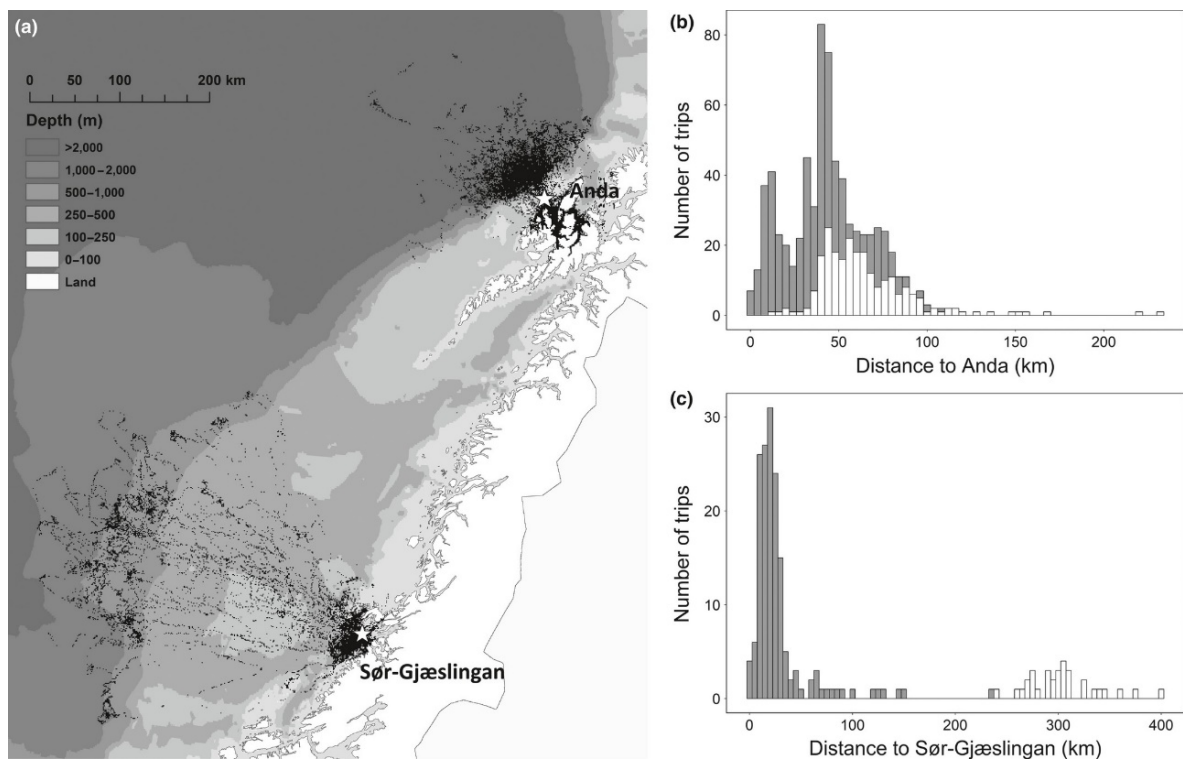
Funksjonsområdene er generaliseringer som skal dekke et mangfold av kolonier. Variasjonen i beiteområdene mellom kolonier er ikke tatt hensyn til, heller ikke variasjoner mellom år. Christensen-Dalsgaard et al. (2017) viser at området fuglene bruker er ganske forskjellige i utstrekning for fugler fra forskjellige kolonier (**Figur 9**). Pettex et al. (2012) viser noe av det samme for to havsulekolonier, og påpeker også relativt store forskjeller mellom år. Ved hjelp av GPS-loggere påviste de beiteturer på gjennomsnittlig 89, 191 og 155 km tre påfølgende år ut fra Gjesværstappan, og 115 og 86 km for to påfølgende år ut fra Store Ulvøyholmen i Lofoten. Ponchon et al. (2014) viste dessuten at beiteturene var mye lenger hos krykkje på Hornøya etter klekking i 2011, fra under 100 km i rugeperioden til mer enn 400 km i noen tilfeller i tidlig ungeperiode (**Figur 9**). Dette har også betydning for hvilke tilnærminger man gjør i forbindelse med aggregering. En framtidig vurdering bør ta for seg endringer gjennom hekketiden, og variasjoner mellom år.

Denne type kunnskap har vi for et fåtall kolonier, og vi velger derfor å beholde den generelle tilnærmingen i tilretteleggingen av dataene. Målet må likevel være å dra nytte av denne kunnskapen framover gjennom modeller som tar hensyn til f.eks. avstand til viktige beiteområder. Dette vil bli ivarettatt av prosjekter som er startet opp i SEAPOP ([www.seapop.no](http://www.seapop.no)).

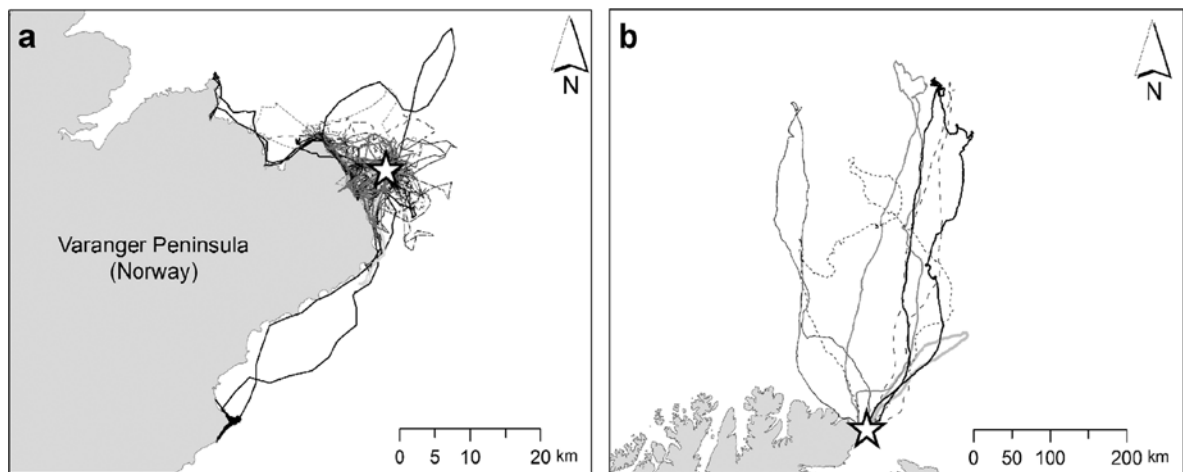
På generell basis viser dette at fuglene like gjerne kan dra langt ut fra kolonien som kortere, og at dette kan endre seg gjennom hekkesesongen og mellom år. Det er mindre hold for en antagelse om at fuglene bruker soneringen ut fra koloniene i avtagende grad. En fordeling med 33% i kolonien og resten jevnt fordelt (alternativ F i **Tabell 4**) er derfor foretrukket før alternativ E.

Variasjonen mellom forskjellige utslippsscenarioer er stor, men det er en klar tendens samlet sett til at de høyere skadeklassene er underestimert ved å benytte en jevn fordeling av fugl i soner ut fra kolonien (**Figur 5**). Basert på alle tester som er gjennomført, er trenden at sannsynlighet for høye bestandstap underestimeres for datasett med jevn fordeling. Det er stor diversitet i resultatene, blant annet fordi det er sett på ulike oljetyper, utslippslokasjoner, utslippsrater og -varigheter samt avstand til kolonier. Det er derfor vanskelig å kompensere for dette ved å sette en «mellomfaktor» med sikkerhet i tallverdiene nå.

En hensiktsmessig løsning er å kjøre 100 simuleringer av utbredelsen til fuglene i fire tilfeldige ruter innenfor funksjonsområdet. Dette gjøres i så fall kun i kolonier som berøres i betydelig grad, og med et spesielt fokus på nøkkellokaliteter i SEAPOP (**Figur 1**). Årsaken til dette, er at i slike mer omfattende analyser, kan man ta høyde for demografiske prosesser som er kolonispesifikke, og inkludere dette i beregningen av skadebildet. Data innsamlet gjennom SEAPOP kan gjøres tilgjengelig for slike formål. Store kolonier som ligger mellom nøkkellokalitetene, kan eventuelt inkluderes, og demografiske data for de nærmeste nøkkellokalitetene kan midles for bruk også på disse koloniene.



**Figur 9.** Beiteområder for to forskjellige krykkjekolonier Fuglene fra Andøya har mye kortere vei ut til eggakanten enn de på Sør-Gjæslingan. Figur hentet fra Christensen-Dalsgaard et al. (2017). (License [creativecommons.org/licenses/by/4.0/](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)).



**Figur 10.** Beiteturer registrert med GPS-loggere på hekkende krykkjer på Hornøya (hvit stjerne) under (a) rugefasen (n=8 individer) (b) tidlig ungefase (n=6 individer). Figur hentet fra Ponchon et al. 2014. (License - [creativecommons.org/licenses/by/3.0/](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/)).

## 5 Konklusjoner

Vi anbefaler bruk av nasjonale andeler i alle områder, da dette vil gi et sammenlignbart analysegrunnlag nasjonalt.

Analysene kjøres med 33 % av bestandene i ruten med kolonier, og øvrige jevnt fordelt i havrutene i funksjonsområdet, uavhengig av sonering. Dette tilsvarer Alternativ F i **Tabell 4**.

Der store kolonier berøres i vesentlig grad, anbefaler vi at det kjøres egne analyser for disse koloniene, basert på en fordeling med 1/3 i kolonien og resten fordelt i fire tilfeldige ruter med 100 tilfeldig fordelte datasett. Det tas hensyn til demokratiske forhold i enkeltkoloniene, basert på data fra nøkkellokaliteter i SEAPOP (**Figur 1**). Vi anbefaler også at en del andre store kolonier vurderes, og at variabler som går inn i analysen for disse hentes fra nærmeste SEAPOP nøkkellokalitet. Prosedyren kjøres når forventet oljemengde for alle oljedriftsberegningene i de aktuelle koloniene overstiger en viss mengde, eller tilsvarende kriterier for alvorlighetsgrad. Dette gjøres for de økologiske gruppene med funksjonsområder opp til 60 og 99 km, det vil si kystbundne overflatebeitende arter og pelagisk beitende arter, både overflatebeitende og dykkende arter.

Kriterier for å gjøre kolonispesifikke analyser behandles i eget prosjekt, men mulige valg er kort skissert under kapittel 6.



## 6 Anbefalte prosedyrer

Anbefalt generell prosedyre baserer seg på analysert materiale og konsensus i arbeidsgruppen rundt dette:

- Alle analyser gjennomføres som standard med nasjonale datasett.
- Tiden for hekking defineres slik at 50 % av hekkebestand ankommer/forlater kolonien i måneden før og etter hekkesesongen.
- Sjøfugldataene oppgis som andel av nasjonal bestand i 10x10 km ruter.
- Funksjonsområder beregnes etter hvilken aksjonsradius de forskjellige artene normalt regnes å ha. Pelagisk beitende arter er gitt å bruke ut til 100 km, kystbundne arter ut til 60 km og kystnære dykkende arter ut til 15 km.
- I hekketiden plasseres 1/3 av fuglene tilhørende en koloni i ruten med kolonien, resterende andel fordeles jevnt innenfor funksjonsområdene til de aktuelle artene. Kun havruter benyttes i denne beregningen. Dette tilsvarer alternativ F i **Tabell 4**.

I tillegg oppdateres datasett for hekketiden som oppgir antall individer på koloninivå i et utvalg kolonier basert på nøkkellokalitetene i SEAPOP (**Figur 1**). Disse datasettene brukes til å beregne antallet i koloniruten som 1/3, og resten tilfeldig fordelt i fire ruter. Anbefalt prosedyre når sannsynligheten for at store kolonier treffes av oljedrift er som følger:

- NINA genererer kolonispesifikke datasett for nøkkellokalitetene og trend-data for nøkkellokalitetene.
- Beste uttrykk for fordeling er 33 % i ruten med kolonien og øvrig andel fordelt tilfeldig i 4 ruter innen funksjonsområdet.
- Det genereres datasett med 100 tilfeldige fordelinger i henhold til fordelingen identifisert gjennom prosjektet (33 % i ruten med kolonien, resterende andel fordelt tilfeldig i 4 ruter). Dette må gjøres på nytt ved hver oppdatering.
- Basert på gitte kriterier (NINA forslag – innspill fra NOROG og MDir) gjennomføres kolonispesifikke analyser i tillegg til analyser på nasjonale datasett for store kolonier, primært nøkkellokalitetene i SEAPOP, men også store kolonier mellom disse. De kolonispesifikke analysene gjennomføres for de 100 tilfeldige fordelingene på kolonier som tilfredsstiller kriteriene.

Erfaringer samles inn i løpet av 2018, som grunnlag for å vurdere tallfesting og anvendelse av en «mellomfaktor», evt. om behovet vil falle bort som en funksjon av en overgang til ERA Acute. Kriterier for å gjøre kolonispesifikke analyser behandles i eget prosjekt, men kriterier som har vært behandlet følger under:

- Kombinasjon av sannsynlighet for treff og mengde olje.
- Miljørisiko i betydelig eller alvorlig miljøskadekategori.
- Størrelse på koloniene som nyttes i analysene bør være over et gitt nivå, men må sees i lys av foregående punkt. Nøkkellokaliteter med relativt små bestander kan være viktige som eksempler i regionen som berøres.

Resultatet fra de detaljerte studiene bør gå inn i vurderinger knyttet til oljevern og fokusområder. Hvis det er 2 eller flere kolonier som overskrider grenseverdien, ble det diskutert at kanskje alle burde inkluderes i en kolonispesifikk vurdering.

Følgende datasett tilrettelegges og bør benyttes i konsekvens- og miljørisikoanalysene:

1. Datasett med funksjonsområder rundt koloniene i hekketiden, oppgitt som nasjonal andel. Fuglene i kolonien er fordelt med 1/3 i ruten hvor kolonien ligger og resterende 2/3 jevnt fordelt i havrutene innenfor funksjonsområdene til de enkelte artene. Utenom hekketiden oppgis nasjonal andel for de respektive artene i hver rute. Forekomstene er oppgitt på månedsbasis (datasett F i **Tabell 7**).
2. Datasett for et utvalg kolonier i hekketiden basert på NINA's nøkkellokaliteter, oppgitt som antall individer (datasett G i **Tabell 7**). Datasettene brukes til å beregne fordeling av fuglene i funksjonsområdet til de enkelte artene (datasett H i **Tabell 7**). 1/3 av fuglene plasseres i kolonien til enhver tid, resterende fordeles på fire ruter i funksjonsområdene uavhengig av avstand fra kolonien. Denne prosessen kjøres for hundre tilfeldige fordelinger i fire ruter.
3. Bestandstabell for nasjonale og regionale bestander i Norge (datasett I i **Tabell 7**).
4. Tabell for bestandstrender, voksenoverlevelse og hekkesuksess i nøkkellokalitetene til SEAPOP (datasett J i **Tabell 7**). For kolonier og arter uten slike data, oppgis generelle verdier for artene.

**Tabell 7.** Dataene oppgis som andel av norsk bestand. Bestandstabeller (I) etableres på SEAPOP sine hjemmesider for nedlasting, sammen med datasettene F og G. Datasettene F samt G i kombinasjon med H anbefales brukt til konsekvens- og miljørisikoanalyser for kysten. Ved bruk av G og H anbefales 100 tilfeldige uttrekk av fire ruter i funksjonsområdene.

Datasett	Enhet	Forklaring
F - Heldekkende datasett for sjøfugl fordelt på årets måneder	Andel av norsk bestand	I Hekkesesongen fordeles 1/3 i kolonien, 2/3x1/antall havruter i alle havrutene i funksjonsområdene for de respektive artene.
G - Kolonidata for SEAPOP nøkkellokaliteter samt et utvalg store kolonier mellom disse	Antall individer	Antall individer for nøkkelarter i koloniene, det vil si arter det finnes livshistoriedata for.
H - Funksjonsområder for nøkkellokaliteter	Fordelingsnøkkel	1/3 i kolonien, resterende i fire tilfeldige ruter i hele funksjonsområdet (kun havruter). Datasettet benyttes sammen med kolonidatasettet til å simulere utbredelse basert på 100 tilfeldige fordelinger i fire ruter innenfor funksjonsområdet.
I - Bestandstabeller	Bestandsstørrelse i Norge	Nasjonal bestand, samt bestander fordelt på havområder
J - Trenddata SEAPOP	Bestandsendring Hekkesuksess Voksenoverlevelse	Trenddata for arter som er dekket i de respektive koloniene gjennom årlig overvåkning i nøkkellokalitetene i SEAPOP

## 7 Referanser

- Anderwald, P., Evans, P.G.H, Gygax, L. & Rus Hoelzel, A. 2011. Role of feeding strategies in seabird – minke whale associations. *Mar Ecol Prog Ser* 424: 219-227. doi: 10.3354/meps08947.
- Baird, P.H. 1994. Black-legged Kittiwake (*Rissa tridactyla*). In: *The Birds of North America*, No. 92 (A. Poole and F. Gill, Eds.), Philadelphia: The Academy of Natural Sciences; Washington, D.C.:The American Ornithologists' Union.
- Bayer, R.D. 1983. Black-Legged Kittiwake Feeding Flocks in Alaska: Selfish/Reciprocal Altruistic Flocks? *Jour Field Orn* 54-2: 196-199.
- Beauchamp G. & Ruxton, G.D. 2014. Frequency-dependent conspecific attraction to food patches. *Biol. Lett.* 10: 20140522. <http://dx.doi.org/10.1098/rsbl.2014.0522>.
- Beauchamp, G. 2011a. Fit of aggregation models to the distribution of group sizes in Northwest Atlantic seabirds. *Mar Ecol Prog Ser* 425: 261–268, doi: 10.3354/meps09022.
- Beauchamp, G. 2011b. Functional relationship between group size and population density in Northwest Atlantic seabirds. *Mar Ecol Prog Ser* 435: 225-233. doi: 10.3354/meps09239.
- Benoit-Bird KJ, Battaile BC, Heppell SA, Hoover B, Irons D, et al. 2013. Prey Patch Patterns Predict Habitat Use by Top Marine Predators with Diverse Foraging Strategies. *PLoS ONE* 8(1): e53348. doi:10.1371/journal.pone.0053348.
- Bried, J. & Jouventin, P. 2001. Kap. 9 - Site and Mate Choice in Seabirds. In: Schreiber, E.A. and Burger, J. (eds.) 2001. *Biology of Marine Birds*, CRC Marine Biology Series, pp. 263-306.
- Brude, O.W., Madsen, M., Skov, H. Mortensen, J.B., Rudberg, A., Aarnes, Ø. & Østbøll, H. 2016. MARAMBS Risk Assessment demonstrator. DNV GL AS Oil & Gas Report no. 2016-0886, Rev. 00, Document no. 1114XM4Q-6.
- Burke C.M. & Montevecchi W.A. 2009. The foraging decisions of a central place foraging seabird in response to fluctuations in local prey conditions. *Journal of Zoology* 278 (2009) 354–361. doi:10.1111/j.1469-7998.2009.00584.x
- Bustnes, J.O.; Systad, G.H. & Ydenberg, R.C. 2013. Changing distribution of flocking sea ducks as non-regenerating food resources are depleted. *Mar Ecol Prog Ser* 484: 249-257. DOI: 10.3354/meps10339.
- Christensen-Dalsgaard S., May R. & Lorentsen S-H. 2017. Taking a trip to the shelf: Behavioral decisions are mediated by the proximity to foraging habitats in the black-legged kittiwake. *Ecol Evol.* 2017;00: 1–14. <https://doi.org/10.1002/ece3.3700>.
- Coulson, J.C. 2001. Kap. 4 – Colonial Breeding in Seabirds. In: Schreiber, E.A. and Burger, J. (eds.) 2001. *Biology of Marine Birds*, CRC Marine Biology Series, pp. 87-114.
- Fauchald P., Erikstad K.E. & Skarsfjord, H. 2000. Scale-dependent predator–prey interactions: the hierarchical spatial distribution of seabirds and prey. *Ecology* 81: 773–783.
- Fauchald, P., Skov, H., Skern-Mauritzen, M., Hausner, V.H., Johns, D. & Tveraa, T. 2011a. Scale-dependent response diversity of seabirds to prey in the North Sea. *Ecology*, 92(1), 2011, pp. 228–239.
- Fauchald P., Skov, H., Skern-Mauritzen, M., Johns, D. & Tveraa, T. 2011b. Wasp-Waist Interactions in the North Sea Ecosystem. *PLoS ONE* 6(7): e22729. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0022729>.
- Horswill, C. & Robinson R.A. 2015. Review of seabird demographic rates and density dependence. JNCC Report No. 552. Joint Nature Conservation Committee, Peterborough.
- OLF 2007. Metode for miljørettet risikoanalyse (MIRA) - revisjon 2007. Oljeindustriens Landsforening rapport.
- Pettex, E., Lorentsen, S.-H., Gremillet, D., Gimenez, O., Barrett, R.T., Pons, J.-B., Le Bohec, C. & Bonadonna, F. 2012. Multi-scale foraging variability in Northern gannet (*Morus bassanus*) fuels potential foraging plasticity. *Mar Biol* 159:27432756, DOI 10.1007/s00227-012-2035-1.

- Ponchon, A., Grémillet, D., Christensen-Dalsgaard, S., Erikstad, K.E., Barrett, R.T., Reiertsen, T.K., McCoy, K.D., Tveraa, T. & Boulinier, T. 2014. When things go wrong: intra-season dynamics of breeding failure in a seabird. *Ecosphere* 5(1):4. <http://dx.doi.org/10.1890/ES13-00233.1>.
- Reiertsen, T.K., Erikstad, K.E., Anker-Nilssen, T., Barrett, R.T., Boulinier, T., Frederiksen, M., González-Solís, J., Grémillet, D., Johns, D., Moe, B., Ponchon, A., Skern-Mauritzen, M., Sandvik, H., & Yoccoz, N.G. 2014. Prey density in non-breeding areas affects adult survival of Black-legged kittiwakes *Rissa tridactyla* Marine Ecology Progress Series 509: 289–302.
- Sandvik, H., Barrett, R., Erikstad, K.E., Myksvoll, M.S., Vikebø, F., Yoccoz, N.G., Anker-Nilssen, T., Lorentsen, S.H., Reiertsen, T.K., Skarðhamar, J., Skern-Mauritzen, M. & Systad, G.H.: «Modelled drift patterns of fish larvae link coastal morphology to seabird colony distribution». *Nature Communications* 2016. doi: 10.1038/ncomms11599.
- Stephansen, C., Bjørgesæter, A., Brude, O.W., Brønner, U., Kjeilen-Eilertsen, G., Libre, J.-M., Rogstad, T.W., Nygaard, C.F., Sørnes, T., Skeie, G.M., Jonsson, H., Rusten, M., Nordtug, T., Reed, M., Collin-Hansen, C. & Jensen, J.M. 2017. ERA Acute – A Multi-Compartment Quantitative Risk Assessment for Oil Spills. *International Oil Spill Conference Proceedings*: May 2017, Vol. 2017, No. 1, pp. 2017432.



*Norsk institutt for naturforskning, NINA,  
er en uavhengig stiftelse som forsker på natur og  
samspillet natur–samfunn.*

*NINA ble etablert i 1988. Hovedkontoret er i  
Trondheim, med avdelingskontorer i Tromsø,  
Lillehammer, Bergen og Oslo. I tillegg driver NINA  
Sæterfjellet avlsstasjon for fjellrev på Oppdal,  
og forskningsstasjonen for vill laksefisk på lms i  
Rogaland.*

*NINAs virksomhet omfatter både fors–kning  
og utredning, miljøovervåking, rådgivning og  
evaluering. NINA har stor bredde i kompetanse og  
erfaring med både naturvitere og sam–funnsvitere  
i staben. Vi har kunnskap om artene, naturtypene,  
samfunnets bruk av naturen og sammenhenger  
med de store drivkreftene i naturen.*

1509

NINA Rapport

ISSN:1504-3312  
ISBN: 978-82-426-3240-1

## Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim

Besøks-/leveringsadresse: Høgskoleringen 9, 7034 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00, Telefaks: 73 80 14 01

E-post: [firmapost@nina.no](mailto:firmapost@nina.no)

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>



Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger