Miljørisiko- og Beredskapsanalyse (MRABA) for letebrønn 6306/9-1 Melstein i PL886 i Norskehavet

Lundin Norway AS

Rapportnr.: 2020-0221, Rev. 01
Dokumentnr.: 653346
Dato: 2020-03-04

Prosjektnavn:	MRABA Melstein PL 886	DNV GL AS Region Norway
Rapporttittel:	Miljørisiko- og Beredskapsanalyse (MRABA) for letebrønn 6306/9-1 Melstein i PL886 i Norskehavet	Oil & Gas Veritasveien 1 1363 Høvik Norway Tel: +47 67 57 99 00
Oppdragsgiver:	Lundin Norway AS, Strandveien 4, 1366, LYSAKER, Norway	
Kontaktperson:	Axel Kelley	
Dato:	2020-03-04	
Prosjektnr.:	10200374	
Org. enhet:	Environmental Risk and Preparedness	
Rapportnr.:	2020-0221, Rev. 01	
Dokumentnr.:	653346	

Levering av denne rapporten er underlagt bestemmelsene i rammekontrakt FA000088.

Oppdragsbeskrivelse: Miljørisiko- og oljevernberedskapsanalyse for letebrønn 6306/9-1 i PL886 i Norskehavet.

Utført av:	Verifisert av:	Godkjent av:
Brude, Odd Willy Digitally signed by Brude, Odd Willy Date: 2020.03.04 12:11:43 +01'00'	Østbøll, Helene Digitally signed by Østbøll, Helene Date: 2020.03.04 12:33:03 +01'00'	Nissen-Lie, Torild R. Digitally signed by Nissen-Lie, Torild R. Date: 2020.03.05 12:01:56 +01'00'
Odd Willy Brude Senior Principal Consultant	Helene Østbøll Principal Consultant	Torild R. Nissen-Lie Group Leader
Anders Rudberg Principal Specialist		

Beskyttet etter lov om opphavsrett til åndsverk m.v. (åndsverkloven) © DNV GL 2020. Alle rettigheter forbeholdes DNV GL. Med mindre annet er skriftlig avtalt, gjelder følgende: (i) Det er ikke tillatt å kopiere, gjengi eller videreformidle hele eller deler av dokumentet på noen måte, hverken digitalt, elektronisk eller på annet vis; (ii) Innholdet av dokumentet er fortrolig og skal holdes konfidensielt av kunden, (iii) Dokumentet er ikke ment som en garanti overfor tredjeparter, og disse kan ikke bygge en rett basert på dokumentets innhold; og (iv) DNV GL påtar seg ingen aktsomhetsplikt overfor tredjeparter. Det er ikke tillatt å referere fra dokumentet på en slik måte at det kan føre til feiltolkning. DNV GL og Horizon Graphic er varemerker som eies av DNV GL AS.

DNV GL distribusjon:

☒ ÅPEN. Fri distribusjon, internt og eksternt.

☐ INTERN. Fri distribusjon internt i DNV GL.

☐ KONFIDENSIELL. Distribusjon som angitt i distribusjonsliste. Distribution within DNV GL according to applicable contract.*

☐ HEMMELIG. Kun autorisert tilgang.

*Distribusjonsliste:

Nøkkelord:

Letebrønn, Møreblokkene, Miljørisiko, Oljevernberedskap, Troll olje, Norskehavet

Rev.nr.	Dato	Årsak for utgivelser	Utført av	Verifisert av	Godkjent av
00	2020-02-26	Rapportutkast	Odd Willy Brude	Helene Østbøll	Torild Nissen-Lie
01	2020-03-04	Endelig rapport	Odd Willy Brude	Helene Østbøll	Torild Nissen-Lie

Innholdsfortegnelse

KONLUDERENDE SAMMENDRAG 1

DEFINISJONER OG FORKORTELSER 3

1 INNLEDNING 5
1.1 Aktivitetsbeskrivelse 5
1.2 Hensikt/formål 6
1.3 LNAS akseptkriterier for akutt forurensning 6
1.4 Gjeldende regelverkskrav 7

2 BESKRIVELSE AV UTSLIPPSSCENARIER 8
2.1 Dimensjonerende DFU 8
2.2 Sannsynlighet for dimensjonerende DFU 8
2.3 Utblåsningsrater og -varigheter 8

3 OLJEDRIFTSMODELLERING 10
3.1 Oljetype og oljens egenskaper 10
3.2 Oljedriftsmodellen 10
3.3 Beskrivelse av modellerte utblåsningsscenarier 10
3.4 Oljedriftsmodellering – Resultater 11

4 METODIKK FOR MILJØRETTET RISIKOANALYSE 20
4.1 Usikkerhet i miljørisikoanalyser 22

5 MILJØBESKRIVELSE 25
5.1 Verdifulle Økosystem Komponenter (VØK) 25
5.2 Utvalgte VØK for analysen 25

6 MILJØRETTET RISIKOANALYSE – RESULTATER 32
6.1 Mulige konsekvenser ved en utblåsning fra avgrensnings-brønn 6306/9-1 Melstein 33
6.2 Miljørisiko 41
6.3 Oppsummering av miljørisiko forbundet med boring av letebrønn 6306/9-1 Melstein 47

7 BEREDSKAPSANALYSE FOR LETEBRØNN 6306/9-1 MELSTEIN 51
7.1 Metode for gjennomføring av miljørettet beredskapsanalyse 51
7.2 Analysegrunnlag 54
7.3 Beredskapsbehov og responstider i barriere 1 og 2 61
7.4 Beredskapsbehov og responstider i barriere 3 og 4 62
7.5 Beredskapsbehov og responstider i barriere 5 63
7.6 Bruk av kjemisk dispergering 63
7.7 Konklusjon - Beredskapsanalyse 64

8 REFERANSER 65

Appendix A Beskrivelse av arter og habitater i analysen
Appendix B Bestandstap for alle modellerte arter

KONLUDERENDE SAMMENDRAG

Lundin Norge AS (heretter Lundin) planlegger boring av letebrønn 6306/9-1 Melstein i PL 886 i Norskehavet. Brønnen ligger ca. 45 km fra Hustad/Farstad i Hustadvika kommune, Møre og Romsdal. Vanndypet på borelokasjonen er 228 meter. Planlagt boring er 2. halvår 2020. For å ta høyde for eventuelle endringer i boretidspunkt er det gjennomført en analyse som dekker hele året. Brønnen skal bores med den halvt nedsenkbare flyteriggen West Bollsta.

Som forberedelse til den planlagte operasjonen har Lundin gitt DNV GL i oppdrag å utarbeide en miljørettet risikoanalyse og beredskapsanalyse for aktiviteten.

Miljørisiko

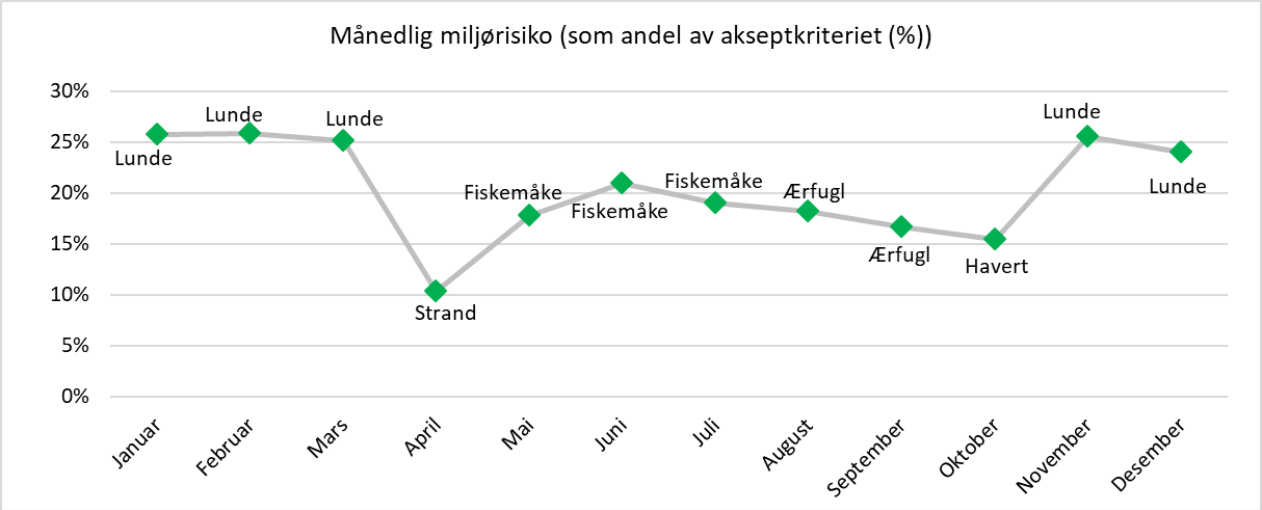
Miljørisikoanalysen er gjennomført som en skadebasert analyse i henhold til Norsk Olje og Gass (tidligere OLF) sin Veiledning for gjennomføring av miljørisikoanalyser for petroleumsaktiviteter på norsk sokkel (OLF, 2007). Miljørisikoen vurderes opp mot Aker BPs operasjonsspesifikke akseptkriterier.

Det er analysert for potensielle effekter på flere sjøfuglarter (kystnære og pelagiske), marine pattedyr, fisk og for strandhabitater. Analysen er utført for hele året og presentert sesongvis.

Relativt lav utblåsningsrate på 518 Sm^3/d medfører i utgangspunktet begrensede oljemengder på sjø, men nærhet til sårbare ressurser gir likevel noe sannsynlighet for betydelig og alvorlig miljøskade for sjøfugl på åpent hav som følge av en utblåsning fra 6306/9-1. Nærhet til kysten gjør også at det er en viss miljørisiko også for kystnær sjøfugl, sjøpattedyr og strandhabitater fra Mørekysten og nordover.

Miljørisikoen, som andel av Lundins operasjonsspesifikke akseptkriterier, er på inntil 26 % av akseptkriteriet. Høyest risikonivå er beregnet for pelagisk sjøfugl (lunde) i vintersesongen i kategorien Moderat miljøskade (1-3 års restitusjonstid). For de kystnære ressursene (kystnære sjøfugl, marine pattedyr og strandhabitat) er risikonivået noe lavere med inntil 18 % i sommersesongen (ærfugl).

Det er boretidsrestriksjoner i lisensen i perioden fra 1 april til 31 august. Miljørisikoen i september og oktober er størst for kystnære ressurser som ærfugl og havert, mens det i vinterperioden fra november til mars er størst miljørisiko for lunde (åpent hav datasett). Høyeste miljørisiko er i kategori moderat miljøskade gjennom hele året, selv om det også er noe risiko i kategori betydelig og alvorlig miljøskade spesielt for pelagisk sjøfugl.



Figur 0-1. *Dimensjonerende arter/habitater for miljørisiko for letebrønn 6306/9-1 Melstein i de ulike månedene gjennom året.*

Oljevernberedskap

Med basis i forvitringsdataene for referanseoljen og den dimensjonerende utblåsningsraten fra letebrønn 6306/9-1 Melstein på 518 Sm^3/d, er emulsjonsvolum tilgjengelig for mekanisk opptak på åpent hav beregnet. Beregningene er gjennomført ved bruk av BarKal.

Det forventes at referanseoljen vil ha relativt lang levetid på sjø og den initielle fordampningen er relativ lav. Mekanisk oppsamling fungerer bedre med høyere viskositet, og viskositet > 1000 cP oppnås etter to timer på sjø ved vindhastighet 5 m/s for både sommer og vinterforhold og enda raskere ved mer vind.

For beregning av systembehov i barriere 1 og 2 er forvitringsdata for henholdsvis 2 timer og 12 timer gammel olje lagt til grunn for alle sesonger. For dimensjonerende scenario, som er en utblåsning med utblåsningsrate på 518 Sm3/døgn er behovet beregnet til ett NOFO-system i barriere 1 og to NOFO-system i barriere 2, totalt tre NOFO-system i vintersesongen og til ett NOFO-system i barriere 1 og ett NOFO-system i barriere 2, totalt to NOFO-system i sommersesongen. De tre systemene vil være operative innen 24 timer. Dette er godt innenfor tidskravet for fullt utbygd barriere 1 og 2 på 13 døgn.

DEFINISJONER OG FORKORTELSER

Akseptkriterier	Kriterier som benyttes for å uttrykke et akseptabelt risikonivå i virksomheten, uttrykt ved en grense for akseptabel frekvens for en gitt miljøskade
Analyseområde	Området som er basis for miljørisikoanalysen og som er større enn influensområdet. Ressursbeskrivelsen dekker analyseområde.
BarKal	Barrierekalkulator. Excel basert verktøy utviklet av NOFO for beregning av beredskapsbehov i de ulike barrierene 1-5.
Bestand	Gruppe individer innen en art som er reproduktivt isolert innen et bestemt geografisk område.
BOP	Blowout Preventer
cP	Centipoise, måleenhet for viskositet
DFU	Definerte fare- og ulykkeshendelser
Eksempelområde	Til bruk i beredskapsplanleggingen er det definert arealer kalt eksempelområder. Disse er karakterisert ved at de ligger i ytre kystsone, har høy tetthet av miljøprioriterte lokaliteter og som også på andre måter setter strenge krav til oljevernberedskapen. Disse eksempelområdene er derfor forhåndsdefinert som dimensjonerende for oljevernberedskapen.
Eksponeringsgrad	Benyttes for å beskrive hvorvidt kysten er eksponert, moderat eksponert eller beskyttet mht. bølgeeksponering
Forvitring	Nedbrytning av olje i miljøet. Forvitringsanalysen måler fysiske og kjemiske egenskaper for oljen til stede i miljøet over tid.
GOR	Forkortelse for Gass/Olje forhold. Forholdet mellom produsert gass og produsert olje i brønnen.
Influensområde	Område som med en viss sannsynlighet kan bli berørt av et akutt utslipp. For olje på havoverflaten avgrenses influensområdet gjerne av de 10*10 km kartruter der det er mer enn 5 % sannsynlighet for oljemengder over 1 tonn.
IUA	Interkommunale Utvalg mot Akutt forurensning
Korteste drivtid	Tiden det tar fra utslippets start til **den** første oljen når kyst- og strandsonen.
Miljø	Et ytre miljø som kan bli berørt av oljeutslipp til sjø, dvs. det marine miljø.
Miljørisikoanalyse	Risikoanalyse som vurderer risiko for ytre miljø.
Miljøskade	Direkte eller indirekte tap av liv for en eller flere biologiske ressurser på grunn av oljeutslipp som kan beskrives på individ- eller bestandsnivå. For at et oljeutslipp skal kunne gi en miljøskade må restitusjonstiden for den mest sårbare bestanden være lengre enn 1 måned.
Miljøskadekategorier	Kategorisering av miljøskader i hhv. mindre, moderat, betydelig eller alvorlig på grunnlag av restitusjonstid for den mest sårbare bestanden: – Mindre: en miljøskade med restitusjonstid mellom 1 måned og 1 år. – Moderat: en miljøskade med restitusjonstid mellom 1 år og 3 år. – Betydelig: en miljøskade med restitusjonstid mellom 3 år og 10 år. Alvorlig: en miljøskade med restitusjonstid over 10 år.
MIRA	Metode for miljørettet risikoanalyse (OLF, 2007).
MRA	Miljørettet risikoanalyse
NOFO	Norsk Oljevernforening for Operatørselskap
NOROG	Norsk olje og gass.
Operasjon	En enkel, tidsbegrenset arbeidsoperasjon som kan medføre akutt utslipp, f.eks. boring av en letebrønn, som inkluderer all aktivitet fra leteriggen er på borelokasjonen til den forlater lokasjonen.
OSRL	Oil Spill Response Limited
OSCAR	Oil Spill Contingency Analysis and Response (SINTEF modell for oljedriftssimuleringer)
Persentil	P-persentil betyr at p prosent av observasjoner i et utfallsrom er nedenfor verdien for p-persentilen. En 25-persentil er da slik at 25 % av data/observasjoner er under den gitte verdien.
PL	Utvinningstillatelse (Produksjonslisens)

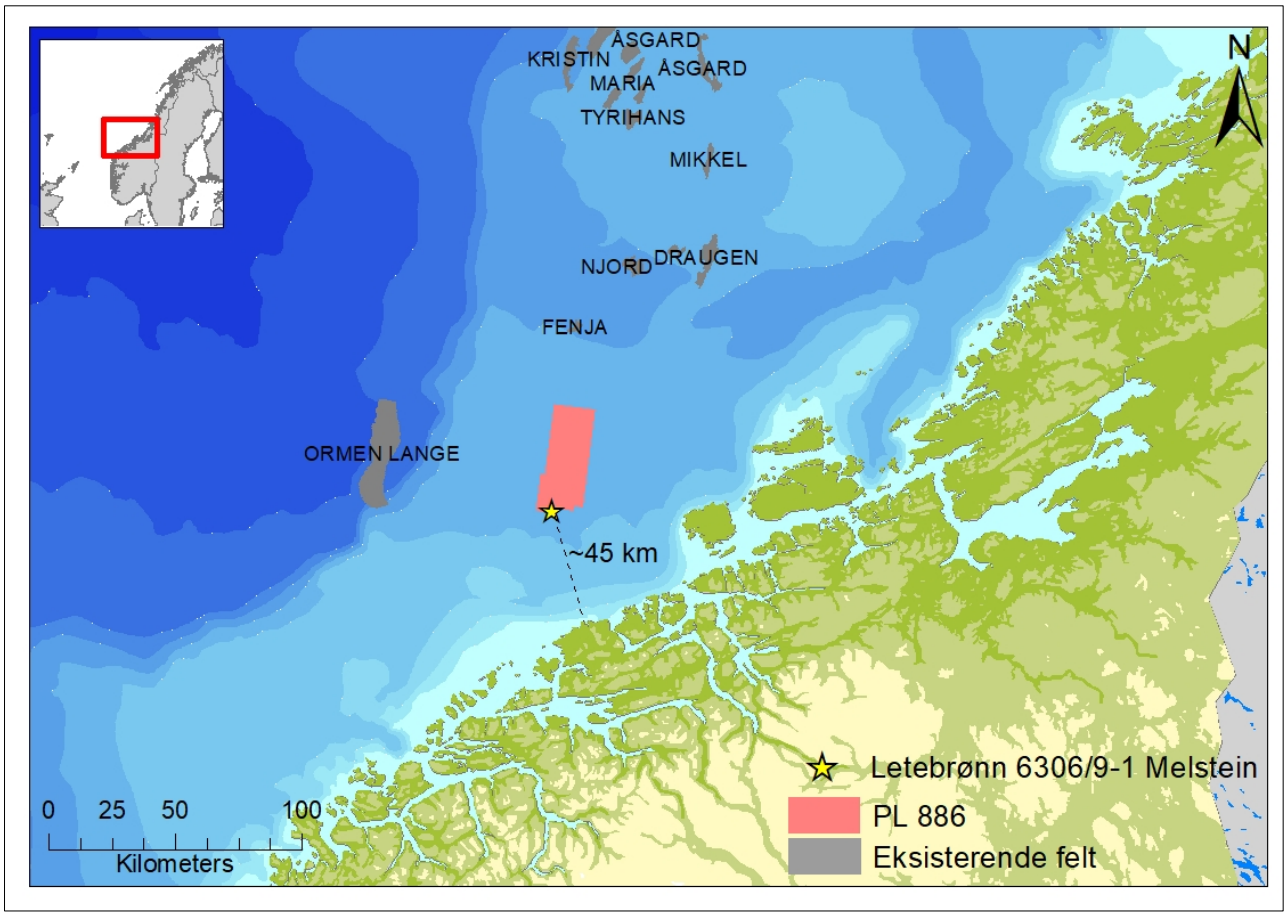
ppb	Parts per billion / deler per milliard
Ptil	Petroleumstilsynet
Ressurser eller biologiske ressurser	Levende organismer, f.eks. plankton, tang og tare, virvelløse dyr, fisk, sjøfugl og sjøpattedyr.
Restitusjonstid	Restitusjonstiden er oppnådd når det opprinnelige dyre- og plantelivet i det berørte samfunnet er tilbake til tilnærmet samme nivå som før utblåsningen (naturlig variasjon tatt i betraktning) og de biologiske prosessene fungerer normalt. Bestander anses å være restituert når bestanden er tilbake på 99 % av nivået før hendelsen. Restitusjonstiden er tiden fra en oljeutblåsning skjer og til restitusjon er oppnådd.
Sannsynlighet for treff	Sannsynlighet for at en 10x10 km rute treffes av olje fra en potensiell utblåsning
Størst strandet emulsjonmengde	95-persentilen i utfallsrommet for størst strandet mengde
THC	Total Hydrocarbon Concentration (total hydrokarbonkonsentrasjon)
VØK	Verdsatt Økosystem Komponent. En VØK er en populasjon, et samfunn eller et habitat (naturområde) som: - Er viktig for lokalbefolkningen (ikke bare økonomisk), eller - Har regional, nasjonal eller internasjonal verdi, eller - Har stor økologisk, vitenskapelig, estetisk og/eller økonomisk verdi, og som - Vil være dimensjonerende med hensyn på gjennomføring av risikoreduserende tiltak.

1 INNLEDNING

1.1 Aktivitetsbeskrivelse

Lundin Norge AS (heretter Lundin) planlegger boring av letebrønn 6306/9-1 Melstein i PL 886 i Norskehavet. Brønnen ligger ca. 45 km fra Hustad/Farstad i Hustadvika kommune, Møre og Romsdal (Figur 1-1). Vanndypet på borelokasjonen er 228 meter. Planlagt boring er 2. halvår 2020. For å ta høyde for eventuelle endringer i boretidspunkt er det gjennomført en analyse som dekker hele året. Brønnen planlegges boret med den halvt nedsenkbare flyteriggen West Bollsta.

Som forberedelse til den planlagte operasjonen er det utarbeidet en miljørettet risikoanalyse og beredskapsanalyse for aktiviteten. Basisinformasjon for aktiviteten er oppsummert i Tabell 1-1.



Figur 1-1 *Lokasjon til letebrønn 6306/9-1 Melstein utvinningstillatelse PL 886 i Norskehavet.*

Tabell 1-1 *Basisinformasjon for letebrønn 6306/9-1 Melstein.*

Koordinater for letebrønnen	Breddegrad: 63° 22′ 34″ N, Lengdegrad: 06° 45′ 31″ Ø
Vanndybde	228 meter
Avstand til nærmeste kystlinje	ca. 45 km fra Hustad/Farstad i Hustadvika kommune
Oljetype	Troll olje (893 kg/m^3)
Riggtype	Halvt nedsenkbar flyterigg
Utblåsningsrater	Vektet rate overflate: 518 Sm^3/døgn Vektet rate sjøbunn: 518 Sm^3/døgn
Vektet varighet	Overflateutblåsning: 9,6 dager Sjøbunnsutblåsning: 10,1 dager
GOR (Sm^3/Sm^3)	52
Tid for boring av avlastningsbrønn	50 døgn
Aktivitet	Leteboring
Type scenario	Utblåsning (overflate/sjøbunn)

1.2 Hensikt/formål

Gjennomføring av miljørisikoanalyse knyttet til leting av og/eller produksjon av olje og gass på norsk sokkel er påkrevd i henhold til norsk lovverk (se kapittel 1.4).

Miljørisikoanalysen er gjennomført som en skadebasert analyse i henhold til Norsk olje og gass (tidligere OLF) sin veiledning for gjennomføring av miljørisikoanalyser for petroleumsaktiviteter på norsk sokkel (OLF, 2007). En kort beskrivelse av metoden er gitt i Kapittel 4. For ytterligere informasjon henvises det til veiledningen. Miljørisikoen vurderes opp mot LNAS operasjonsspesifikke akseptkriterier. I en skadebasert analyse vil konsekvensene av oljeutblåsning knyttes opp mot sannsynligheten (frekvensen) for en slik hendelse, for å tallfeste risikoen et akutt oljeutslipp kan ha på ulike ressurser i området. Ressursene i området som benyttes i analysen omtales som Verdsatte Økosystem Komponenter (VØK) og er en sammensetning av ulike populasjoner (sjøfugl, sjøpattedyr, fiskearter) og habitater (kystsonen). For å bli betraktet som en VØK i analysen må ulike krav tilfredsstilles (se avsnitt 5.1).

Bak miljørisikoberegningene ligger en rekke parametere som rommer større eller mindre grad av usikkerhet. Usikkerhet i miljørisikoanalysen er omtalt i kapittel 4.1.

For beredskapsanalysen er det gjennomført en beregning av beredskapsbehov knyttet til mekanisk oppsamling av olje på åpent hav, samt beregninger av beredskapsbehov i kyst- og strandsonen. Beregningene er gjort i henhold til industristandarden «Veiledning for miljørettede beredskapsanalyser» (NOROG, 2013).

1.3 LNAS akseptkriterier for akutt forurensning

Lundin har som en integrert del av deres styringssystem definert akseptkriterier for miljørisiko. For letebrønn 6306/9-1 benyttes Lundins operasjonsspesifikke akseptkriterier for miljørisiko (Tabell 1-2). Akseptkriteriene angir den øvre grensen for hva Lundin har definert som en akseptabel årlig risiko knyttet

til egne aktiviteter (sannsynlighet for en gitt konsekvens). Disse er formulert som mål på skade på naturlige ressurser (VØK), uttrykt ved varighet (restitusjonstid) og ulik alvorlighetsgrad.

Lundin anvender de samme akseptkriterier i alle regioner på norsk sokkel. Miljørisikoanalysen fanger opp eventuelle forskjeller i miljøsårbarhet i ulike regioner fordi den tar hensyn til forekomst og sårbarhet (benytter en sårbarhetskategori) av miljøressursene i det enkelte analyseområde, og fordi den beregner restitusjonstid for berørte ressurser. Dette fører til at det beregnes en høyere miljørisiko i områder der det er høy andel av berørte, sårbare bestander og ressurstyper. Akseptkriteriene setter derved strengere krav til aktivitet i denne type områder.

Akseptkriteriene uttrykker Lundins holdning om at naturen i størst mulig grad skal være uberørt av selskapets aktiviteter. Kriteriene angir maksimal tillatt hyppighet av hendelser som kan forårsake skade på miljøet.

Tabell 1-2 *Lundins operasjonsspesifikke akseptkriterier for forurensning (Lundin Norway AS, 2014).*

Miljøskade	Varighet av skaden (restitusjonstid)	Operasjonsspesifikke akseptkriterier
Mindre	1 mnd. – 1 år	$< 1 \times 10^{-3}$
Moderat	1-3 år	$< 2{,}5 \times 10^{-4}$
Betydelig	3-10 år	$< 1 \times 10^{-4}$
Alvorlig	>10 år	$< 2{,}5 \times 10^{-5}$

1.4 Gjeldende regelverkskrav

Myndighetskrav til HMS (helse, miljø og sikkerhet) for petroleumsvirksomhet til havs omfatter følgende lover og forskrifter; forurensingsloven, rammeforskriften, styringsforskriften, innretningsforskriften og aktivitetsforskriften.

2 BESKRIVELSE AV UTSLIPPSSCENARIER

De fleste former for uhellsutslipp i forbindelse med en avgrensningsboring er begrensede utslipp, med små mengder og begrenset skadepotensial. De hendelsene som har de største potensielle miljøkonsekvensene er ukontrollerte utslipp fra brønnen under boring (utblåsning), og omtales som dimensjonerende definerte fare- og ulykkeshendelser (DFU).

2.1 Dimensjonerende DFU

Brønn 6306/9-1 Melstein skal bores som en vertikal letebrønn. Dimensjonerende DFU vil i den forbindelse være en ukontrollert oljeutblåsning fra brønnen. Lundin har vurdert hendelsesforløpet gitt en utblåsning fra brønnen og beregnet mulige utblåsningsrater (Add Energy, 2020).

Brønnen er planlagt boret med den halvt nedsenkbare riggen West Bollsta (Figur 2-1). Riggen vil ligge oppankret under operasjon.

Figur 2-1 *West Bollsta som planlegges brukt til boring av letebrønn 6306/9-1 Melstein i PL886. Kilde: Northern Drilling.*

2.2 Sannsynlighet for dimensjonerende DFU

Melstein er vurdert av Lundin til å være en standard letebrønn hvor det forventes å finne hydrokarboner. Den generiske utblåsningssannsynligheten for en letebrønn er 1,32 x 10^{-4} (Lloyd's, 2019), som er konservativt valgt for denne brønnen. Sannsynligheten er gjennomsnittverdi av gass- og oljebrønner.

Brønnen er planlagt boret med den halvt nedsenkbare flyteren West Bollsta med BOP plassert på havbunnen, noe som tilsier at en utblåsning mest sannsynlig vil forekomme på havbunnen. Sannsynlighetsfordelingen mellom utblåsninger på havbunn kontra overflate under boring, er beregnet til henholdsvis 80 % / 20 % for en oppankret rigg (Lloyd's, 2019).

2.3 Utblåsningsrater og -varigheter

Lengste utblåsningsvarighet er satt til tiden det tar å bore en avlastningsbrønn. For letebrønn

6306/9-1 Melstein er denne 50 døgn, fordelt på mobilisering av rigg, boring inn mot reservoarsonen på brønnen og dynamisk brønndreping (Add Energy, 2020).

Rate-/varighetsmatrisen som er lagt til grunn for oljedriftsmodelleringen og miljørisikoanalysen for letebrønn 6306/9-1 er presentert i Tabell 2-1. Modellerte rater og lengste varighet er basert på Add Energy (2020) utblåsningsstudie for brønnen. Sannsynlighetsfordelingen for varighetsdistribusjonen er basert på Lloyd's (2019).

Vektet varighet for overflateutblåsning er 9,6 døgn, mens tilsvarende verdi for sjøbunnsutblåsning er 10,1 døgn. Vektet rate for både overflate- og sjøbunnsutblåsning er 518 Sm^3/døgn.

For modellering av sjøbunnsutblåsning benyttes utslippsdiameter for utblåsning uten restriksjoner (åpen).

Tabell 2-1 *Rate- og varighetsfordeling med tilhørende sannsynligheter for overflate- og sjøbunnsutblåsning for letebrønn 6306/9-1 basert på Add Energy (2020) og Lloyd's (2019).*

Utblåsnings -lokasjon	Fordeling overflate/ sjøbunn	Rate Sm^3/d	Åpen (O)	Varigheter (dg) og sannsynlighetsfordeling					Sannsynlighet for raten
				2	5	15	35	50	
Overflate	20 %	518	NA	52,2 %	18,6 %	17,2 %	5,9 %	6,1 %	100 %
Sjøbunn	80 %	518	O	50,2 %	18,9 %	18,2 %	6,5 %	6,2 %	100 %

3 OLJEDRIFTSMODELLERING

Brønn 6306/9-1 er en letebrønn. Ved funn forventes hydrokarboner med lignende egenskaper som Troll råolje, som det er utført forvitringsstudie av (SINTEF, 1995). Denne oljen er derfor benyttet som referanseolje. I dette kapitlet blir Troll oljens egenskaper, oljedriftsmodellen og dens begrensninger, samt resultater fra oljedriftsmodelleringen beskrevet.

3.1 Oljetype og oljens egenskaper

Både levetid til olje på sjø, grad av nedblanding i vannmassene og de tilhørende potensielle miljøeffektene vil avhenge av oljetype. Det samme gjelder egnetheten til og effekten av ulike typer oljevernberedskap (mekanisk og kjemisk bekjempelse).

Troll olje emulgerer vann relativt raskt. Maksimalt vanninnhold er på ca. 75 vol.%. Troll oljen er kjemisk dispergerbar opp til viskositet 7000 cP (skjær-hastighet $10s^{-1}$). Tidsvinduet for kjemisk dispergering kan vare helt opp til 5 dager, avhengig av værforholdene. Nedre viskositetsgrense (1000 cP) for mekanisk oppsamling oppnås etter 1 time til 20 timers forvitring på sjøen, avhengig av værforholdene. (SINTEF, 1995).

Karakteristikker for Troll olje er sammenfattet i Tabell 3-1.

Tabell 3-1 *Parametere for Troll olje benyttet i spredningsberegningene for letebrønn 6306/9-1 (SINTEF, 1995).*

Troll olje	
Parameter	**Verdi**
Oljetetthet [kg/ m³]	893
Maksimum vanninnhold ved 5 °C [volum %]	75
Voksinnhold, fersk olje [vekt %]	2
Asfalten innhold, fersk olje [vekt %]	0,2
Viskositet ved 13°C, fersk olje [cP]	27

3.2 Oljedriftsmodellen

Oljedriftsmodellen som er anvendt er SINTEFs OSCAR modell (Oil Spill Contingency And Response), versjon 10.0.2. Modelloppsettet av OSCAR er basert på Beste Praksis (Acona, Akvaplan-Niva og DNV GL, 2016).

3.3 Beskrivelse av modellerte utblåsningsscenarier

Oljedriftsberegningene er gjennomført for lokasjonen til letebrønn med posisjon 63° 22’ 34” N, 06° 45’ 31” Ø og et havdyp på 228 m. Spredningsberegningene for utblåsning av olje er modellert for 5 varigheter og 1 utblåsningsrate for både overflate- og sjøbunnsutblåsning.

Oljedriftsmodelleringene er det kjørt med tilstrekkelig antall simuleringer for å dekke inn variasjoner i vind og havstrømmer gjennom året.

For modellering av sjøbunnsutblåsningene ble det benyttet GOR (Gass/olje-forhold) lik 52 Sm^3/Sm^3 for utblåsning fra letebrønn 6306/9-1. Det er lagt til grunn at gassen i reservoarene som driver oljen opp til

overflaten er naturgass med stor andel av metan. De statistiske oljedriftsresultatene er presentert i et rutenett som har en horisontal oppløsning på 10×10 km.

3.4 Oljedriftsmodellering – Resultater

3.4.1 Nærsonemodellering av sjøbunnsutslipp

Nærsonemodellering av sjøbunnsutslipp er utført med et sirkulært utstrømningsareal med diameter lik 47,63 cm.

Simuleringsresultatene for sjøbunnsutblåsning viser at det er liten oppdrift i oljeplumen som mister oppdrift (trappes) på ca. 65 meters dyp og oljedråper stiger deretter til overflaten. Oljen når overflaten etter om lag 20 minutter og spres på havoverflaten med estimert tykkelse på 2-3 mm. Dette forutsetter en GOR på 52 Sm^3/Sm^3 og et dyp på 228 m.

3.4.2 Spredning av olje på overflaten

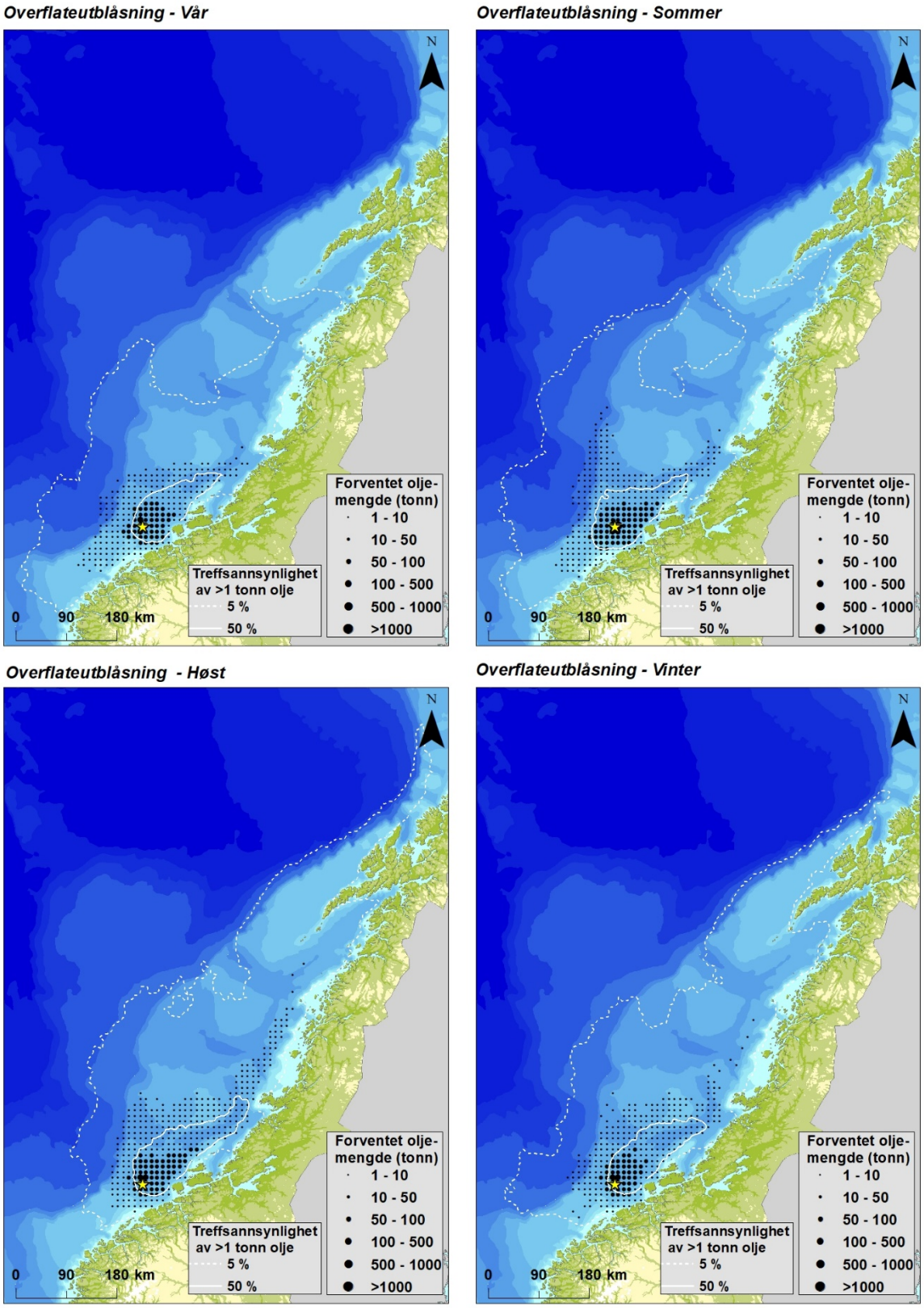
For modellerte overflate- og sjøbunnsutblåsninger er det generert oljedriftsstatistikk på rutenivå (10×10 km ruter) for fire sesonger; vår (mars-mai), sommer (juni-august), høst (september-november) og vinter (desember-februar). Forventet treff av oljemengder (sannsynlighet for treff x mengde olje gitt treff) og influensområder (5 % og 50 % treffsannsynlighet for olje) gitt en utblåsning fra henholdsvis overflate og sjøbunn fra brønnen i de ulike sesongene er presentert i Figur 3-1 og Figur 3-2.

Influensområdet er basert på sannsynligheten for at en rute treffes i den statistiske oljedriftsmodelleringen. For den forventede oljemengden (tonn) er sannsynligheten for at ruten treffes multiplisert med den gjennomsnittlige tidsmidlede oljemengden ≥1 tonn i ruten gitt at den treffes. Influensområdet vil være større i utstrekning da det også inneholder ruter med mer enn 1 tonn olje selv med små treffsannsynligheter.

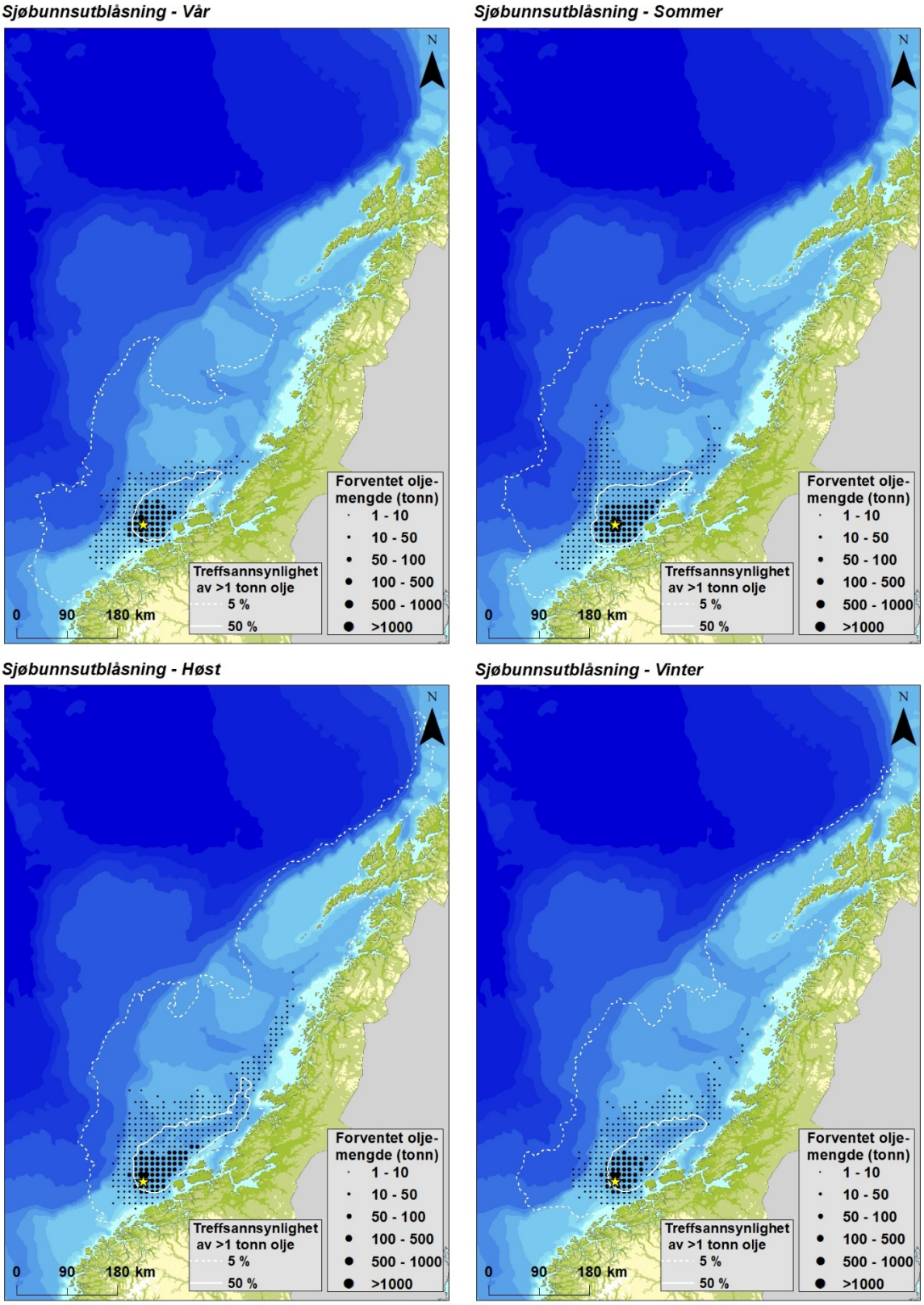
Merk imidlertid at forventet oljemengde og treff av olje er basert på alle utblåsningsrater og varigheter og deres individuelle sannsynligheter, og at det markerte området ikke viser omfanget av en enkelt oljeutblåsning, men er det området som berøres i ⩾5 % av enkeltsimuleringene av oljens drift og spredning innenfor hver sesong.

Oljedriftsmodellering for letebrønn indikerer et influensområde for >1 tonn olje i 10x10 km ruter nært utslippslokasjon med noe større utbredelse for et overflate- sammenlignet med et sjøbunnsutslipp. Området for forventet olje (50-100 % sannsynlighet) er nær utslippslokasjonen. Størst forventet oljemengde (treffsannsynlighet ganger mengde olje gitt treff) i en 10x10 km rute er beregnet til 111 tonn i sommersesongen.

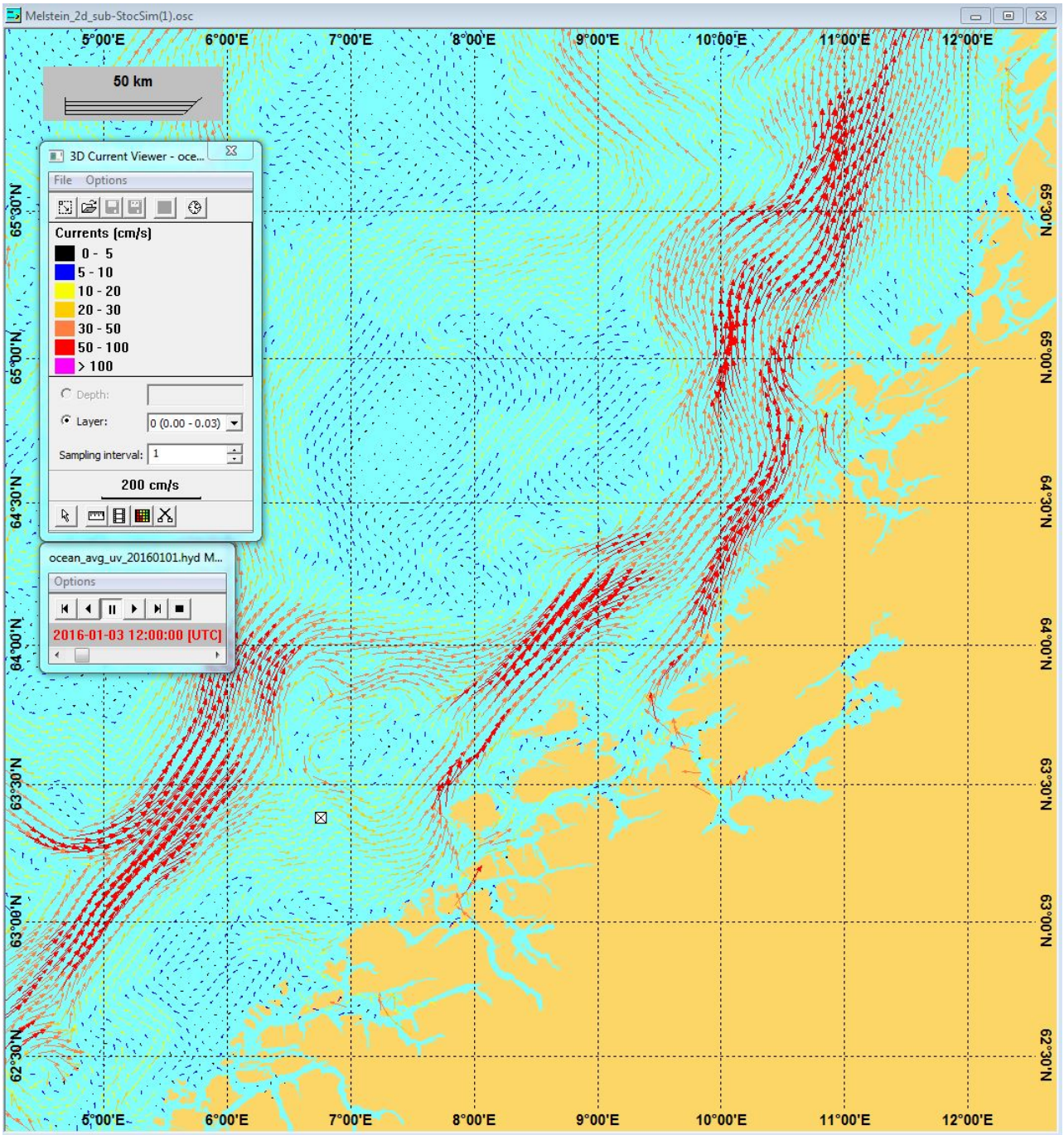
Se Figur 3-3 for et eksempel på overflatestrømmer i Norskehavet (1. september, 2016).



Figur 3-1 *Sesongvise forventede treff av oljemengder (≥5 % treff av >1 tonn olje) i 10×10 km sjøruter gitt en overflateutblåsning fra letebrønn 6306/9-1 Melstein. Forventet treff av olje er basert på alle utblåsningsrater og varigheter og deres individuelle sannsynligheter.*



Figur 3-2 *Sesongvise forventede treff av oljemengder (≥5 % treff av >1 tonn olje) i 10×10 km sjøruter gitt en sjøbunnsutblåsning fra letebrønn 6306/9-1 Melstein. Forventet treff av olje er basert på alle utblåsningsrater og varigheter og deres individuelle sannsynligheter.*



Figur 3-3 *Øyeblikksbilde av overflatestrømmer i Norskehavet 03.01.2016 (Meteorologisk Institutt: SVIM arkivet for strømdata: ftp://ftp.met.no/projects/SVIM-public/SVIMresults/). Lokasjon for letebrønn 6306/9-1 Melstein er markert med en firkant med kryss i.*

3.4.3 Stranding av olje i kystsonen

Landrutene som har ≥5 % sannsynlighet for stranding av mer enn 1 tonn olje per 10 × 10 km ruter per sesong er vist i Figur 3-4, gitt en overflateutblåsning og i Figur 3-5 for sjøbunnsutblåsning.

Korteste drivtid til land og største strandingsmengder av emulsjon er vist i Tabell 3-2 (95-persentil). Resultatene for forventet strandet emulsjon og drivtid presentert stammer ikke nødvendigvis fra samme simulering. Alle simuleringer, både for overflate- og sjøbunnsutblåsning i hver sesong ligger til grunn for resultatene. 95-persentilen av scenariene gir 14 309 tonn oljeemulsjon langs kystlinjen i sommersesongen.

95-persentilen av korteste drivtid er 1,5 døgn i høstsesongen. Sannsynligheten for stranding av olje er inntil 73 %.

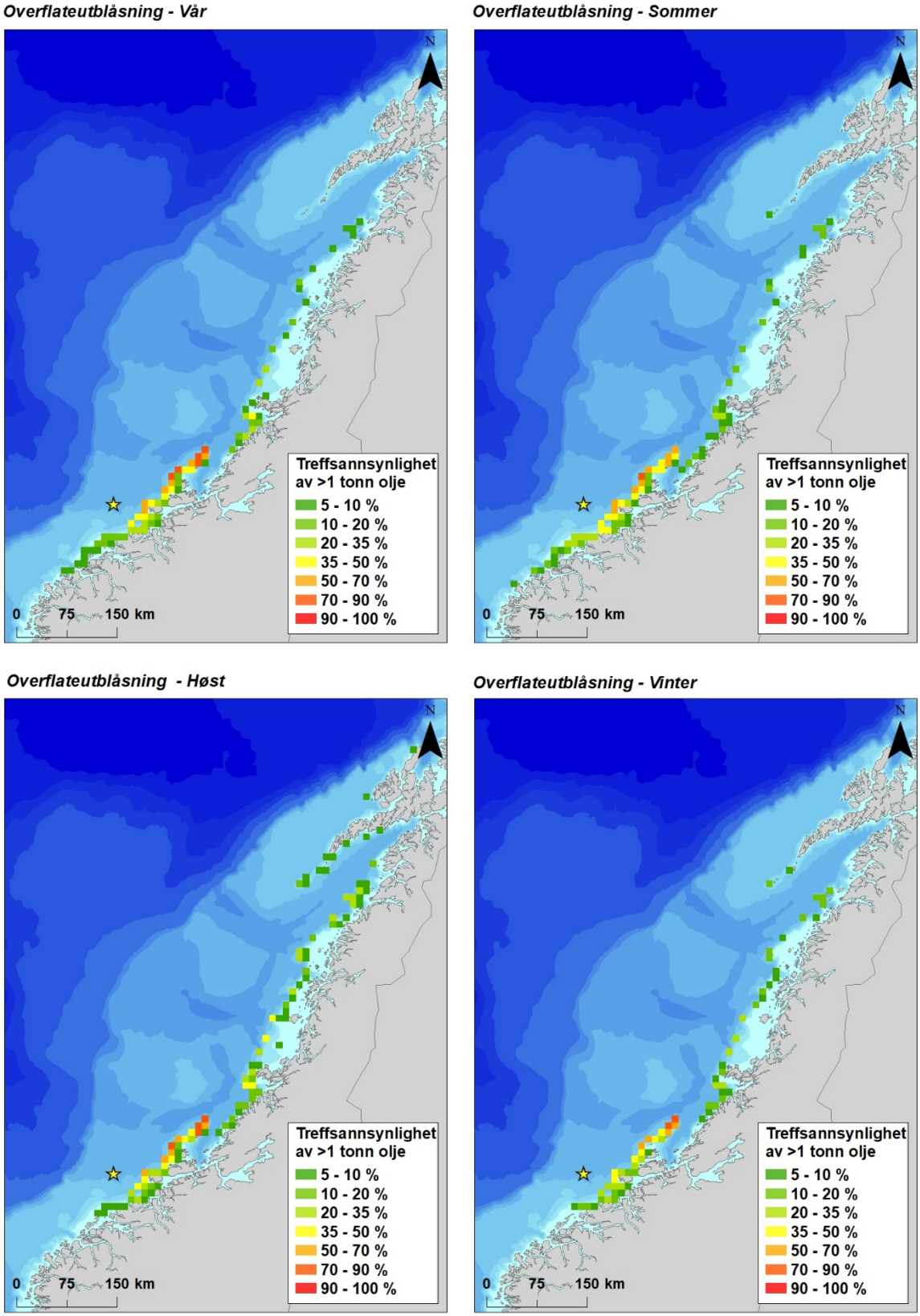
Tabell 3-2 *Strandingsmengder av oljeemulsjon og korteste drivtid til den norske kystlinje gitt en utblåsning fra letebrønn 6306/9-1 Melstein (95-persentiler) oppgitt for hver sesong. Alle simuleringene for overflate- og sjøbunnsutblåsning for hver sesong er lagt til grunn for tallene presentert.*

Persentil	Strandet oljeemulsjon (tonn)				Drivtid (døgn)			
	Vår	Sommer	Høst	Vinter	Vår	Sommer	Høst	Vinter
100	25 334	23 292	18 862	16 945	1.0	1.2	0.7	1.1
95	13 402	14 309	9 590	10 326	1.6	1.8	1.5	1.6
50	783	1022	731	414	4.6	6.1	3.7	4.2

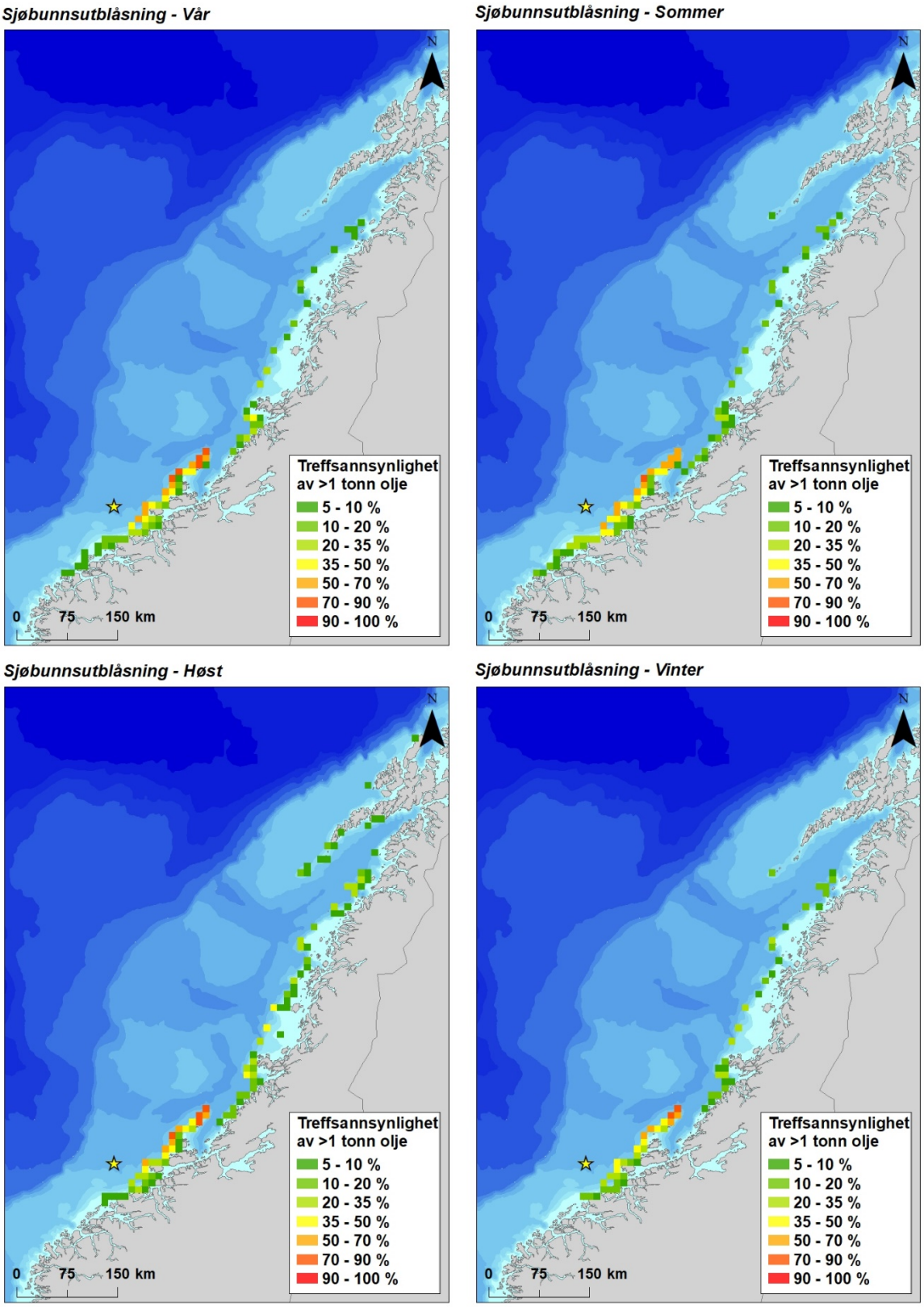
Tabell 3-3 angir 95-persentilen av korteste drivtid til land og strandingsmengde inn i de definerte eksempelområdene. Lokasjon av eksempelområdene er gitt i Figur 3-6. Av eksempelområdene er det størst strandingsmengde på Frøya/Froan med 6684 tonn oljeemulsjon i sommersesongen. Korteste drivtid til et eksempelområde er 1,7 døgn (Frøya/Froan i høstsesongen).

Tabell 3-3 *Strandingsmengder av emulsjon og korteste drivtid til de definerte eksempelområdene gitt en utblåsning fra letebrønn 6306/9-1 Melstein (95-persentiler) oppgitt for hver sesong. Alle simuleringene for overflate- og sjøbunnsutblåsning for hver sesong er lagt til grunn for tallene presentert.*

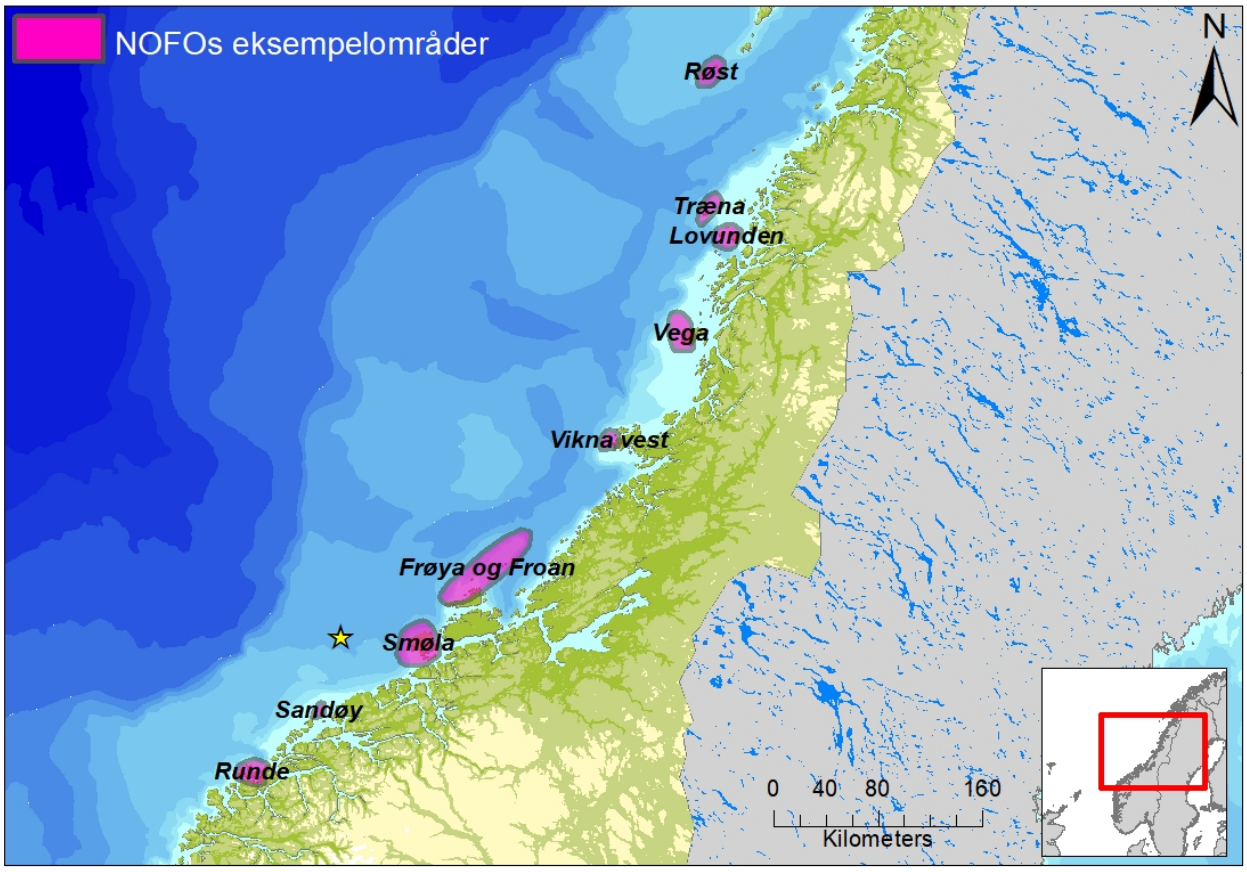
Eksempelområde	Strandet emulsjon (tonn)				Drivtid (døgn)			
	Vår	Sommer	Høst	Vinter	Vår	Sommer	Høst	Vinter
Runde	22	106	-	-	27.2	11.5	-	-
Sandøy	443	1308	63	-	10.2	4.4	6.4	-
Smøla	2992	2803	2203	2724	1.9	2.6	2.0	1.8
Frøya/Froan	5771	**6684**	5357	4501	2.2	2.2	**1.7**	1.8
Vikna vest	24	83	166	39	10.7	11.9	6.0	8.6
Vega	9	9	29	11	13.2	17.5	9.2	12.0
Lovunden	9	11	26	5	18.9	18.5	10.3	14.5
Træna	40	66	127	62	16.9	16.7	9.4	12.7
Røst	-	-	39	16	-	-	15.5	18.4



Figur 3-4 Sesongvis *sannsynlighet for treff av mer enn 1 tonn olje i 10×10 km kystruter gitt en overflateutblåsning fra letebrønn 6306/9-1 Melstein. Influensområdet er basert på alle utslippsrater og varigheter og deres individuelle sannsynligheter.*



Figur 3-5 Sesongvis *sannsynlighet for treff av mer enn 1 tonn olje i 10×10 km kystruter gitt en sjøbunnsutblåsning fra letebrønn 6306/9-1 Melstein. Influensområdet er basert på alle utslippsrater og varigheter og deres individuelle sannsynligheter.*

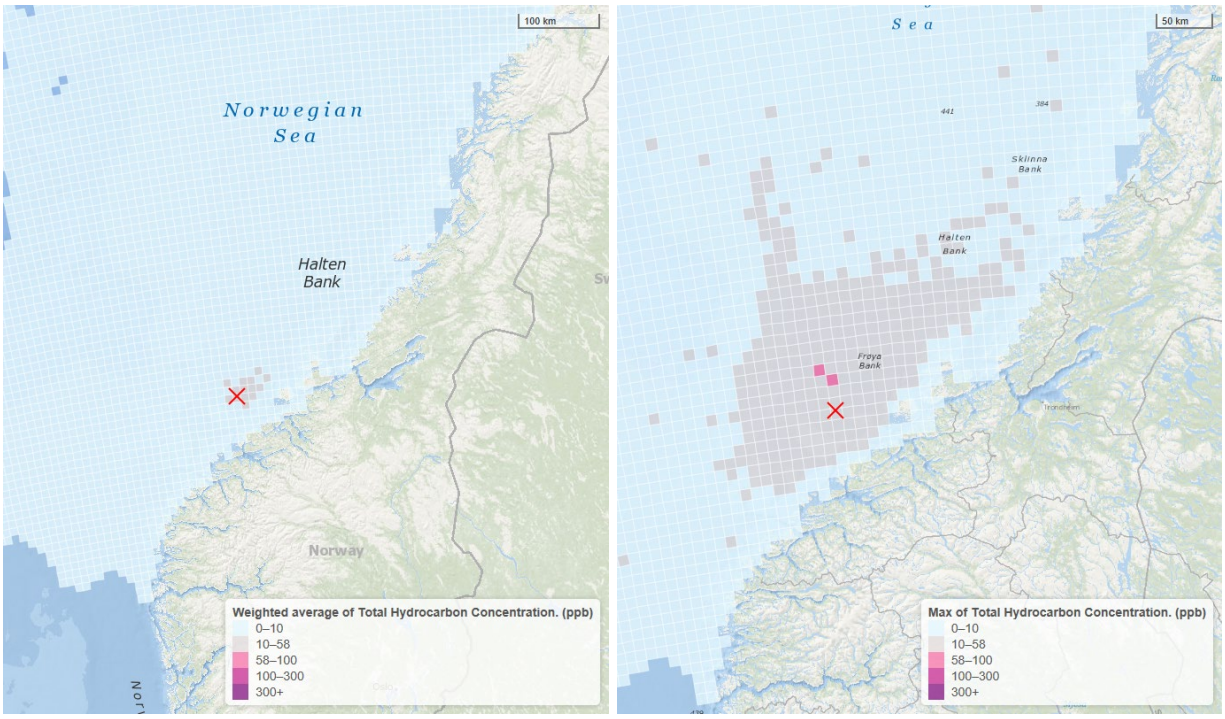


Figur 3-6 *Lokasjon av eksempelområdene langs Norskekysten som berøres av oljedrift fra letebrønn 6306/9-1 (gul stjerne).*

3.4.4 Vannsøylekonsentrasjoner

Resultatene av konsentrasjonsberegningene rapporteres vanligvis som totale konsentrasjonsverdier av olje (THC) i de øverste vannmassene, det vil si både dispergert olje og løste oljekomponenter. Oljen i vannmassene vil i hovedsak skrive seg fra olje som blandes ned i vannmassene fra drivende oljeflak (naturlig dispergering som følge av vind og bølger). Nedblanding av oljen fra overflaten beregnes på basis av oljens egenskaper og den rådende sjøtilstanden.

Resultatene av modelleringen viser at utblåsningsraten på 518 m^3/d gir lave THC-konsentrasjoner i vannsøylen og i all hovedsak under effektgrensen på 58 ppb THC (tidsmidlet maksimal konsentrasjon i vannsøylen). 58 ppb regnes som nedre effektgrense for skade på fiskeegg og – larver (Nilsen *et.al.*, 2006). Høyeste registrerte THC konsentrasjon i en 10x10 km grid rute er 82 ppb (Figur 3-1). Det er likevel beregnet effekt på fiskeegg og larver både med THC og med CBR (Critical Body Residue) metoden. CBR er implementert i OSCAR og beregner dødelighet av sårbare tidlige livsstadier av fisk basert på giftighet av løste komponenter (25 pseudokomponenter i OSCAR) i vannsøylen akkumulert gjennom simuleringene. Tilnærmingen gir et bedre bilde på effekt gjennom en simulering enn en tidsmidlet THC konsentrasjon.

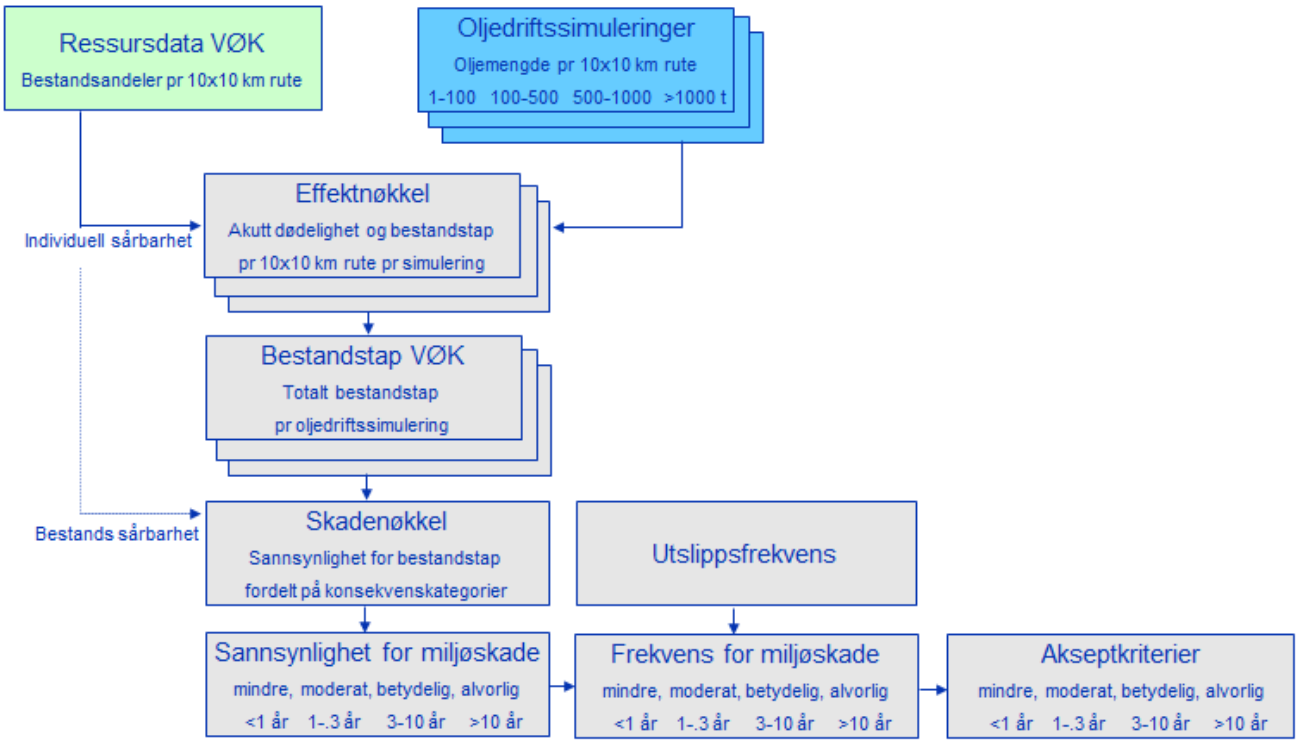


Figur 3-7 *Tidsmidlede maksimale (i vannsøylen) THC konsentrasjoner gitt en sjøbunnsutblåsning fra 6306/9-1 med 15 dagers varighet.*

4 METODIKK FOR MILJØRETTET RISIKOANALYSE

Analyser av miljørisiko utføres trinnvis i henhold til Norsk olje og gass veiledning for miljørisikoanalyser (OLF, 2007). For letebrønn 6306/9-1 Melstein er det valgt å gjennomføre en skadebasert analyse for de antatt mest sårbare miljøressursene. Et sammendrag av metodikken i miljørisikoanalysen er beskrevet nedenfor med fokus på VØK bestander, mens det henvises til veiledningen for mer utfyllende informasjon.

Basert på oljedriftsmodellering og bruk av effektnøkler beregnes bestandstap for den enkelte VØK bestand (se Figur 4-1).



Figur 4-1 *Oversikt over ulike trinn i beregning av bestandstap og miljørisiko for VØK bestander.*

Trinn 1 – Tilrettelagte utbredelsesdata for de enkelte VØK bestander kombineres med hver enkelt oljedriftssimulering. Det anvendes en effektnøkkel som sier noe om mulig bestandstap i 10x10 km gridruter basert på oljemengde i simuleringen (se Tabell 4-1). Ulik individuell sårbarhet for olje gir ulik effektnøkkel.

Trinn 2 – Tapsandeler i 10x10 km ruter summeres og gir et samlet bestandstap for hver VØK bestand for hver simulering. Bestandstapene for de ulike oljedriftssimuleringene kategoriseres i 1-5 %, 5-10 %, 10-20 %, 20-30 % og mer enn 30 %. Bestandstap under 1 % antas ingen kvantifiserbar effekt på restitusjon av bestanden.

Trinn 3 – Det anvendes deretter en skadenøkkel (Tabell 4-2) som knytter et gitt bestandstap for VØK bestanden til miljøskade. Miljøskade uttrykkes ved tiden det tar før en bestand er restituert til 99 % av nivået før en hendelse inntreffer (OLF, 2007). Som påpekt ovenfor varierer sårbarheten mellom arter (og habitater) og restitusjonstiden vil være påvirket av dette. Den teoretiske restitusjonstiden er inndelt i fire kategorier.

- *Mindre* (<1 år),
- *Moderat* (1-3 år),
- *Betydelig* (3-10 år) og
- *Alvorlig* (>10 år).

Trinn 4 – Miljørisiko beregnes deretter ved å kombinere sannsynlighet for ulike miljøskader med frekvensen for den spesifikke oljeutblåsningen og måles opp mot operatørens akseptkriterier for miljøskade.

Tabell 4-1 *Effektnøkkel for beregning av bestandstap innenfor en 10×10 km sjørute gitt eksponering av olje fordelt på fire kategorier. Verdier for sjøfugl er valgt som eksempel.*

Oljemengde (tonn) i 10 × 10 km rute	Effektnøkkel – akutt dødelighet		
	Individuell sårbarhet av VØK sjøfugl		
	S1	S2	S3
1-100 tonn	5 %	10 %	20 %
100-500 tonn	10 %	20 %	40 %
500-1000 tonn	20 %	40 %	60 %
≥1000 tonn	40 %	60 %	80 %

Tabell 4-2 *Skadenøkkel for sannsynlighetsfordeling av teoretisk restitusjonstid ved akutt bestandsreduksjon av sjøfugl- og marine pattedyrbestander med lavt restitusjonspotensiale S3 (OLF, 2007).*

Akutt bestandsreduksjon	Konsekvenskategori – miljøskade Teoretisk restitusjonstid i år			
	Mindre (<1 år)	Moderat 1-3 år	Betydelig 3-10 år	Alvorlig >10 år
1-5 %	50 %	50 %		
5-10 %	25 %	50 %	25 %	
10-20 %		25 %	50 %	25 %
20-30 %			50 %	50 %
≥30 %				100 %

Beregningene som gjennomføres for strandhabitat skiller seg ut fra VØK bestander ved at det benyttes en kombinert effekt- og skadenøkkel som knytter oljemengden i et 10x10 km habitat direkte opp mot miljøskade og restitusjonstid.

4.1 Usikkerhet i miljørisikoanalyser

I henhold til Petroleumstilsynets oppdaterte definisjon av risikobegrepet, der det understrekes at usikkerhetsmomentet i en risikoanalyse bør belyses og hvordan usikkerheten skal håndteres, pekes det i foreliggende avsnitt på de viktigste usikkerhetsparameterne i miljørisikoanalysen.

I miljørisikoanalyser er ønsket å redusere usikkerheten så mye som mulig, noe som innebærer til enhver tid å benytte best tilgjengelig kunnskap. Der man ikke har tilstrekkelig kunnskap om parameterne som bidrar til risikobildet, behandles disse konservativt for på den måten å ivareta den iboende usikkerheten.

En videre beskrivelse av usikkerhetsvurderingene i metoden er gitt i påfølgende avsnitt.

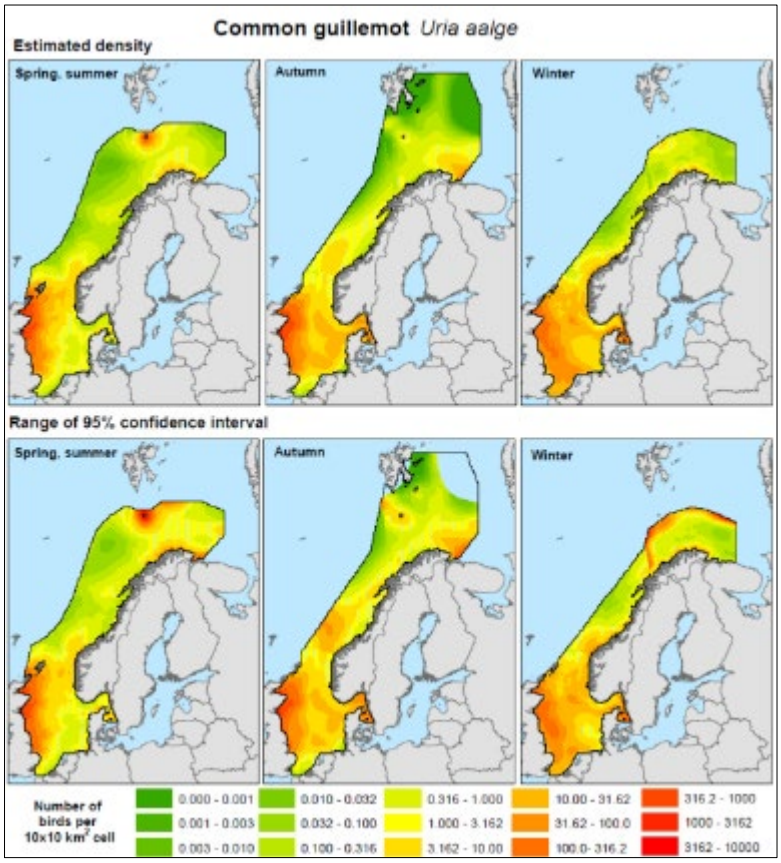
4.1.1 Metodikk

Selve metodikken i seg selv rommer en stor grad av usikkerhet, da det aldri vil være mulig eksakt å beregne effekten av en mulig oljeutblåsning en gang i fremtiden. For å håndtere usikkerheten i bestandseffekter for sjøfugl og marine pattedyr gitt påvirkning av oljeforurensning er det laget «effektnøkler» som gir mulige bestandstap gitt et spenn av ulike oljemengder (eksempelvis 1-100 tonn olje per 10×10 km rute, som gir 20 % bestandstap) som sammenfaller med tilstedeværelse av ressursene. Beregnet bestandstap kategoriseres videre med spenn (eksempelvis 1-5 %, 5-10 % osv.), som videre gir et spenn i teoretisk restitusjonstid (eksempelvis gir 10-20 % bestandstap henholdsvis 25 % sannsynlighet for *Moderat* miljøskade, 50 % sannsynlighet for *Betydelig* miljøskade og 25 % sannsynlighet for *Alvorlig* miljøskade). Effekt og skadenøkler er utledet fra observert dødelighet og skade fra tidligere oljeutslipp.

4.1.2 Miljøressurser

Tilstedeværelsen av naturressursene kan også være en svært usikker og variabel størrelse. For sjøfugl er datagrunnlaget generelt godt i hekkesesongen. Datasettene er basert på statistiske analyser av telledata og oppdateres jevnlig gjennom SEAPOP. Det er likevel ikke mulig å predikere sjøfugls tilstedeværelse eksakt da variasjonene er store over kort tid og fra år til år, særlig for sjøfugl i åpent hav. Et eksempel på sistnevnte datasett fremkommet gjennom SEAPOP er vist i Figur 4-2 (sjøfugl i åpent hav). Predikerte tettheter over havområdene angis sammen med 95 % konfidensintervall og standardfeil. Datasettene angir en slags gjennomsnittsverdi av tettheten av sjøfugl i hele havområdet, og reflekterer således ikke faktisk utbredelse på et gitt tidspunkt et gitt sted. Utfallsrommet av mulige konsekvenser kan således bli snevert i forhold til faktisk forventning, og beregningene basert på datasettene gir kun en «gjennomsnittlig» konsekvens.

For fiskeegg/-larver i vannsøylen baserer analysen seg på modelldata over larvefordeling i vannsøylen i ulike år. Her er det viktig med mange år med data, og realistiske fordelinger, for å gi et godt forventningsbilde av mulige larvetap. Det er også mulig å understreke usikkerheten ved å se på maksimum- og minimumsverdier, og standardavvik.



Figur 4-2 *Utbredelseskart for lomvi i åpent hav i tre sesonger (øverst) samt usikkerhetsestimater for utbredelseskartene som 95 % konfidensintervall (nederst). Kartene er opparbeidet gjennom SEAPOP* (www.seapop.no). *©SEAPOP*

4.1.3 Oljetype

Valg av oljetype-analog som skal representere et mulig hydrokarbonfunn, gjøres med variabel grad av usikkerhet. Noen ganger har man gode indikasjoner på oljeegenskaper som er avgjørende for å velge en liknende analog oljetype, andre ganger er det stor usikkerhet rundt dette. Det kan også være vanskelig å finne en eksisterende oljetype som representerer det forventede hydrokarbonets forvitringsegenskaper. For letebrønn 6306/9-1 Melstein er oljetypen Troll valgt. Dette er en miljømessig konservativ vurdering av mulig hydrokarbontype i reservoaret, da det ikke er usannsynlig at lettere hydrokarbontyper kan forekomme i reservoaret.

I tillegg kommer usikkerhet i oljedriftmodellens representasjon av oljens oppførsel på havoverflaten/ i vannsøylen etter utslipp på ulike tider av året, ved ulike værsituasjoner, samt værsituasjonen i seg selv. For å ivareta usikkerheten i ytre miljøparametere (vind, strøm, temperatur) er det viktig å modellere tilstrekkelig antall simuleringer. Dette innebærer både tilstrekkelig antall simuleringer gjennom året slik at sesongvise (månedlige) variasjoner ivaretas, men også tilstrekkelig antall år som sikrer at årlige variasjoner ivaretas. Det er benyttet 10 år med strøm- og vinddata i modellen, som anses som tilstrekkelig i henhold til *beste praksis* for modelleringsoppsett (Acona, Akvaplan-niva og DNV GL, 2016).

4.1.4 Frekvenser og sannsynligheter

I beregning av risiko benyttes både konsekvensestimater (hva blir konsekvensen dersom en utblåsning skjer), og sannsynlighetsestimater (hvor sannsynlig er det at et utslipp forekommer).

Sannsynlighetsestimatene er basert på et tallmateriale som er fremkommet gjennom historiske hendelser for Nordsjøen (norsk, britisk og tysk sektor), og den ytre kontinentalsokkelen av Mexicogolfen. Det er stor usikkerhet rundt hvor godt egnet erfaringsmateriale er for å beskrive/predikere fremtidige hendelser. I beregning av generiske utblåsningsfrekvenser ble det tidligere tatt utgangspunkt i de siste 20 års hendelser. Beregningsmetodikken er nå endret for å ivareta de senere års teknologiutvikling for å bedre sikkerheten i forbindelse med petroleumsvirksomhet. Nå benyttes data for perioden 1.1.1980-31.12.2016, derav senere års hendelser tillegges større vekt enn hendelser langt tilbake i tid (Lloyd's, 2019).

For å redusere usikkerheten rundt utblåsningssannsynligheten ytterligere kan det gjøres brønnspesifikke risikoanalyser, der man vurderer brønntekniske parametere opp mot erfaringsmaterialet. Ofte ender man da opp med en utblåsningsfrekvens som er lavere enn den generiske (historiske) tallverdien, noe som vitner om at operatøren for den aktuelle operasjonen/ aktiviteten har bedre kontroll og bedre rutiner enn hva som ligger til grunn for de historiske hendelsene eller at reservoarforhold tilsier lavere sannsynlighet for utblåsning. Dette innebærer at ved bruk av generiske frekvenser ivaretas usikkerheten gjennom konservative valg.

5 MILJØBESKRIVELSE

Letebrønn 6306/9-1 er lokalisert ca. 45 km fra Hustad/Farstad i Hustadvika kommune, Møre og Romsdal. I miljørisikoanalysen fokuseres det derfor på naturressurser tilknyttet Norskehavet. En kort beskrivelse av miljøressurser inkludert i analysen er gitt i kapittel 5.3. For en mer omfattende beskrivelse av miljøressursene i regionen, henvises det til "Oppdatering av forvaltningsplanen for Norskehavet" (Meld. St. 35, 2017) og Vedlegg A.

PL 886 og tilhørende region i sørlige Norskehavet er underlagt en del boretidsbegrensninger knyttet til gyting av sild og andre fiskeslag, sårbare kystnære sjøfugl og kystressurser. Produksjonslisens 886 ligger i et område med borerestriksjon i hekke og myteperioder (1. april til 31. august). Videre er det ingen leteboring i oljeførende lag i perioder for fiskeegg og larver (1.april - 15.juni). En nærmere beskrivelse av grunnlaget for boretidsbegrensningene samt en kort beskrivelse av SVO områdene er gitt i kapittel 5.2.

5.1 Verdifulle Økosystem Komponenter (VØK)

Som utgangspunkt for miljørisikoanalysene er det gjennomført en vurdering av hvilke naturressurser som har det største konfliktpotensialet innen influensområdet til letebrønn 6306/9-1 Melstein. En Verdsatt Økosystem Komponent (VØK) er definert i veiledningen for gjennomføring av miljørisikoanalyser (OLF, 2007) som en ressurs eller miljøegenskap som:

- Er viktig (ikke bare økonomisk) for lokalbefolkningen, eller
- Har en nasjonal eller internasjonal interesse, eller
- Hvis den endres fra sin nåværende tilstand, vil ha betydning for hvordan miljøvirkningene av et tiltak vurderes, og for hvilke avbøtende tiltak som velges.

For å velge ut VØKer innen et potensielt berørt område benyttes følgende prioriteringskriterier (OLF, 2007):

- VØK må være en populasjon eller bestand, et samfunn eller habitat/naturområde
- VØK må ha høy sårbarhet for oljeforurensning i den aktuelle sesong
- VØK bestand må være representert med en stor andel i influensområdet
- VØK bestand må være tilstede i en stor andel av året eller i den aktuelle sesong
- VØK habitat må ha høy sannsynlighet for å bli eksponert for oljeforurensning

VØKer som blir valgt ut for analyse i en spesifikk operasjon kan representere et spenn av ressurser som vil bidra til miljørisikoen for operasjonen i ulik grad. Som et minimum skal alltid den eller de ressursene som er antatt å bidra mest til miljørisikoen være representert blant de utvalgte ressursene. I utvelgelsen av VØKer er rødlistearter som er til stede i influensområdet vurdert.

5.2 Utvalgte VØK for analysen

Utvalgte VØKer er basert på kriteriene beskrevet i kapittel 5.2 og er nærmere beskrevet nedenfor.

5.2.1 Sjøfugl

Tabell 5-1 viser utvalgte sjøfuglarter på åpent hav og kystnært inkludert i miljørisikoanalysen for letebrønn 6306/9-1 Melstein. Flere av de pelagiske sjøfuglene inngår også i datasettene for kystnære sjøfugl, da det benyttes ulike datasett for disse etter tilholdssted i ulike deler av året. For disse artene dreier det seg i all

hovedsak om hekkebestanden som oppholder seg rundt hekkekoloniene i en begrenset periode av året (vår/sommer). Det er ikke tatt hensyn til svømmetrekk for sjøfugl i datasettene. De seneste oppdaterte og tilrettelagte observasjonsbaserte sjøfugl-datasettene for region Norskehavet er benyttet.

Datasettene for sjøfugl åpent hav er fra SEAPOP (2013) og kystnære datasett fra SEAPOP (2017). Åpent hav datasettet er justert for høyarktiske arter i 2018 slik at for disse artene benyttes nasjonale datasett. Datasettet for kystnære sjøfugl fra SEAPOP inneholder både nasjonale data og regionale data (Norskehavet for denne analysen).

Tabell 5-1 *Utvalgte VØKer sjøfugl for miljørisikoanalysen for* letebrønn 6306/9-1 Melstein *(SEAPOP, 2013; SEAPOP, 2017; Artsdatabanken (rødliste), 2015).*

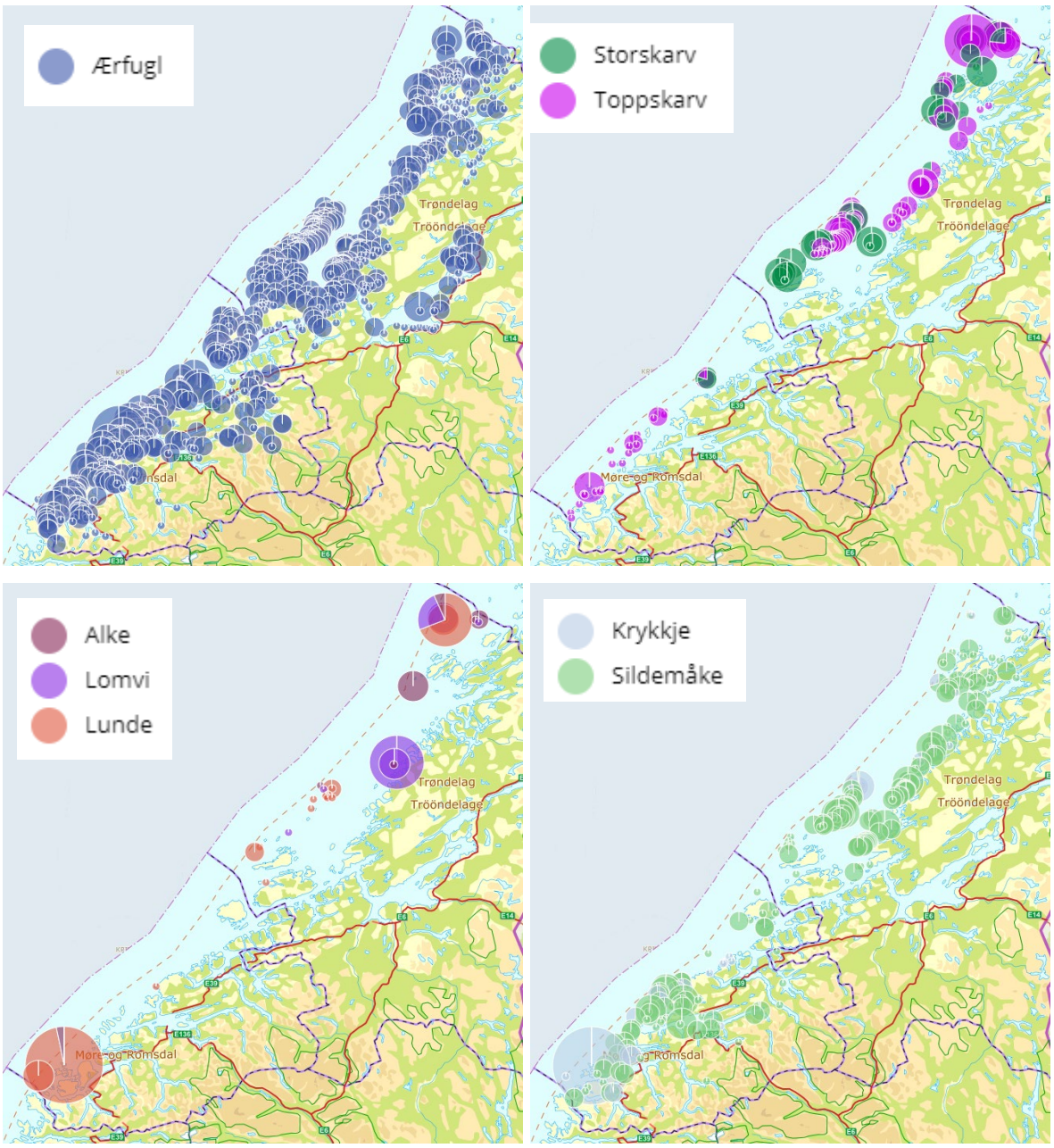
Navn	Latinsk navn	Rødlista	Tilhørighet
Alke	*Alca torda*	EN	Pelagisk sjøfugl (åpent hav)
Alkekonge	*Alle alle*	LC	
Fiskemåke	*Larus canus*	NT	
Gråmåke	*Larus argentatus*	LC	
Havhest	*Fulmarus glacialis*	EN	
Havsule	*Morus bassanus*	LC	
Krykkje	*Rissa tridactyla*	EN	
Lomvi	*Uria aalge*	CR	
Lunde	*Fratercula arctica*	VU	
Polarlomvi	*Uria lomvia*	EN	
Polarmåke	*Larus hyperboreus*	-	
Svartbak	*Larus marinus*	LC	
Alke	*Alca torda*	EN	Kystnær sjøfugl
Fiskemåke	*Larus canus*	NT	
Gråmåke	*Podiceps grisegena*	LC	
Havhest	*Fulmarus glacialis*	EN	
Havsule	*Morus bassanus*	LC	
Islom	*Gavia immer*	-	
Ismåke	*Pagophila eburnean*	VU	
Krykkje	*Rissa tridactyla*	EN	
Lomvi	*Uria aalge*	CR	
Lunde	*Fratercula arctica*	VU	
Makrellterne	*Sterna hirundo*	EN	
Polarmåke	*Larus hyperboreus*	-	
Praktærfugl	*Somateria spectabilis*	-	
Rødnebbterne	*Sterna paradisaea*	LC	
Siland	*Mergus serrator*	LC	
Sildemåke	*Larus fuscus*	LC	
Smålom	*Gavia stellate*	LC	
Storjo	*Stercorarius skua*	LC	
Storskarv	*Phalacrocorax carbo*	LC	
Svartbak	*Larus marinus*	LC	
Teist	*Cepphus grille*	VU	
Toppskarv	*Phalacrocorax aristotelis*	LC	
Ærfugl	*Somateria molissima*	NT	

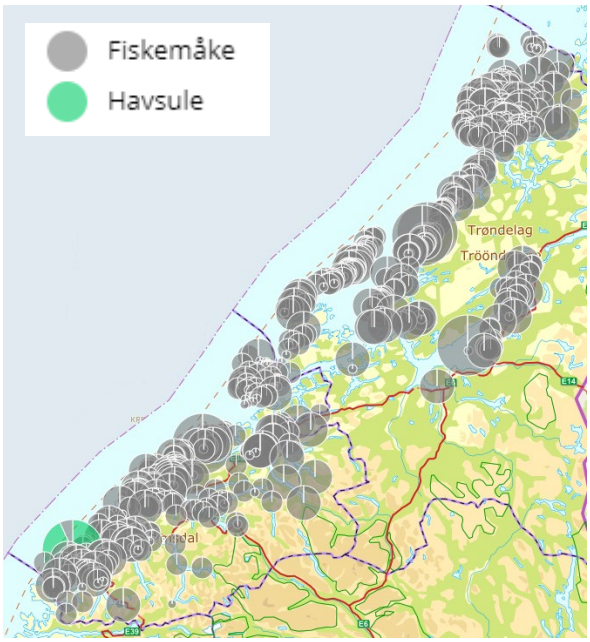
NT – Nær Truet, EN – Sterkt Truet, CR – Kritisk Truet, VU – Sårbar, LC – Livskraftig

Mange sjøfuglarter i Norskehavet har opplevd store bestandsendringer siden begynnelsen av 1980-tallet, da det meste av bestandsovervåkingen startet. Dette gjelder særlig bestandene av lomvi (kritisk truet) som er redusert med 99 %, krykkje (sterkt truet) som er redusert med 78 % og lunde (sårbar) som har gått tilbake med 75 % i denne perioden.

For lomvi har det vært størst nedgang i de nordlige koloniene innenfor Norskehavområdet, og da spesielt Røst (Nordland). Lunde har lenge tilsynelatende holdt seg stabil på Runde i Møre og Romsdal, men de siste ti årene har det vært en negativ utvikling også der. På Sklinna i Nord-Trøndelag har

hekkebestanden også gått ned. Hekkebestanden av krykkje er i tilbakegang i hele Norskehavet, og mange kolonier står i fare for å dø ut. Den nordlige underarten av sildemåke har gått tilbake i antall langs kysten av Helgeland de senere årene. Havhesten har gått kraftig tilbake i Norskehavet og er nå omtrent borte som hekkefugl i mange kolonier, blant annet på Runde. Ærfuglbestanden har også avtatt de siste årene, mens toppskarv har gått kraftig tilbake på Runde og økt på Sklinna. Havsule er en art som har økt kraftig siden begynnelsen av 1980-tallet, med mer enn en tredobling av den totale hekkebestanden. Økningen skyldes sannsynligvis store forekomster av sild og makrell. Forekomst av viktige hekkelokaliteter for en rekke fuglearter i området er gitt i Figur 5-1.





Figur 5-1 *Hekkelokaliteter for viktige arter i influensområdet for 6306/9-1 Melstein. Kartene er opparbeidet gjennom SEAPOP (www.seapop.no). Det er relative størrelser på grafene.*

5.2.2 Marine pattedyr

Havert og steinkobbe har høyest sårbarhet under kaste- og hårfellingsperioden da de samler seg i kolonier i kystnære områder. Influensområdet til letebrønn 6306/9-1 Melstein strekker seg i nordlig retning, og inn mot kystområdene. Det er valgt å gjennomføre risikoberegninger for havert, steinkobbe og oter i denne analysen. Tabell 5-2 viser de utvalgte VØK marine pattedyrene.

Tabell 5-2 *Utvalgte VØKer marine pattedyr for miljørisikoanalysen for letebrønn 6306/9-1 Melstein.*

Navn	Latinsk navn	Rødlista
Havert	*Halichoerus grypus*	LC
Steinkobbe	*Phoca vitulina*	LC
Oter	*Lutra lutra*	VU

NT – Nær Truet, EN – Sterkt Truet, CR – Kritisk Truet, VU – Sårbar, LC – Livskraftig

5.2.3 Fisk

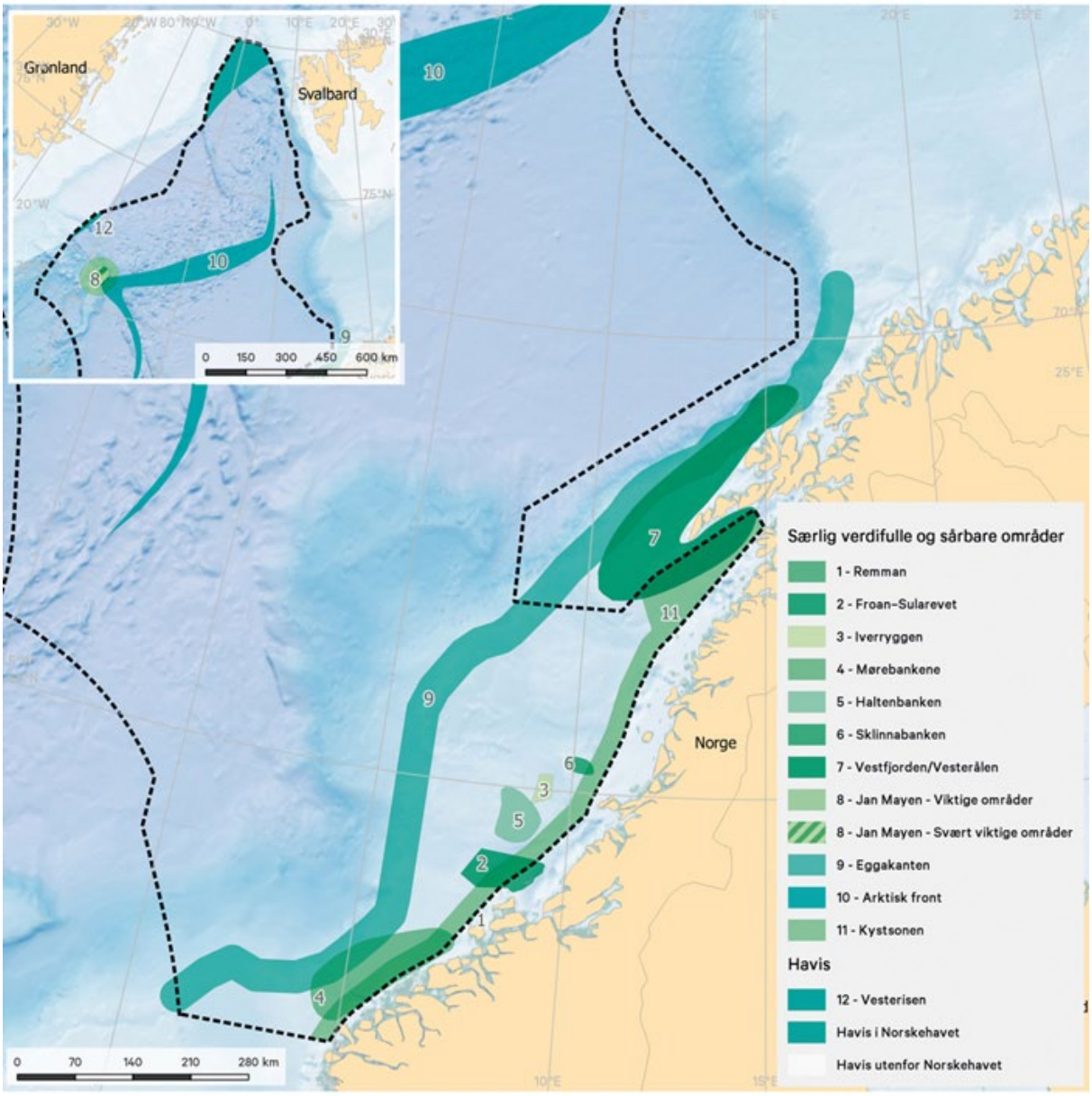
Grunnet brønnens lokasjon i Norskehavet, et område med tidvise høye konsentrasjoner av gyteprodukt og nærhet til SVO Mørebankene, er det valgt å inkludere kvantitative analyser på larvedata på sild og torsk i miljørisikoanalysen.

5.2.4 Strand

Modellering indikerer stranding langs kysten av Møre nordover til Nordland gitt en utblåsning fra letebrønn 6306/9-1 Melstein og det derfor valgt å gjennomføre skadebaserte analyser for strand, med utgangspunkt i sårbare habitater langs kystområdene.

5.2.5 Særlig verdifulle og sårbare områder (SVO)

Særlig verdifulle og sårbare områder (SVO) er områder som har vesentlig betydning for det biologiske mangfoldet og den biologiske produksjonen i havområdet, også utenfor områdene selv. Områdene er identifisert ved hjelp av forhåndsdefinerte kriterier hvor betydning for biologisk mangfold og biologisk produksjon har vært de viktigste. Særlig verdifulle og sårbare områder gir ikke direkte virkninger i form av begrensninger for næringsaktivitet, men signaliserer viktigheten av å vise særlig aktsomhet i disse områdene. I oppdatert forvaltningsplan fra 2017 (Meld. St. 35, 2017) ble følgende områder identifisert som særlig verdifulle og sårbare områder (Figur 5-2).



Figur 5-2 *Særlig verdifulle områder for viktige arter i Norskehavet. Meld.St.35 (2017); kilde: Miljødirektoratet/Havforskningsinstituttet.*

I Faggrunnlag for revisjon og oppdatering av forvaltningsplanene for norske havområder (Faglig Forum for norske havområder, 2019) ble grunnlaget for SVOer gjennomgått og i stor grad bekreftet. I tillegg har Faglig Forum identifisert en rekke «kandidatområder» og vil i sitt videre arbeid vurdere betydningen

av disse i forhold til avgrensning av eksisterende SVOer. «Kandidatområdene» ble identifisert med utgangspunkt i livshistorisk viktige områder for sjøfugl, men også annen utdypende kunnskap som ulike aspekter av en sårbarhetsvurdering vil være viktig for det videre arbeidet. For foreliggende arbeid kan det nevnes at for SVO Mørebankene så strekker beitearealene for pelagisk beitende sjøfugl seg utover grensene for SVOen. Det faglige grunnlaget viser også at områdene fra Vikna til og med verdensarvområdet Vega, samt områdene ut til og med SVO Sklinnabanken, er et svært viktig område for især de kystbundne sjøfuglene, som toppskarv, teist, sildemåke og storskarv, i Midt-Norge.

SVO Mørebankene

SVO Mørebankene fra utenfor Stadt til nord av Buagrunnen vest av Kristiansund er et kjerneområde for gyting og tidlig oppvekst hos NVG-sild og sei, men også viktig for nordøstarktisk torsk og hyse. Det er flere sårbare naturtyper, blant annet korallrev, hardbunnskorallskoger, sjøfjærsamfunn og svampskog. Det er store forekomster av svampskog på selve bankområdet, mens de øvrige er mer vanlige langs skråningen der området overlapper med eggakanten. For sjøfugl er området viktig i forbindelse med næringssøk i og utenfor hekketiden bl.a. for havsule, lomvi, lunde og alke. Det er også et viktig overvintringsområde for alkekonge og gulnebblom. Steinkobbe, havert og klappmyss finnes i området. Området er viktig for biologisk produksjon både i Norskehavet og Barentshavet.

Havsule og storjo er i vekst, mens resterende bestand av lomvi, lunde og toppskarv er i nedgang, men for toppskarv kan det se ut som om det er lokale variasjoner med hensyn til hekkesuksess. Både steinkobbe og havert har en bestandsnedgang. Rekruttering fra unge årsklasser av sild til gytebestanden har vært dårlig i mange år. 2016-årsklassen er over middels og ventes å bidra til å bremse nedgangen i gytebestanden.

Det faglige grunnlaget viser at for SVO Mørebankene strekker beitearealene for pelagisk beitende sjøfugl seg sørover til nordre del av Sogn og Fjordane, dvs. utover grensene for SVOet. Dette er derfor et «kandidatområde» hvor Faglig forum i sitt videre arbeid vil vurdere om det er behov for grenseendring.

SVO Froan med Sularevet

Froan representerer et viktig transekt fra kyst til hav. Flere fiskebestander, blant annet norsk vårgytende sild, gyter innenfor dette området, noe som også gir et godt næringsgrunnlag for andre arter. Froan er en viktig yngleplass for selartene havert og steinkobbe og er et sentralt næringsområde for mange arter sjøfugl både i og utenfor hekketiden, særlig for kystbundne arter som storskarv, toppskarv, marine dykkender, sildemåke og teist.

Sularevet er identifisert som særlig verdifullt på grunn av viktige forekomster av korallrev bestående av arten øyekorall (*Lophelia pertusa*). Korallrev har generelt høyt artsmangfold. En del viktige arter som vanlig uer, lange, brosme og sei er tilknyttet revet. Området ble beskyttet mot bruk av bunnredskaper i 2000.

SVO Kystsonen

Det særlig verdifulle og sårbare området Kystsonen er området fra grunnlinjen ut til 12 nm fra grunnlinjen, altså den mest kystnære delen av forvaltningsplanområdet. Områdene fra Stad til Runde, Trøndelagskysten med Froan, Vikna og Sklinna, Helgelandskysten med Sømma og Vega, Remman og Vestfjorden er vurdert som særlig verdifulle. Også området innenfor Kystsonen er svært viktig, og verdiene i dette området må i stor grad sees i sammenheng med verdier i Kystsonen. Kystsonen

inneholder et stort mangfold av biotoper, økosystemer og arter. Mange arter bruker hele dette kystnære området som leveområde og område for næringssøk, og særlig finnes mange viktige områder for lokale fiskebestander og sjøfugl langs kysten av Norskehavet.

SVO Eggakanten

Eggakanten er betegnelsen på overgangsområdet fra de relativt grunne bankeområdene langs fastlandet til dypet i Norskehavet, og kan grovt sett beskrives som kontinentalskråningen fra Stadt til nordvestspissen av Svalbard. Området har stor biologisk produksjon og stort biologisk mangfold. Det er høy produksjon av plante- og dyreplankton, høy konsentrasjon av mange fiske- og sjøfuglarter, og det finnes store forekomster av korallrev og andre korallstrukturer. Tidlige livsstadier av sild og torsk driver nordover langs Eggakanten. Dypvannsarter som vanlig uer, snabeluer, blåkveite og vassild har viktige gyteområder her. Det er i tillegg et viktig beiteområde for hval, og av stor betydning for mange sjøfuglarter, spesielt krykkje og alkefugler.

Det faglige grunnlaget viser at SVO Eggakanten må «utvides» (blir smalere noen steder sammenlignet med opprinnelig beskrivelse) til å omfatte hele sokkelskråningen og et stykke inn på sokkelen, fra Stadt til nord for Svalbard (Faglig Forum for norske havområder, 2019).

6 MILJØRETTET RISIKOANALYSE – RESULTATER

Mulige konsekvenser for sjøfugl og marine pattedyr er beregnet som sannsynlighet for en gitt tapsandel (henholdsvis <1 %, 1-5 %, 5-10 %, 10-20 %, 20-30 % og >30 %) av en bestand. Beregningene tar utgangspunkt i månedlige bestandsfordelinger av artene, og resultatene som presenteres er maksimal verdi av månedene innen hver sesong (vår: mars-mai, sommer: juni-august, høst: september-november, vinter: desember-februar). Sannsynlighet for ulike bestandstap er vist i Vedlegg B.

Tapsandelen er videre benyttet til å beregne miljøskade. *Miljøskade* er definert i form av mulig restitusjonstid der 1 måned - 1 år restitusjonstid betegnes som *Mindre* miljøskade, 1-3 års restitusjonstid betegnes som *Moderat* miljøskade, 3-10 års restitusjonstid betegnes som *Betydelig* miljøskade og >10 års restitusjonstid betegnes som *Alvorlig* miljøskade. Sannsynligheten for miljøskade av ulik alvorlighetsgrad er videre kombinert med sannsynligheten (frekvensen) for en oljeutblåsning, og årlig miljørisiko er målt mot Lundins operasjonsspesifikke akseptkriterier. Miljørisiko er presentert for alle inkluderte arter i foreliggende kapittel.

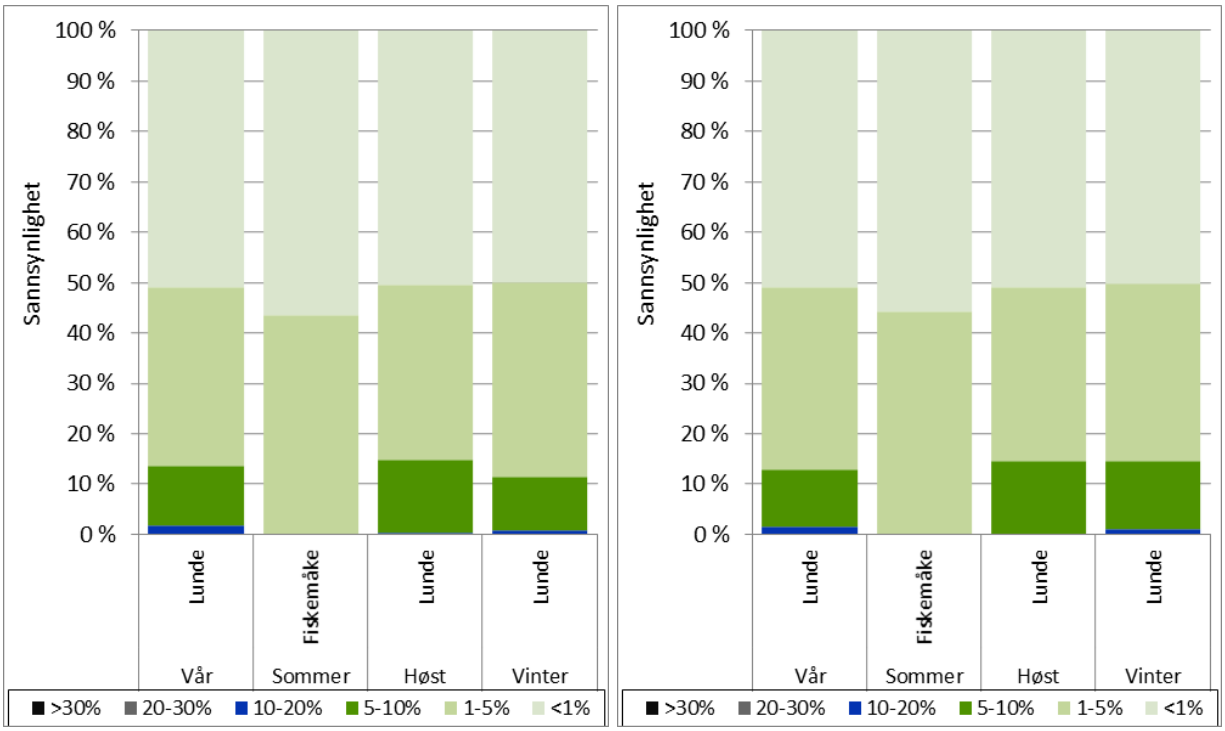
For strandhabitat er det beregnet treffsannsynlighet av ulike oljemengdekategorier per 10×10 km ruter, som videre danner grunnlaget for beregning av sannsynlighet for miljøskade per rute. Miljøskade for strandhabitat defineres på samme måte som for sjøfugl etter restitusjonstid. Resultatene av konsekvensberegningene er presentert for ruten med høyest sesongvist utslag. Det er valgt å presentere miljørisiko for de 10 ulike rutene i hver sesong med høyest månedlig utslag uavhengig av skadekategori (som andel av akseptkriteriene). Ruten med høyest utslag er ikke nødvendigvis den samme for de ulike sesongene.

Det henvises til kapittel 4 for beskrivelse av anvendt metodikk.

6.1 Mulige konsekvenser ved en utblåsning fra avgrensnings-brønn 6306/9-1 Melstein

6.1.1 Sjøfugl åpent hav

Sannsynlighet for bestandstap for alle arter er vist i Vedlegg B, mens Figur 6-1 viser bestandstapsfordeling for arten med størst miljørisiko.



Figur 6-1 *Sannsynlighet for at en gitt andel av utslagsgivende bestand av pelagisk sjøfugl dør gitt en utblåsning fra letebrønn 6303/9-1 Melstein presentert sesongvis. Overflateutblåsning til venstre og sjøbunnsutblåsning til høyre. Bestandstapene er beregnet per måned, og måneden med høyest utslag for hver VØK innenfor en sesong representerer sesongen.*

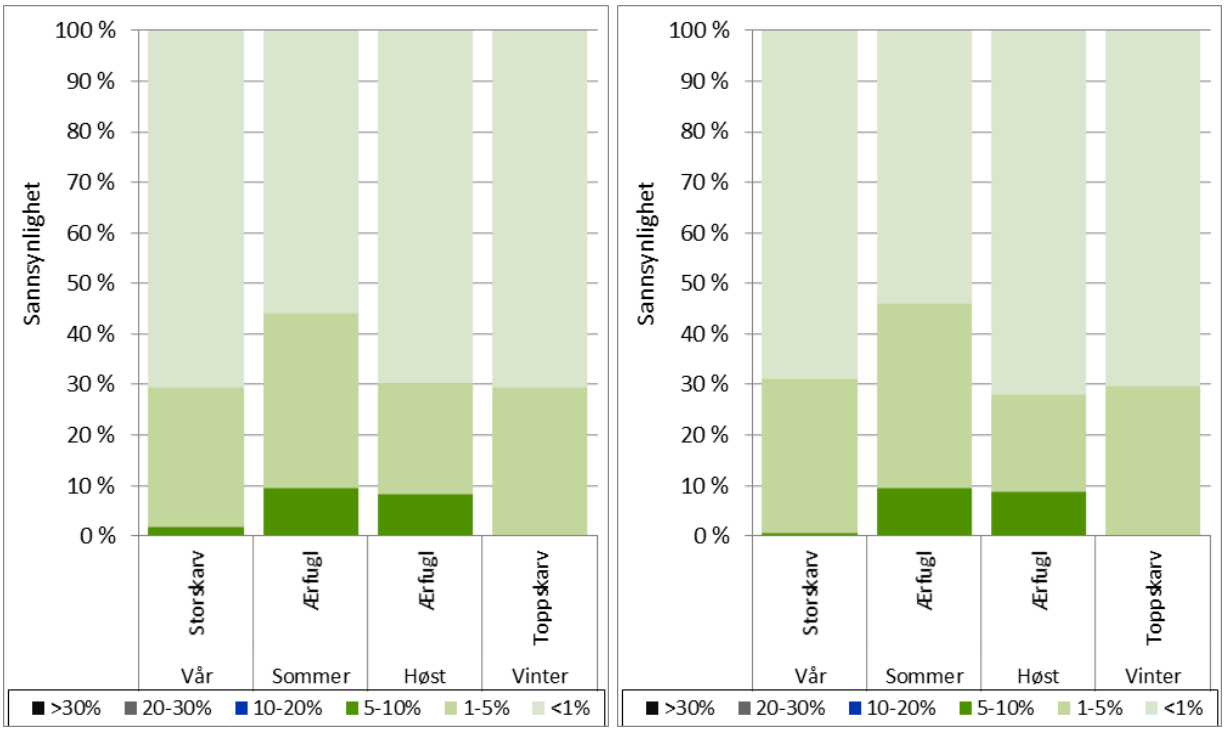
Sannsynlighet for ulike miljøkonsekvenser for sjøfugl på åpent hav gitt en utblåsning fra letebrønn 6306/9-1 er presentert i Tabell 6-1 (vektet for overflate og sjøbunnsutblåsninger). Resultatene viser maksimal sannsynlighet for alvorlig miljøskade på 3.8 % (alke i høstsesongen). Alke har også størst sannsynlighet for betydelig miljøskade med 14.6 % i høstsesongen. Lunde har størst sannsynlighet for mindre og moderat miljøskade med hhv 43.3 % og 49.0 % i vintersesongen.

Tabell 6-1 *Betinget sannsynlighet for ulike miljøkonsekvenser forbundet med utblåsning fra letebrønn 6306/9-1 Melstein, presentert for* ***pelagisk sjøfugl*** *for Mindre, Moderat, Betydelig og Alvorlig miljøskade. Miljøkonsekvens for hver ressurs er vist for den måneden som gir høyest utslag i hver av skadekategoriene i vår-, sommer-, høst- og vintersesongen.*

	Sannsynlighet for miljøkonsekvenser															
	Vår				Sommer				Høst				Vinter			
Art	Mindre (< 1 år)	Moderat (1 - 3 år)	Betydelig (3 - 10 år)	Alvorlig (> 10 år)	Mindre (< 1 år)	Moderat (1 - 3 år)	Betydelig (3 - 10 år)	Alvorlig (> 10 år)	Mindre (< 1 år)	Moderat (1 - 3 år)	Betydelig (3 - 10 år)	Alvorlig (> 10 år)	Mindre (< 1 år)	Moderat (1 - 3 år)	Betydelig (3 - 10 år)	Alvorlig (> 10 år)
Alkekonge	35.2 %	42.5 %	10.4 %	3.1 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	37.4 %	47.0 %	11.1 %	1.5 %	41.1 %	48.4 %	10.7 %	2.2 %
Alke	33.0 %	41.3 %	8.9 %	0.7 %	6.8 %	6.8 %	0.0 %	0.0 %	29.3 %	40.1 %	14.6 %	3.8 %	36.3 %	45.8 %	11.6 %	2.9 %
Fiskemåke	33.6 %	33.6 %	0.0 %	0.0 %	39.6 %	39.6 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %
Gråmåke	27.7 %	27.7 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	33.1 %	33.1 %	0.0 %	0.0 %	32.2 %	32.2 %	0.0 %	0.0 %
Havhest	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	13.0 %	13.0 %	0.0 %	0.0 %	15.4 %	15.6 %	0.2 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %
Havsule	11.4 %	11.4 %	0.9 %	0.0 %	16.4 %	16.4 %	0.3 %	0.0 %	18.3 %	18.4 %	0.3 %	0.0 %	8.4 %	8.7 %	0.4 %	0.0 %
Krykkje	18.7 %	20.1 %	1.4 %	0.0 %	16.4 %	16.8 %	0.8 %	0.0 %	25.1 %	26.3 %	1.2 %	0.0 %	21.6 %	22.2 %	1.7 %	0.0 %
Lomvi	35.0 %	40.5 %	7.1 %	1.6 %	23.5 %	25.7 %	3.3 %	0.1 %	38.2 %	44.2 %	6.7 %	0.7 %	41.6 %	45.7 %	6.1 %	1.1 %
Lunde	41.1 %	47.5 %	7.3 %	0.8 %	12.7 %	13.7 %	0.9 %	0.0 %	41.2 %	48.4 %	7.2 %	0.4 %	43.3 %	49.0 %	7.7 %	0.6 %
Polarlomvi	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.3 %	0.3 %	0.0 %	0.0 %
Polarmåke	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.1 %	0.1 %	0.0 %	0.0 %
Svartbak	22.7 %	22.7 %	0.0 %	0.0 %	14.5 %	14.5 %	0.0 %	0.0 %	25.0 %	25.0 %	0.0 %	0.0 %	22.8 %	22.8 %	0.0 %	0.0 %

6.1.2 Kystnære sjøfugl (nasjonale data)

Sannsynlighet for bestandstap for alle arter er vist i Vedlegg B, mens Figur 6-2 viser bestandstapsfordeling for arten med størst miljørisiko.



Figur 6-2 *Sannsynlighet for at en gitt andel av utslagsgivende bestand av kystnær sjøfugl dør gitt en utblåsning fra letebrønn 6303/9-1 Melstein presentert sesongvis. Overflateutblåsning til venstre og sjøbunnsutblåsning til høyre. Bestandstapene er beregnet per måned, og måneden med høyest utslag for hver VØK innenfor en sesong representerer sesongen.*

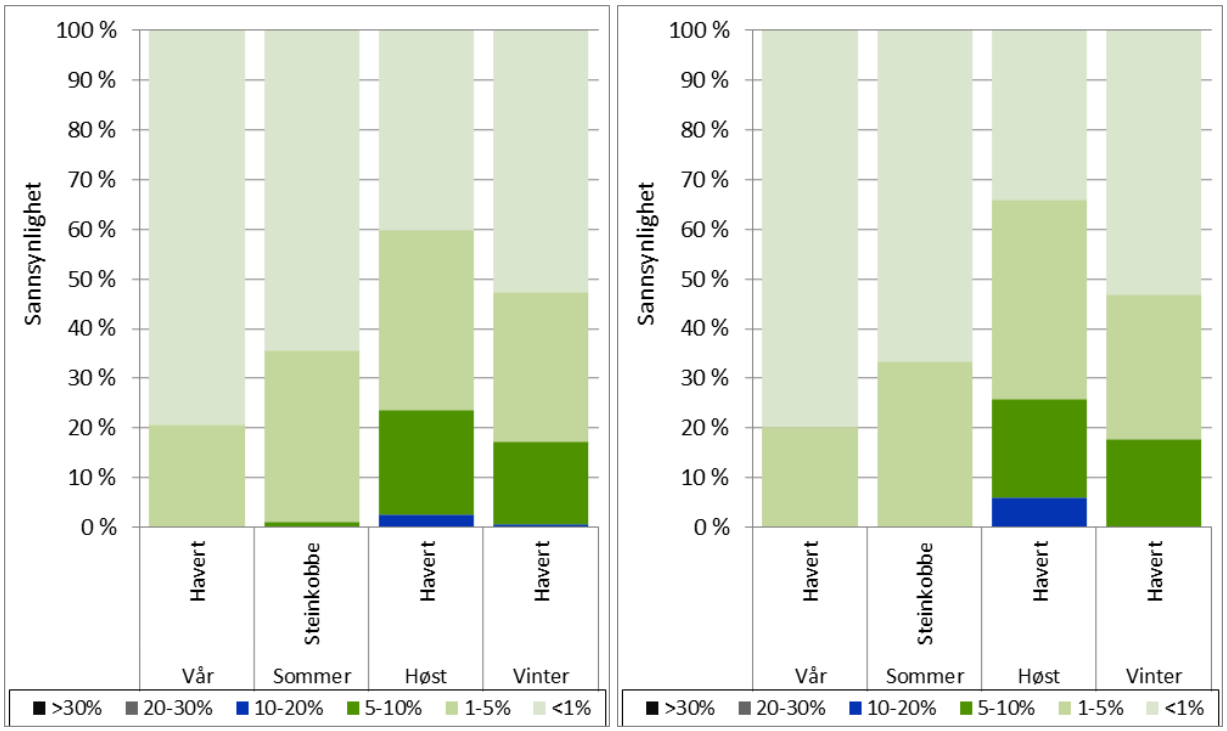
Sannsynlighet for ulike miljøkonsekvenser for kystnær sjøfugl (nasjonale data) gitt en utblåsning fra letebrønn 6306/9-1 er presentert i Tabell 6-2 (vektet for overflate og sjøbunnsutblåsninger). Resultatene viser ingen sannsynlighet for alvorlig miljøskade. Ærfugl har størst sannsynlighet for betydelig miljøskade med 6.3 % i høstsesongen. Ærfugl har også har størst sannsynlighet for mindre og moderat miljøskade med hhv 27.8 % og 34.4 % i sommersesongen.

Tabell 6-2 *Betinget sannsynlighet for ulike miljøkonsekvenser forbundet med utblåsning fra letebrønn 6306/9-1 Melstein, presentert for* ***kystnær sjøfugl (nasjonale data)*** *for Mindre, Moderat, Betydelig og Alvorlig miljøskade. Miljøkonsekvens for hver ressurs er vist for den måneden som gir høyest utslag i hver av skadekategoriene i vår-, sommer-, høst- og vintersesongen.*

	Sannsynlighet for miljøkonsekvenser															
	Vår				Sommer				Høst				Vinter			
Art	Mindre (< 1 år)	Moderat (1 - 3 år)	Betydelig (3 - 10 år)	Alvorlig (> 10 år)	Mindre (< 1 år)	Moderat (1 - 3 år)	Betydelig (3 - 10 år)	Alvorlig (> 10 år)	Mindre (< 1 år)	Moderat (1 - 3 år)	Betydelig (3 - 10 år)	Alvorlig (> 10 år)	Mindre (< 1 år)	Moderat (1 - 3 år)	Betydelig (3 - 10 år)	Alvorlig (> 10 år)
Alke	4.5 %	4.5 %	0.0 %	0.0 %	7.1 %	7.1 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %
Havhest	4.8 %	4.8 %	0.0 %	0.0 %	6.8 %	6.8 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %
Havsule	9.3 %	9.3 %	0.0 %	0.0 %	10.9 %	10.9 %	0.0 %	0.0 %	0.6 %	0.6 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %
Islom	12.2 %	12.2 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	14.6 %	14.6 %	0.0 %	0.0 %	12.2 %	12.2 %	0.0 %	0.0 %
Krykkje	4.4 %	4.4 %	0.0 %	0.0 %	6.8 %	6.8 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %
Lomvi	4.5 %	4.5 %	0.0 %	0.0 %	6.8 %	6.8 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %
Lunde	3.5 %	3.7 %	0.2 %	0.0 %	8.3 %	9.5 %	1.2 %	0.0 %	6.2 %	6.2 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %
Praktærfugl	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	1.6 %	1.6 %	0.0 %	0.0 %	0.6 %	0.6 %	0.0 %	0.0 %
Rødnebbterne	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.8 %	0.8 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %
Siland	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	28.1 %	28.1 %	0.0 %	0.0 %	23.3 %	23.3 %	0.0 %	0.0 %	3.1 %	3.1 %	0.0 %	0.0 %
Smålom	2.0 %	2.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	14.1 %	14.1 %	0.0 %	0.0 %	7.9 %	7.9 %	0.0 %	0.0 %
Storjo	4.5 %	4.5 %	0.0 %	0.0 %	8.8 %	8.8 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %
Storskarv	17.2 %	17.7 %	0.5 %	0.0 %	18.8 %	21.5 %	2.6 %	0.0 %	15.5 %	15.5 %	0.0 %	0.0 %	5.2 %	5.2 %	0.0 %	0.0 %
Svartbak	6.1 %	6.1 %	0.0 %	0.0 %	7.2 %	7.2 %	0.0 %	0.0 %	0.2 %	0.2 %	0.0 %	0.0 %	0.1 %	0.1 %	0.0 %	0.0 %
Teist	10.9 %	10.9 %	0.0 %	0.0 %	11.9 %	12.0 %	0.2 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	5.7 %	5.7 %	0.0 %	0.0 %
Toppskarv	13.8 %	13.8 %	0.0 %	0.0 %	14.7 %	14.7 %	0.2 %	0.0 %	9.3 %	9.3 %	0.0 %	0.0 %	15.4 %	15.4 %	0.0 %	0.0 %
Ærfugl	15.5 %	15.5 %	0.0 %	0.0 %	27.8 %	34.4 %	6.6 %	0.0 %	25.2 %	31.5 %	6.3 %	0.0 %	3.4 %	3.4 %	0.0 %	0.0 %

6.1.3 Marine pattedyr

Sannsynlighet for bestandstap for alle arter er vist i Vedlegg B, mens Figur 6-2 viser bestandstapsfordeling for arten med størst miljørisiko.



Figur 6-3 *Sannsynlighet for at en gitt andel av utslagsgivende bestand av marine pattedyr dør gitt en utblåsning fra letebrønn 6303/9-1 Melstein presentert sesongvis. Overflateutblåsning til venstre og sjøbunnsutblåsning til høyre. Bestandstapene er beregnet per måned, og måneden med høyest utslag for hver VØK innenfor en sesong representerer sesongen.*

Sannsynlighet for ulike miljøkonsekvenser for marine pattedyr gitt en utblåsning fra letebrønn 6306/9-1 er presentert i Tabell 6-3 (vektet for overflate og sjøbunnsutblåsninger). Havert har størst sannsynlighet for betydelig og alvorlig miljøskade med hhv. 8.2 % og 1.7 % i høstsesongen. Havert har også størst sannsynlighet for mindre og moderat miljøskade med hhv. 24.4 % og 31.0 % også det i høstsesongen.

Tabell 6-3 *Betinget sannsynlighet for ulike miljøkonsekvenser forbundet med utblåsning fra letebrønn 6306/9-1 Melstein, presentert for* ***marine pattedyr*** *for Mindre, Moderat, Betydelig og Alvorlig miljøskade. Miljøkonsekvens for hver ressurs er vist for den måneden som gir høyest utslag i hver av skadekategoriene i vår-, sommer-, høst- og vintersesongen.*

	Sannsynlighet for miljøkonsekvenser															
	Vår				Sommer				Høst				Vinter			
Art	Mindre (< 1 år)	Moderat (1 - 3 år)	Betydelig (3 - 10 år)	Alvorlig (> 10 år)	Mindre (< 1 år)	Moderat (1 - 3 år)	Betydelig (3 - 10 år)	Alvorlig (> 10 år)	Mindre (< 1 år)	Moderat (1 - 3 år)	Betydelig (3 - 10 år)	Alvorlig (> 10 år)	Mindre (< 1 år)	Moderat (1 - 3 år)	Betydelig (3 - 10 år)	Alvorlig (> 10 år)
Havert	10.2 %	10.2 %	0.0 %	0.0 %	15.2 %	15.2 %	0.0 %	0.0 %	24.4 %	31.0 %	8.2 %	1.7 %	19.1 %	23.5 %	4.4 %	0.0 %
Oter	6.7 %	6.7 %	0.0 %	0.0 %	8.6 %	8.6 %	0.0 %	0.0 %	4.3 %	4.3 %	0.0 %	0.0 %	7.9 %	7.9 %	0.0 %	0.0 %
Steinkobbe	1.3 %	1.3 %	0.0 %	0.0 %	16.8 %	16.9 %	0.2 %	0.0 %	1.5 %	1.5 %	0.0 %	0.0 %	0.3 %	0.3 %	0.0 %	0.0 %

6.1.4 Strandhabitat

Sannsynlighet for ulike miljøkonsekvenser for kysthabitater (10x10km områder) gitt en utblåsning fra letebrønn 6306/9-1 er presentert i Tabell 6-2 for overflate og sjøbunnsutblåsninger. Miljøkonsekvens gitt en utblåsning presenteres for de ti 10x10 km kystrutene med høyest skadepotensiale innenfor hver sesong. Det er ingen sannsynlighet for betydelig eller alvorlig miljøskade for noen 10x10 km kysthabitater. Størst sannsynlighet og mindre og moderat skade er på hhv. 67.6 % og 25.0 % ved overflateutblåsning i sommersesongen.

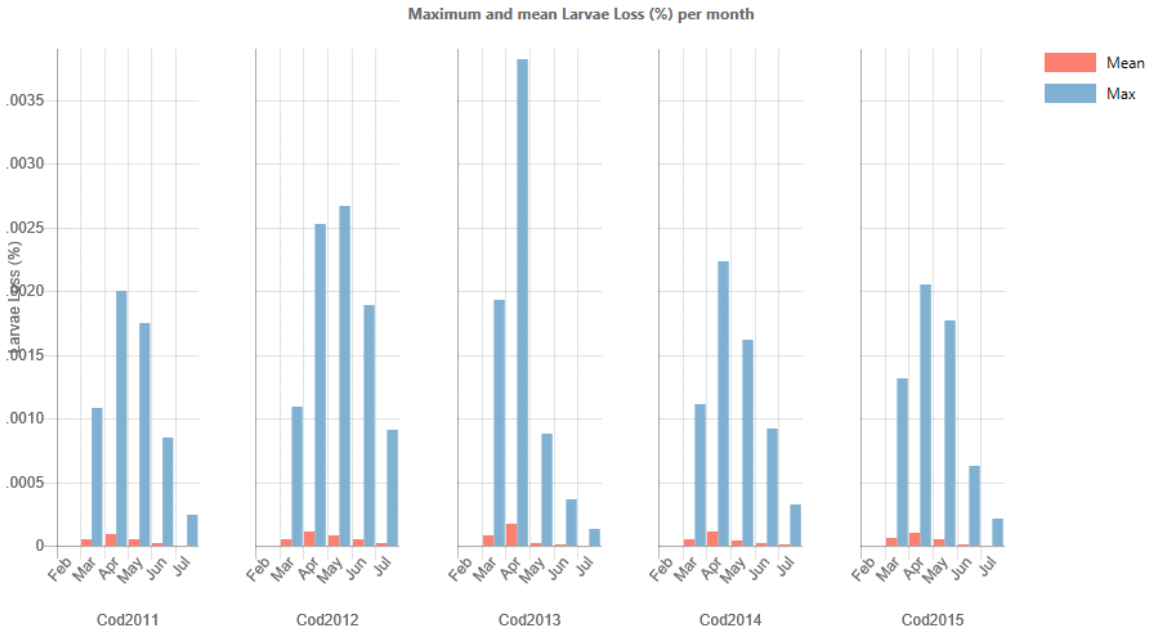
Tabell 6-4 *Sannsynlighet for ulike miljøskade gitt en utblåsning fra letebrønn 6306/9-1 Melstein presentert for de ti 10×10 km kystrutene med skadepotensiale.*

		Sannsynlighet for skade (restitusjonstid) gitt en utslipp							
		Topside				Subsea			
	Cell nr.	Mindre (< 1 år)	Moderat (1 - 3 år)	Betydelig (3 - 10 år)	Alvorlig (> 10 år)	Mindre (< 1 år)	Moderat (1 - 3 år)	Betydelig (3 - 10 år)	Alvorlig (> 10 år)
Vår	1	67.4 %	20.3 %	0.0 %	0.0 %	66.6 %	20.8 %	0.0 %	0.0 %
	2	65.6 %	19.4 %	0.0 %	0.0 %	67.1 %	20.1 %	0.0 %	0.0 %
	3	61.4 %	19.3 %	0.0 %	0.0 %	63.7 %	20.1 %	0.0 %	0.0 %
	4	53.7 %	18.2 %	0.0 %	0.0 %	54.9 %	18.6 %	0.0 %	0.0 %
	5	42.4 %	17.0 %	0.0 %	0.0 %	42.3 %	17.1 %	0.0 %	0.0 %
	6	47.7 %	17.0 %	0.0 %	0.0 %	47.8 %	16.9 %	0.0 %	0.0 %
	7	57.2 %	17.3 %	0.0 %	0.0 %	55.2 %	16.7 %	0.0 %	0.0 %
	8	42.1 %	16.7 %	0.0 %	0.0 %	43.0 %	16.5 %	0.0 %	0.0 %
	9	54.8 %	15.4 %	0.0 %	0.0 %	59.5 %	16.5 %	0.0 %	0.0 %
	10	43.8 %	14.9 %	0.0 %	0.0 %	43.4 %	14.7 %	0.0 %	0.0 %
Sommer	1	64.5 %	25.0 %	0.0 %	0.0 %	64.4 %	24.7 %	0.0 %	0.0 %
	2	67.6 %	22.8 %	0.0 %	0.0 %	66.2 %	22.8 %	0.0 %	0.0 %
	3	64.5 %	21.5 %	0.0 %	0.0 %	66.5 %	21.6 %	0.0 %	0.0 %
	4	66.1 %	21.7 %	0.0 %	0.0 %	63.3 %	21.5 %	0.0 %	0.0 %
	5	58.7 %	20.3 %	0.0 %	0.0 %	58.0 %	20.0 %	0.0 %	0.0 %
	6	60.5 %	20.3 %	0.0 %	0.0 %	58.7 %	19.3 %	0.0 %	0.0 %
	7	49.3 %	17.3 %	0.0 %	0.0 %	52.0 %	18.0 %	0.0 %	0.0 %
	8	46.6 %	17.4 %	0.0 %	0.0 %	48.6 %	17.8 %	0.0 %	0.0 %
	9	56.9 %	17.8 %	0.0 %	0.0 %	56.4 %	17.3 %	0.0 %	0.0 %
	10	41.5 %	16.2 %	0.0 %	0.0 %	43.4 %	16.2 %	0.0 %	0.0 %
Høst	1	61.5 %	23.5 %	0.0 %	0.0 %	61.2 %	23.5 %	0.0 %	0.0 %
	2	64.7 %	22.1 %	0.0 %	0.0 %	67.0 %	22.7 %	0.0 %	0.0 %
	3	60.6 %	20.0 %	0.0 %	0.0 %	64.1 %	21.3 %	0.0 %	0.0 %
	4	64.5 %	20.1 %	0.0 %	0.0 %	62.2 %	20.1 %	0.0 %	0.0 %
	5	42.4 %	17.2 %	0.0 %	0.0 %	42.7 %	17.1 %	0.0 %	0.0 %
	6	50.1 %	17.4 %	0.0 %	0.0 %	47.0 %	16.2 %	0.0 %	0.0 %
	7	48.4 %	16.4 %	0.0 %	0.0 %	46.8 %	16.3 %	0.0 %	0.0 %
	8	41.8 %	16.0 %	0.0 %	0.0 %	41.2 %	15.9 %	0.0 %	0.0 %
	9	44.9 %	14.7 %	0.0 %	0.0 %	45.7 %	15.5 %	0.0 %	0.0 %
	10	51.4 %	14.2 %	0.0 %	0.0 %	53.1 %	14.9 %	0.0 %	0.0 %
Vinter	1	63.9 %	20.5 %	0.0 %	0.0 %	66.6 %	21.2 %	0.0 %	0.0 %
	2	60.4 %	19.2 %	0.0 %	0.0 %	61.0 %	19.3 %	0.0 %	0.0 %
	3	57.6 %	18.1 %	0.0 %	0.0 %	56.3 %	18.3 %	0.0 %	0.0 %
	4	45.8 %	16.0 %	0.0 %	0.0 %	48.8 %	17.0 %	0.0 %	0.0 %
	5	49.8 %	14.1 %	0.0 %	0.0 %	53.4 %	15.4 %	0.0 %	0.0 %
	6	48.3 %	13.7 %	0.0 %	0.0 %	50.8 %	14.3 %	0.0 %	0.0 %
	7	38.3 %	12.8 %	0.0 %	0.0 %	38.4 %	13.0 %	0.0 %	0.0 %
	8	27.0 %	10.9 %	0.0 %	0.0 %	29.6 %	11.8 %	0.0 %	0.0 %
	9	36.1 %	11.1 %	0.0 %	0.0 %	37.7 %	11.6 %	0.0 %	0.0 %
	10	29.0 %	10.6 %	0.0 %	0.0 %	31.4 %	11.0 %	0.0 %	0.0 %

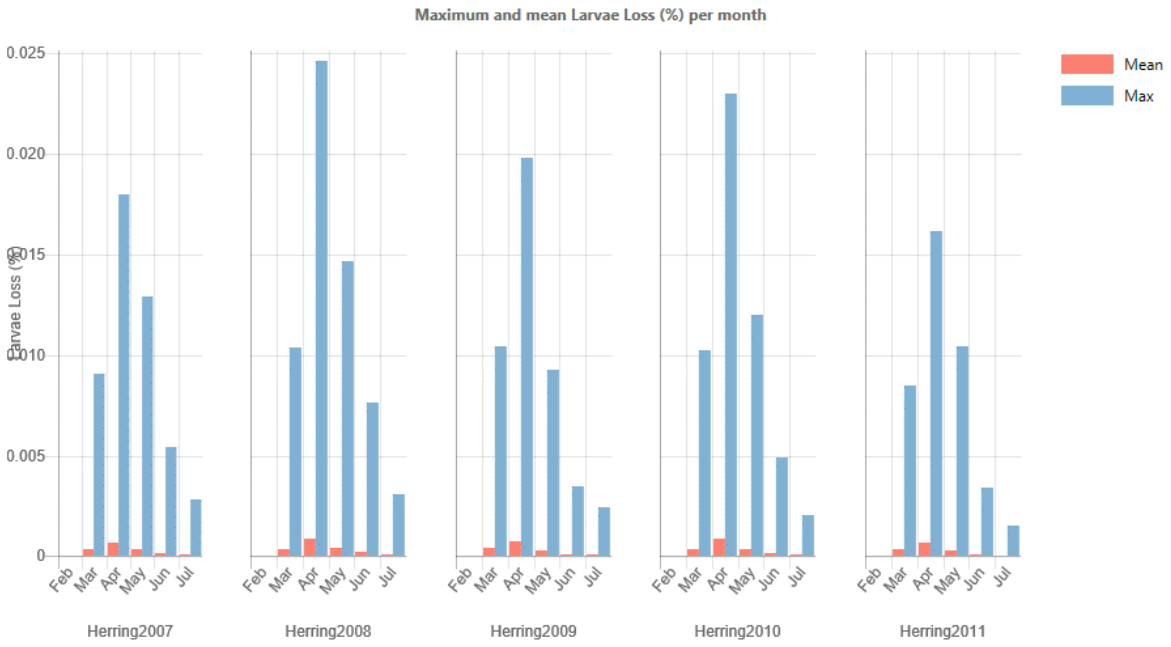
6.1.5 Fisk

Det er gjennomført modellering av mulige tapsandeler av fiskeegg og fiskelarver for henholdsvis torsk og sild. Analysen er gjennomført på raten 518 m^3/d for sjøbunnsutblåsning med 15 døgns varighet. Det er utført beregninger både med THC og CBR tilnærming.

Begge resultatene viser svært lave larvetap (maksimalt 0.004 % for torsk (Figur 6-4) og 0.025 % for sild (Figur 6-5) og effekter på fiskeegg og larver i området kan derfor sier å være neglisjerbare og tas ikke videre i miljørisikoberegningene.



Figur 6-4 *Gjennomsnittlig (rød søyle) og maksimale (blå søyle) larvetap beregnet med CBR for torskelarver (2011 til 2015) gitt en sjøbunnsutblåsning fra 6306/9-1 med 15 dagers varighet.*



Figur 6-5 *Gjennomsnittlig (rød søyle) og maksimale (blåe søyle) larvetap beregnet med CBR for sildelarver (2007 til 2011) gitt en sjøbunnsutblåsning fra 6306/9-1 med 15 dagers varighet.*

6.2 Miljørisiko

Miljørisiko i tilknytning til letebrønn 6306/9-1 Melstein presenteres sesongvis for den enkelte VØK kategori. Miljørisiko uttrykkes ved sannsynlighet for skade på bestander eller kystområder kombinert med frekvens for utblåsning. For bestander; pelagisk og kystnær sjøfugl, og marine pattedyr presenteres risikoen på artsnivå mens for kysthabitat presenteres de 10 rutene (10×10 km) med høyest utslag. De sesongvise verdiene tilsvarer måneden med høyest innslag innenfor en gitt sesong, og viser et vektet bilde for overflate- og sjøbunnsutblåsning. Risikoen presenteres som prosentvis andel av Lundins gjeldende operasjonsspesifikke akseptkriterier (kapittel 1.3).

Skade er definert i form av restitusjonstid som den tiden det tar før en bestand er tilbake til 99 % av opprinnelig nivå (OLF, 2007). Graden av skade er inndelt i fire kategorier; *Mindre* (<1 års restitusjonstid), *Moderat* (1-3 års restitusjonstid), *Betydelig* (3-10 års restitusjonstid) og *Alvorlig* (>10 års restitusjonstid) miljøskade.

6.2.1 Pelagisk sjøfugl

Miljørisiko for pelagisk sjøfugl er presentert i Tabell 6-5 for alle berørte arter i hver sesong. Høyest risiko for skade på pelagisk sjøfugl er beregnet for *Lunde* i vintersesongen i kategorien *Moderat* miljøskade med 25.9 % av akseptkriteriet. Høyest beregnet miljørisiko innenfor hver miljøskadekategori, som andel av akseptkriteriet, er som følger:

- 6 % av akseptkriteriet for *Mindre* miljøskade (lunde og lomvi - vinter).
- 26 % av akseptkriteriet for *Moderat* miljøskade (lunde og alkekonge - vinter).
- 19 % av akseptkriteriet for *Betydelig* miljøskade (alke - høst).
- 20 % av akseptkriteriet for *Alvorlig* miljøskade (alke - høst).

Sesongvis miljørisiko er basert på måneden med høyest utslag innenfor perioden. Dette innebærer at redusert risikonivå i deler av tidsrommet ikke reflekteres i de sesongvise resultatene. For å synliggjøre variasjonene innenfor en sesong så henvises til kapittel 6.3.2 hvor risikonivået er presentert på månedsbasis.

Tabell 6-5 *Miljørisiko forbundet med utblåsning fra letebrønn 6306/9-1 Melstein, presentert for* ***pelagisk sjøfugl*** *for henholdsvis Mindre, Moderat, Betydelig og Alvorlig miljøskade, og vist som andel av akseptkriteriet i de fire skadekategoriene. Miljørisiko for hver ressurs er vist for den måneden som gir høyest utslag i hver av skadekategoriene i vår-, sommer-, høst- og vintersesongen. Fargekoden viser miljørisiko av ulik numerisk størrelse.*

	Andel av akseptkriteriene															
	Vår				Sommer				Høst				Vinter			
Art	Mindre (< 1 år)	Moderat (1 - 3 år)	Betydelig (3 - 10 år)	Alvorlig (> 10 år)	Mindre (< 1 år)	Moderat (1 - 3 år)	Betydelig (3 - 10 år)	Alvorlig (> 10 år)	Mindre (< 1 år)	Moderat (1 - 3 år)	Betydelig (3 - 10 år)	Alvorlig (> 10 år)	Mindre (< 1 år)	Moderat (1 - 3 år)	Betydelig (3 - 10 år)	Alvorlig (> 10 år)
Alkekonge	4.6 %	22.5 %	13.8 %	16.2 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	4.9 %	24.8 %	14.6 %	7.7 %	5.4 %	25.5 %	14.1 %	11.7 %
Alke	4.4 %	21.8 %	11.8 %	3.6 %	0.9 %	3.6 %	0.0 %	0.0 %	3.9 %	21.2 %	19.2 %	20.0 %	4.8 %	24.2 %	15.3 %	15.3 %
Fiskemåke	4.4 %	17.7 %	0.0 %	0.0 %	5.2 %	20.9 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %
Gråmåke	3.7 %	14.6 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	4.4 %	17.5 %	0.0 %	0.0 %	4.2 %	17.0 %	0.0 %	0.0 %
Havhest	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	1.7 %	6.9 %	0.0 %	0.0 %	2.0 %	8.2 %	0.2 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %
Havsule	1.5 %	6.0 %	1.1 %	0.0 %	2.2 %	8.7 %	0.4 %	0.0 %	2.4 %	9.7 %	0.4 %	0.0 %	1.1 %	4.6 %	0.5 %	0.0 %
Krykkje	2.5 %	10.6 %	1.9 %	0.0 %	2.2 %	8.9 %	1.0 %	0.0 %	3.3 %	13.9 %	1.6 %	0.0 %	2.9 %	11.7 %	2.2 %	0.0 %
Lomvi	4.6 %	21.4 %	9.3 %	8.5 %	3.1 %	13.5 %	4.4 %	0.5 %	5.0 %	23.4 %	8.9 %	3.7 %	5.5 %	24.1 %	8.0 %	5.6 %
Lunde	5.4 %	25.1 %	9.6 %	4.2 %	1.7 %	7.2 %	1.2 %	0.2 %	5.4 %	25.6 %	9.6 %	2.3 %	5.7 %	25.9 %	10.2 %	2.9 %
Polarlomvi	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.2 %	0.0 %	0.0 %
Polarmåke	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.1 %	0.0 %	0.0 %
Svartbak	3.0 %	12.0 %	0.0 %	0.0 %	1.9 %	7.6 %	0.0 %	0.0 %	3.3 %	13.2 %	0.0 %	0.0 %	3.0 %	12.0 %	0.0 %	0.0 %
MAX	***5.4 %***	***25.1 %***	***13.8 %***	***16.2 %***	***5.2 %***	***20.9 %***	***4.4 %***	***0.5 %***	***5.4 %***	***25.6 %***	***19.2 %***	***20.0 %***	***5.7 %***	***25.9 %***	***15.3 %***	***15.3 %***

10% - 20%
20% - 50%
50% - 100%
> 100%

6.2.2 Kystnær sjøfugl (nasjonale data)

Miljørisiko for kystnær sjøfugl er presentert i Tabell 6-6 for alle berørte arter i hver sesong. Høyest risiko for skade på kystnær sjøfugl (nasjonale datasett) er beregnet for *ærfugl* om sommeren i kategorien *Moderat* miljøskade med 18.1 % av akseptkriteriet. Høyest beregnet miljørisiko innenfor hver miljøskadekategori, uavhengig av sesong og art, som andel av akseptkriteriet er som følger:

- 4 % av akseptkriteriet for *Mindre* miljøskade (ærfugl - sommer).
- 18 % av akseptkriteriet for *Moderat* miljøskade (ærfugl - sommer).
- 9 % av akseptkriteriet for B*etydelig* miljøskade (ærfugl - sommer).

Beregningene viser ingen risiko for *Alvorlig* miljøskade.

Tabell 6-6 *Miljørisiko forbundet med utblåsning fra letebrønn 6506/11-10 Hades, presentert for* ***kystnær sjøfugl (nasjonale data)*** *for henholdsvis Mindre, Moderat, Betydelig og Alvorlig miljøskade, og vist som andel av akseptkriteriet i de fire skadekategoriene. Miljørisiko for hver ressurs er vist for den måneden som gir høyest utslag i hver av skadekategoriene i vår-, sommer-, høst- og vintersesongen.*

	Andel av akseptkriteriene															
	Vår				Sommer				Høst				Vinter			
Specie	Mindre (< 1 år)	Moderat (1 - 3 år)	Betydelig (3 - 10 år)	Alvorlig (> 10 år)	Mindre (< 1 år)	Moderat (1 - 3 år)	Betydelig (3 - 10 år)	Alvorlig (> 10 år)	Mindre (< 1 år)	Moderat (1 - 3 år)	Betydelig (3 - 10 år)	Alvorlig (> 10 år)	Mindre (< 1 år)	Moderat (1 - 3 år)	Betydelig (3 - 10 år)	Alvorlig (> 10 år)
Alke	0.6 %	2.4 %	0.0 %	0.0 %	0.9 %	3.7 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %
Havhest	0.6 %	2.6 %	0.0 %	0.0 %	0.9 %	3.6 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %
Havsule	1.2 %	4.9 %	0.0 %	0.0 %	1.4 %	5.7 %	0.0 %	0.0 %	0.1 %	0.3 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %
Islom	1.6 %	6.4 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	1.9 %	7.7 %	0.0 %	0.0 %	1.6 %	6.4 %	0.0 %	0.0 %
Krykkje	0.6 %	2.3 %	0.0 %	0.0 %	0.9 %	3.6 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %
Lomvi	0.6 %	2.4 %	0.0 %	0.0 %	0.9 %	3.6 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %
Lunde	0.5 %	2.0 %	0.2 %	0.0 %	1.1 %	5.0 %	1.6 %	0.0 %	0.8 %	3.3 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %
Praktærfugl	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.2 %	0.8 %	0.0 %	0.0 %	0.1 %	0.3 %	0.0 %	0.0 %
Rødnebbterne	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.1 %	0.4 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %
Siland	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	3.7 %	14.9 %	0.0 %	0.0 %	3.1 %	12.3 %	0.0 %	0.0 %	0.4 %	1.6 %	0.0 %	0.0 %
Smålom	0.3 %	1.1 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	1.9 %	7.5 %	0.0 %	0.0 %	1.0 %	4.2 %	0.0 %	0.0 %
Storjo	0.6 %	2.4 %	0.0 %	0.0 %	1.2 %	4.7 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %
Storskarv	2.3 %	9.4 %	0.7 %	0.0 %	2.5 %	11.3 %	3.5 %	0.0 %	2.0 %	8.2 %	0.0 %	0.0 %	0.7 %	2.7 %	0.0 %	0.0 %
Svartbak	0.8 %	3.2 %	0.0 %	0.0 %	0.9 %	3.8 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.1 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.1 %	0.0 %	0.0 %
Teist	1.4 %	5.8 %	0.0 %	0.0 %	1.6 %	6.3 %	0.2 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.8 %	3.0 %	0.0 %	0.0 %
Toppskarv	1.8 %	7.3 %	0.0 %	0.0 %	1.9 %	7.8 %	0.2 %	0.0 %	1.2 %	4.9 %	0.0 %	0.0 %	2.0 %	8.1 %	0.0 %	0.0 %
Ærfugl	2.1 %	8.2 %	0.0 %	0.0 %	3.7 %	18.1 %	8.7 %	0.0 %	3.3 %	16.6 %	8.3 %	0.0 %	0.5 %	1.8 %	0.0 %	0.0 %
MAX	***2.3 %***	***9.4 %***	***0.7 %***	***0.0 %***	***3.7 %***	***18.1 %***	***8.7 %***	***0.0 %***	***3.3 %***	***16.6 %***	***8.3 %***	***0.0 %***	***2.0 %***	***8.1 %***	***0.0 %***	***0.0 %***

10% - 20%
20% - 50%
50% - 100%
> 100%

6.2.3 Marine pattedyr

Miljørisiko for alle modellerte arter av marine pattedyr i hver skadekategori og sesong er vist i **Tabell 6-7**. Høyeste risiko for skade på marine pattedyr er beregnet for *havert* om høsten med 16.4 % av akseptkriteriet i kategorien *Moderat* miljøskade. Høyest beregnet miljørisiko innenfor hver miljøskade-kategori, uavhengig av sesong og art, som andel av akseptkriteriet er som følger:

- 3 % av akseptkriteriet for *Mindre* miljørisiko (havert - høst).
- 16 % av akseptkriteriet for *Mindre* miljørisiko (havert - høst).
- 11 % av akseptkriteriet for *Betydelig* miljørisiko (havert - høst).
- 9 % av akseptkriteriet for *Alvorlig* miljørisiko (havert - høst).

Tabell 6-7 *Miljørisiko forbundet med utblåsning fra letebrønn 6306/9-1 Melstein, presentert for* ***marine pattedyr*** *for henholdsvis mindre, moderat, betydelig og alvorlig miljøskade, og vist som andel av akseptkriteriet i de fire skadekategoriene. Miljørisiko for hver ressurs er vist for den måneden som gir høyest utslag i hver av skadekategoriene i vår-, sommer-, høst- og vintersesongen.*

Art	Andel av akseptkriteriene			
	Vår			
	Min	Mod	Bet	Alv
Havert	1.3 %	5.4 %	0.0 %	0.0 %
Oter	0.9 %	3.6 %	0.0 %	0.0 %
Steinkobbe	0.2 %	0.7 %	0.0 %	0.0 %

Art	Sommer			
	Min	Mod	Bet	Alv
Havert	2.0 %	8.0 %	0.0 %	0.0 %
Oter	1.1 %	4.5 %	0.0 %	0.0 %
Steinkobbe	2.2 %	8.9 %	0.2 %	0.0 %

Art	Høst			
	Min	Mod	Bet	Alv
Havert	3.2 %	16.4 %	10.8 %	8.8 %
Oter	0.6 %	2.2 %	0.0 %	0.0 %
Steinkobbe	0.2 %	0.8 %	0.0 %	0.0 %

Art	Vinter			
	Min	Mod	Bet	Alv
Havert	2.5 %	12.4 %	5.8 %	0.2 %
Oter	1.0 %	4.2 %	0.0 %	0.0 %
Steinkobbe	0.0 %	0.2 %	0.0 %	0.0 %

6.2.4 Strandhabitat

Miljørisiko for strandhabitat er beregnet for alle måneder, og resultatene presenteres sesongvis. De oppgitte verdiene i Tabell 6-8 representer måneden med høyest utslag innenfor den enkelte sesong.

Risikoen presenteres for de ti 10x10 km kystrutene med størst risiko innenfor hver sesong uavhengig av skadekategori. Nummereringen henviser kun til rangeringen av ruter innenfor en sesong, noe som innebærer at eksempelvis rute nr. 5 ikke trenger å referere til samme område om høsten som om sommeren. Risikoen knyttet til strandhabitat er beregnet å være tilnærmet lik for alle sesongene, der høyest nivå er 13.1 % av akseptkriteriet i kategori *Moderat* miljøskade. Det er ingen utslag i kategoriene *Betydelig* og *Alvorlig* miljøskade for rutene med størst miljørisiko.

Tabell 6-8 *Miljørisiko forbundet med utblåsning fra letebrønn 6306/9-1 Melstein, for de ti 10×10 km kystrutene med størst sesongvis miljørisiko, vektet for overflate- og sjøbunnsutblåsning. Resultatene er presentert som andel av akseptkriteriet (%) per skadekategori.*

Sesong	Rutenr.	Mindre (< 1 år)	Moderat (1 - 3 år)	Betydelig (3 - 10 år)	Alvorlig (> 10 år)
Vår	1	8.8 %	**10.9 %**	0.0 %	0.0 %
	2	**8.8 %**	10.5 %	0.0 %	0.0 %
	3	8.3 %	10.5 %	0.0 %	0.0 %
	4	7.2 %	9.8 %	0.0 %	0.0 %
	5	5.6 %	9.0 %	0.0 %	0.0 %
	6	6.3 %	8.9 %	0.0 %	0.0 %
	7	7.3 %	8.9 %	0.0 %	0.0 %
	8	5.6 %	8.7 %	0.0 %	0.0 %
	9	7.7 %	8.6 %	0.0 %	0.0 %
	10	5.7 %	7.8 %	0.0 %	0.0 %
Sommer	1	8.5 %	**13.1 %**	0.0 %	0.0 %
	2	**8.8 %**	12.1 %	0.0 %	0.0 %
	3	8.7 %	11.4 %	0.0 %	0.0 %
	4	8.4 %	11.4 %	0.0 %	0.0 %
	5	7.7 %	10.6 %	0.0 %	0.0 %
	6	7.8 %	10.3 %	0.0 %	0.0 %
	7	6.8 %	9.4 %	0.0 %	0.0 %
	8	6.4 %	9.3 %	0.0 %	0.0 %
	9	7.5 %	9.2 %	0.0 %	0.0 %
	10	5.7 %	8.5 %	0.0 %	0.0 %
Høst	1	8.1 %	**12.4 %**	0.0 %	0.0 %
	2	**8.8 %**	11.9 %	0.0 %	0.0 %
	3	8.4 %	11.1 %	0.0 %	0.0 %
	4	8.3 %	10.6 %	0.0 %	0.0 %
	5	5.6 %	9.1 %	0.0 %	0.0 %
	6	6.3 %	8.7 %	0.0 %	0.0 %
	7	6.2 %	8.6 %	0.0 %	0.0 %
	8	5.5 %	8.4 %	0.0 %	0.0 %
	9	6.0 %	8.1 %	0.0 %	0.0 %
	10	7.0 %	7.8 %	0.0 %	0.0 %
Vinter	1	**8.7 %**	**11.1 %**	0.0 %	0.0 %
	2	8.0 %	10.2 %	0.0 %	0.0 %
	3	7.5 %	9.7 %	0.0 %	0.0 %
	4	6.4 %	8.9 %	0.0 %	0.0 %
	5	6.9 %	8.0 %	0.0 %	0.0 %
	6	6.6 %	7.5 %	0.0 %	0.0 %
	7	5.1 %	6.9 %	0.0 %	0.0 %
	8	3.8 %	6.1 %	0.0 %	0.0 %
	9	4.9 %	6.1 %	0.0 %	0.0 %
	10	4.1 %	5.8 %	0.0 %	0.0 %

6.3 Oppsummering av miljørisiko forbundet med boring av letebrønn 6306/9-1 Melstein

Miljørisikoen, som andel av Lundins operasjonsspesifikke akseptkriterier, er på inntil 26 % av akseptkriteriet. Høyest risikonivå er beregnet for pelagisk sjøfugl (lunde) i vintersesongen i kategorien *Moderat* miljøskade (1-3 års restitusjonstid). For de kystnære ressursene (kystnære sjøfugl, marine pattedyr og strandhabitat) er risikonivået noe lavere med inntil 18 % i sommersesongen (ærfugl).

Relativt lav utblåsningsrate på 518 Sm^3/d medfører i utgangspunktet begrensede oljemengder på sjø, men nærhet til sårbare ressurser gir likevel noe sannsynlighet for betydelig og alvorlig miljøskade for sjøfugl på åpent hav som følge av en utblåsning fra 6306/9-1. Nærhet til kysten gjør også at det er en viss miljørisiko også for kystnær sjøfugl, sjøpattedyr og strandhabitater fra Mørekysten og nordover.

Det er boretidsrestriksjoner i lisensen i perioden fra 1 april til 31 august. Miljørisikoen i september og oktober er størst for kystnære ressurser som ærfugl og havert, mens det i vinterperioden fra november til mars er størst miljørisiko for lunde (åpent hav datasett). Høyeste miljørisiko er i kategori moderat miljøskade gjennom hele året, selv om det også er noe risiko i kategori betydelig og alvorlig miljøskade spesielt for pelagisk sjøfugl.

Det er viktig å merke seg at pelagisk og kystnær sjøfugl i utgangspunktet kan tilhøre samme bestand, men at analysene er basert på to ulike datasett etter sjøfuglenes tilholdssted i ulike perioder av året. I vår-/ sommersesongen vil hekkebestandene av de pelagiske artene trekke inn mot kysten (hekkekoloniene), og inngår i denne perioden i datasettet for kystnær sjøfugl.

6.3.1 Oppsummering av miljørisiko per sesong

Tabell 6-9 og Figur 6-1 viser sesongvis høyeste miljørisiko for hver av VØK-kategoriene; pelagisk og kystnær sjøfugl, marine pattedyr og strandhabitat, uavhengig av art. Miljørisikoen er presentert som prosentandel av Lundins operasjonsspesifikke akseptkriterier.

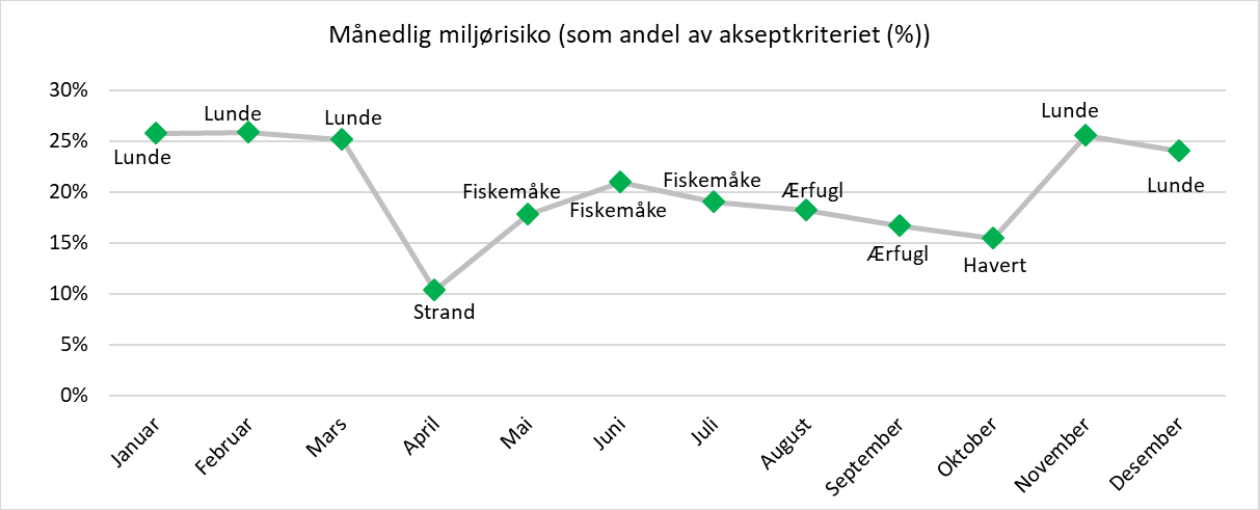
Pelagisk sjøfugl (*lunde*) er dimensjonerende for risikonivået med 26 % av akseptkriteriet for *Moderat* miljøskade (1-3 års restitusjonstid) i høstsesongen. Det høyeste risikonivået for kystnær sjøfugl (nasjonalt datasett) er 17 % (*ærfugl* høst) for *Moderat* miljøskade. Det høyeste beregnede risikonivået for marine pattedyr i høstsesongen er på 16 % (*havert*) for *Moderat* miljøskade og for *strandhabitat* med 12 % i samme skadekategori.

Tabell 6-9 *Beregnet sesongvis miljørisiko for alle VØK-kategoriene lagt til grunn i analysen for letebrønn 6306/9-1 Melstein***.** *For sjøfugl og marine pattedyr er den månedlige verdien som gir høyest utslag innenfor de ulike skadekategoriene presentert, uavhengig av art. For strandhabitat er risikoen presentert for den 10×10 km kystruten (strand) som viser høyest risiko i hver skadekategori. Verdiene er oppgitt som prosent av Lundins operasjonsspesifikke akseptkriterier.*

Sesong	VØK-gruppe	Mindre (< 1 år)	Moderat (1 - 3 år)	Betydelig (3 -10 år)	Alvorlig (> 10 år)
Vår	Pelagisk sjøfugl	5.4 %	25.1 %	13.8 %	16.2 %
	Kystnær sjøfugl-nasjonale	2.3 %	9.4 %	0.7 %	0 %
	Marine pattedyr	1.3 %	5.4 %	0 %	0 %
	Strandhabitat	8.8 %	10.9 %	1.7 %	0.7 %
Sommer	Pelagisk sjøfugl	5.2 %	20.9 %	4.4 %	0 %
	Kystnær sjøfugl-nasjonale	3.7 %	18.1 %	9 %	0 %
	Marine pattedyr	2.2 %	8.9 %	0 %	0 %
	Strandhabitat	8.8 %	13.1 %	5.5 %	1 %
Høst	Pelagisk sjøfugl	5.4 %	25.6 %	19.2 %	20 %
	Kystnær sjøfugl-nasjonale	3.3 %	16.6 %	8 %	0 %
	Marine pattedyr	3.2 %	16.4 %	11 %	9 %
	Strandhabitat	8.8 %	12.4 %	0.9 %	0 %
Vinter	Pelagisk sjøfugl	5.7 %	25.9 %	15.3 %	15 %
	Kystnær sjøfugl-nasjonale	2.0 %	8.1 %	0 %	0 %
	Marine pattedyr	2.5 %	12.4 %	6 %	0 %
	Strandhabitat	8.7 %	11.1 %	1.6 %	1.1 %

6.3.2 Oppsummering av miljørisiko per måned

Figur 6-1 viser høyeste miljørisiko i de ulike månedene gjennom året. Det er lunde fra sjøfugl åpent hav datasett som er dimensjonerende arter for miljørisiko fra november til mars, strandhabitater i april, fiskemåke i mai til juli og ærfugl (kystnært datasett) i august og september. I Tabell 6-10 er høyeste miljørisiko vist per måned i de ulike skadekategoriene. Beregningene viser høyest utslag i *Moderat* skadekategori gjennom hele året. Høyeste månedlige miljørisiko for hver av VØK-gruppene kystnær sjøfugl, marine pattedyr og strandhabitat er vist for hver skadekategori i Tabell 6-11 til Tabell 6-13.



Figur 6-6 *Dimensjonerende arter/habitater for miljørisiko for letebrønn 6306/9-1 Melstein i de ulike månedene gjennom året.*

Tabell 6-10 *Høyeste miljørisiko (%) per måned for* ***pelagisk sjøfugl*** *i de ulike skadekategoriene Mindre, Moderat, Betydelig og Alvorlig. I alle månedene er det pelagiske sjøfuglarter som er dimensjonerende for risikobildet for letebrønn 6306/9-1 Melstein. Verdier avrundet til nærmeste heltall.*

Måned	Mindre miljøskade (<1 år)		Moderat miljøskade (1-3 år)		Betydelig miljøskade (3-10 år)		Alvorlig miljøskade (> 10 år)	
	Art	Risiko	Art	Risiko	Art	Risiko	Art	Risiko
Januar	Lunde	5	Lunde	26	Alke	14	Alke	12
Februar	Lunde	6	Lunde	26	Alke	15	Alke	8
Mars	Lunde	5	Lunde	25	Alkekonge	14	Alkekonge	16
April	Fiskemåke	2	Fiskemåke	8	Lomvi	1	Alkekonge	0
Mai	Fiskemåke	4	Fiskemåke	18	Lomvi	2	Alkekonge	0
Juni	Fiskemåke	5	Fiskemåke	21	Lomvi	3	Alkekonge	0
Juli	Fiskemåke	5	Fiskemåke	19	Lomvi	1	Lunde	0
August	Lomvi	2	Lomvi	11	Lomvi	4	Lomvi	0
September	Lomvi	2	Lomvi	11	Lomvi	3	Lunde	2
Oktober	Lomvi	3	Lomvi	12	Lomvi	5	Lomvi	3
November	Lunde	5	Lunde	26	Alke	19	Alke	20
Desember	Lunde	5	Lunde	24	Alke	15	Alke	15

Tabell 6-11 *Høyeste miljørisiko (%) per måned for* ***kystnær sjøfugl (nasjonale data)*** *i de ulike skadekategoriene Mindre, Moderat, Betydelig og Alvorlig for letebrønn 6306/9-1 Melstein. Verdier avrundet til nærmeste heltall.*

Måned	Mindre miljøskade (<1 år)		Moderat miljøskade (1-3 år)		Betydelig miljøskade (3-10 år)		Alvorlig miljøskade (> 10 år)	
	Art	Risiko	Art	Risiko	Art	Risiko	Art	Risiko
Januar	Toppskarv	2	Toppskarv	8	na	na	na	na
Februar	Toppskarv	2	Toppskarv	7	na	na	na	na
Mars	Islom	2	Islom	6	na	na	na	na
April	Storskarv	2	Storskarv	9	Storskarv	1	na	na
Mai	Storskarv	2	Storskarv	9	Storskarv	0	na	na
Juni	Toppskarv	2	Toppskarv	8	Storskarv	1	na	na
Juli	Ærfugl	3	Ærfugl	10	Storskarv	1	na	na
August	Siland	4	Ærfugl	18	Ærfugl	9	na	na
September	Ærfugl	3	Ærfugl	17	Ærfugl	8	na	na
Oktober	Islom	2	Islom	8	na	na	na	na
November	Islom	1	Islom	6	na	na	na	na
Desember	Toppskarv	2	Toppskarv	8	na	na	na	na

Tabell 6-12 *Høyeste miljørisiko (%) per måned for* ***marine pattedyr*** *i de ulike skadekategoriene Mindre, Moderat, Betydelig og Alvorlig for letebrønn 6306/9-1 Melstein. Verdier avrundet til nærmeste heltall.*

Måned	Mindre miljøskade (<1 år)		Moderat miljøskade (1-3 år)		Betydelig miljøskade (3-10 år)		Alvorlig miljøskade (> 10 år)	
	Art	Risiko	Art	Risiko	Art	Risiko	Art	Risiko
Januar	Havert	1	Havert	6	na	na	na	na
Februar	Havert	2	Havert	7	na	na	na	na
Mars	Havert	1	Havert	5	na	na	na	na
April	Havert	1	Havert	5	na	na	na	na
Mai	Havert	1	Havert	5	na	na	na	na
Juni	Steinkobbe	2	Steinkobbe	9	Steinkobbe	0	na	na
Juli	Steinkobbe	2	Steinkobbe	9	Steinkobbe	0	na	na
August	Havert	2	Havert	8	na	na	na	na
September	Havert	3	Havert	16	Havert	11	Havert	9
Oktober	Havert	3	Havert	15	Havert	8	Havert	3
November	Havert	3	Havert	13	Havert	7	Havert	2
Desember	Havert	3	Havert	12	Havert	6	Havert	0

Tabell 6-13 *Høyeste miljørisiko (%) per måned for* ***strandhabitat*** *i de ulike skadekategoriene Mindre, Moderat, Betydelig og Alvorlig for letebrønn 6306/9-1. Verdier avrundet til nærmeste heltall.*

Måned	Mindre miljøskade (<1 år)	Moderat miljøskade (1-3 år)	Betydelig miljøskade (3-10 år)	Alvorlig miljøskade (> 10 år)
Januar	8	10	2	0
Februar	9	11	1	1
Mars	9	11	1	0
April	8	10	2	1
Mai	7	10	3	1
Juni	7	9	5	1
Juli	7	11	2	0
August	9	13	2	0
September	9	12	1	0
Oktober	9	11	1	0
November	8	11	1	0
Desember	9	11	1	0

Analysen viser at miljørisikoen forbundet med den planlagte Melstein leteboring ligger innenfor Lundins operasjonsspesifikke akseptkriterier. Det kan dermed konkluderes med at den planlagte aktiviteten er akseptabel i forhold til Lundins akseptkriterier for operasjonsspesifikk miljørisiko gjennom året.

7 BEREDSKAPSANALYSE FOR LETEBRØNN 6306/9-1 MELSTEIN

Beredskapsanalysen for 6306/9-1 Melstein er operasjonsspesifikk og analysen er en sesongbasert analyse som omfatter sommersesongen (sommer og høst) og vintersesongen (vinter og vår). Borestart for letebrønnen er planlagt høsten 2020, men da borestart er usikker er det valgt å analysere for hele året fordelt på sommer- og vintersesong.

Formålet med beredskapsanalysen er å kartlegge og analysere behovet for beredskap ved akutt forurensning. Dette skal gi grunnlag for valg og dimensjonering av oljevernberedskap i forbindelse med akutte utslipp. Aktivitetsforskriftens § 73 og Styringsforskriftens § 17 stiller krav til beregning av risiko og beredskap ved miljøforurensning som følge av akutte utslipp som grunnlag for beredskapsetablering.

Beredskap som et konsekvensreduserende tiltak vil være et viktig bidrag til risikoreduksjon. Effektiv oljevernberedskap vil redusere oljemengdene på sjøen, og videre føre til reduksjon av influensområdet for et mulig oljeutslipp. LNAS vil være ansvarlig for en eventuell oljevernaksjon. NOFO står for den operative delen av beredskapen både til havs, nær kysten og ved eventuelle strandrenseaksjoner og disponerer ressurser for dette. Dispergering vil vurderes som et alternativ eller supplement under en aksjon og NOFOs ressurser vil da kunne benyttes.

7.1 Metode for gjennomføring av miljørettet beredskapsanalyse

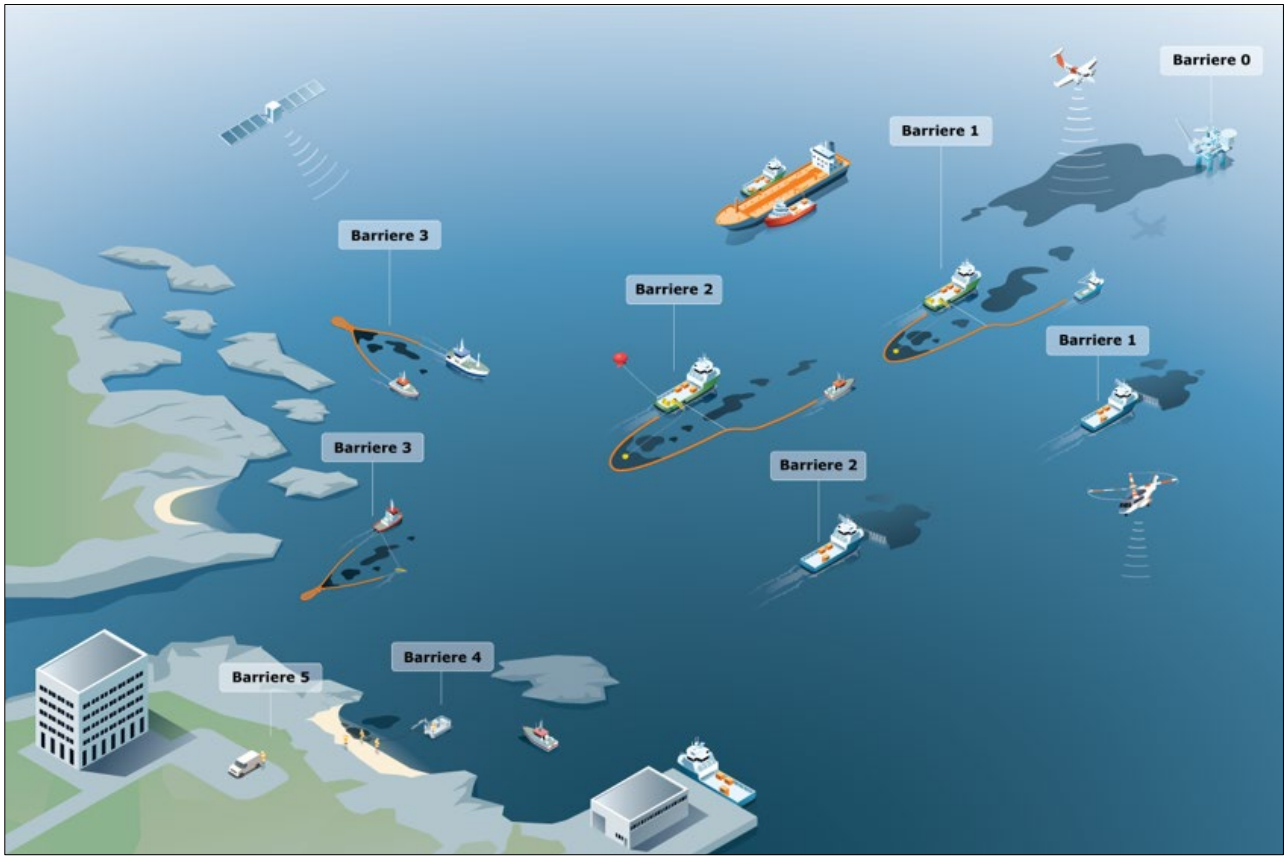
Det er gjennomført beregninger av beredskapsbehov knyttet til en utblåsning fra brønn 6306/9-1 Melstein. Beregningen er gjort i henhold til veiledningen «Veiledning for miljørettede beredskapsanalyser» (Norsk olje og gass, 2013), basert på dimensjonerende utslippshendelse (DFU, se avsnitt 2.2, som er en overflateutblåsning. Beregningene er gjort med bruk av BarKal som er en Excel basert modell for beregning av beredskapsbehov i de ulike barrierene, og er basert på forutsetninger for barrierer, systemer og ytelser angitt i NOFOs planverk (NOFO, 2020; https://www.nofo.no/planverk).

Det forventes en oljetype med liknende egenskaper som Troll råolje og denne er benyttet som referanseolje. Forvitringsdata for Troll olje (SINTEF, 1995) benyttes som underlag for beregning av emulsjonsvolum og vurdering av beredskapsmessig relevante egenskaper. Både emulsjonsvolum og effektivitet av barrierer beregnes sesongvis basert på gjennomsnitt for aktuelle parametere (eksempelvis bølger, vind og temperatur).

For å kunne beregne behovet på en måte som best beskriver de operative forholdene, bruker beredskapsanalysen begrepet barrierer (https://www.nofo.no/planverk/forutsetninger/barrierer/). Barrierebegrepet samsvarer med de ulike sonene (se Figur 7-1) der oljen skal bekjempes, og er i henhold til internasjonale standarder (f.eks. IPIECA):

- Barriere 1 er nærmest mulig kilden
- Barriere 2 er mellom kilden og kysten
- Barriere 3 er kystnære områder
- Barriere 4 er remobiliserbar strandet olje
- Barriere 5 er strandet olje

Ingen tiltak er alene 100 % effektive, men kan under optimale forhold samlet oppnå en høy ytelse. Beregningen tar hensyn til ytelsen av systemene og dermed også barrierene. I hver barriere (unntatt den første) tas det hensyn til effekten av tiltak i foregående barriere.



Figur 7-1 *Barrierer i beredskapsanalysen (Kilde: NOFOs planverk)*

7.1.1 Ytelseskrav for de ulike barrierene

Det er lagt til grunn felles minimum ytelseskrav iht. veiledningen for miljørettede beredskapsanalyser (NOROG, 2013) i beregningene av beredskapsbehovet. Disse er:

- **Barriere 1 og 2 (nær kilden og i åpent hav)** skal hver for seg ha tilstrekkelig kapasitet til å kunne håndtere den emulsjonsmengden som er tilgjengelig som følge av dimensjonerende rate, med minimum responstid for fullt utbygd barriere lik 95-persentil av korteste drivtid til land, eller til spesielt miljøsårbare områder identifisert i miljørisikoanalysen.
- **Barriere 3 (kystnært)** skal ha tilstrekkelig kapasitet til å kunne håndtere 95-persentil emulsjonsmengde (fra fullt utfallsrom i oljedriftsstatistikken) inn til barrieren etter at effekt av forutgående barrierer er lagt til grunn. Døgnkapasitet er mengden fordelt på beregnet strandingsperiode. Det skal foreligge planer som beskriver egnede taktikker og bekjempelsesmetoder i identifiserte områder. Responstiden skal være mindre enn 95-persentilen av minste drivtid til land.

- **Barriere 4 (kystnært)** Skal ha tilstrekkelig kapasitet til å bekjempe innkommende emulsjonsmengde gitt effekten av foregående barrierer. Systemene skal være mobilisert innen 95-persentilen av korteste drivtid til land.
- **Barriere 5 (strand):** Skal ha tilstrekkelig kapasitet til å kunne bekjempe 95-persentilen av maksimalt strandet mengde emulsjon inn til eksempelområder. Det skal foreligge planer som beskriver egnede taktikker og bekjempelsesmetoder. Personell og utstyr til strandsanering skal være klar til operasjon innen 95-persentilen av korteste drivtid inn til eksempelområde for de berørte områder med kortere drivtid enn 20 døgn.

7.1.2 Dimensjonering av barriere 1 og 2 – nær kilden og på åpent hav

Beredskapsanalysen for barriere 1 og 2, nær kilden og på åpent hav, er basert på vektet utblåsningsrate og forventet oljetype. Beregninger er gjort for vinter- og sommersesong.

For dimensjonering av barriere 1 benyttes egenskaper (fordamping, naturlig nedblanding, vannopptak og viskositet av emulsjon) for 2 timer gammel olje. Det grunnleggende prinsippet er at kapasiteten i de ulike barrierene skal være tilstrekkelig til å kunne håndtere emulsjonsmengden ved de gitte betingelsene.

For dimensjonering av barriere 2 er det utført beregninger av det antall systemer som kreves for å kunne bekjempe emulsjonsmengden som har passert barriere 1 pga. redusert systemeffektivitet. Systemeffektiviteten er avhengig av bølgehøyde og lysforhold, og varierer mellom de ulike områdene (Nordsjøen, Norskehavet og Barentshavet) på norsk sokkel. I beregningen av systembehov for barriere 2 benyttes oljeegenskaper for 12 timer gammel olje.

Kravene til responstid er satt til best oppnåelig responstid for NOFO-fartøyer til brønnen, og er basert på avstand til oljevernressurser, gangfart for OR-fartøy, slepebåtkapasitet og gangfart for disse, mobilisering av oljevernutstyr om bord på OR-fartøy, og tilgang til personell på basene. I tillegg kommer en vurdering opp mot krav om etablering av barriere 1 og 2 senest innen korteste drivtid til land (95-persentil).

7.1.3 Dimensjonering av barriere 3 og 4 – kyst og strandsone

For barriere 3 og 4, bekjempelse av olje i kyst- og strandsone, er kravene til beredskap satt ut fra størst behov ved å bruke to alternative tilnærminger:

- 95-persentilen av maksimalt strandet mengde emulsjon. Beredskapen i barriere 4 skal ha kapasitet til å bekjempe emulsjonen som passerer barriere 3. Beredskapsbehovet i barriere 3 og 4 er beregnet basert på resultater fra oljedriftssimuleringer gjennomført for aktiviteten.
- Eksempelområder som er berørt av stranding med drivtid kortere enn 20 døgn (ifølge oljedriftssimuleringer) skal kunne ha tilgang til 1 Kystsystem og 1 Fjordsystem. Beredskapsressursene skal brukes der det er mest hensiktsmessig og er ikke begrenset til de prioriterte områdene.

Denne tilnærmingen medfører at det dimensjoneres både for volumer og utstrekning av strandet emulsjon, og legger til grunn det største behovet, når krav til beredskap i barriere 3 og 4 settes.

Det stilles krav til at beredskapen i barriere 3 og 4 skal være etablert innen 95-persentilen av korteste drivtid til land. Dersom drivtiden til land er lenger enn 20 døgn settes det ikke spesifikke krav til beredskap i barriere 3 og 4.

7.1.4 Dimensjonering av barriere 5 – strandrensing

For barriere 5, strandrensing, vil det beregnes behov for antall strandrenselag med tilstrekkelig kapasitet til å kunne håndtere 95-persentilen av størst strandet mengde emulsjon innenfor de berørte prioriterte områdene med kortere drivtid enn 20 døgn.

Det stilles krav til at beredskapen i barriere 5 skal være etablert innen 95-persentilen av korteste drivtid til land til hvert berørte eksempelområde. Når minste drivtid er lengre enn 20 døgn stilles det ikke spesifikke krav til beredskap i barriere 5.

7.2 Analysegrunnlag

7.2.1 Dimensjonerende utslippsscenarie

I henhold til eksisterende industristandard (Norsk olje og gass, 2013) skal vektet utblåsningsrate være dimensjonerende når beredskapsbehovet for leteboring beregnes. Vektet utblåsningsrate er beregnet til 518 Sm^3/d både for en overflate- og sjøbunnsutblåsning for letebrønn 6607/12-4 6306/9-1 (Add Energy, 2020).

7.2.2 Oljens egenskaper

7.2.2.1 Troll råolje

Lundin forventer ved funn av hydrokarboner i letebrønn Melstein at dette vil være et hydrokarbon med tilsvarende egenskaper som Troll olje (SINTEF, 1995). En kort oppsummering av Troll oljens egenskaper og parametere er gitt i kapittel 4.1.3.

Forvitringsegenskaper for Troll olje ved ulike vindforhold og temperaturer er angitt i Tabell 7-1. Oljedriftssimuleringene for letebrønnen er utført med Troll olje, og den samme oljetypen er benyttet for dimensjonering av beredskap. Forvitringsegenskaper for Troll olje ved vinterforhold (5 ºC, 10 m/s vind) og sommerforhold (15 ºC, 5 m/s vind) er benyttet for dimensjonering av beredskap for letebrønn Melstein i vinter- og sommersesongen. Vintersesongen er definert fra september til februar, og sommersesongen fra mars til august.

Tabell 7-1 *Troll råolje, forvitringsegenskaper ved 2 og 12 timer for definerte vinter- og sommerforhold.*

Timer	Parameter – Troll olje	Vinter, 5°C, 10 m/s	Sommer, 15°C, 5 m/s
2 timer	Fordampning (%)	11	10
	Nedblanding (%)	4	0
	Vanninnhold (%)	67	38
	Viskositet av emulsjon (cP)	1800	220
	Gjenværende olje på overflate (%)	85	90

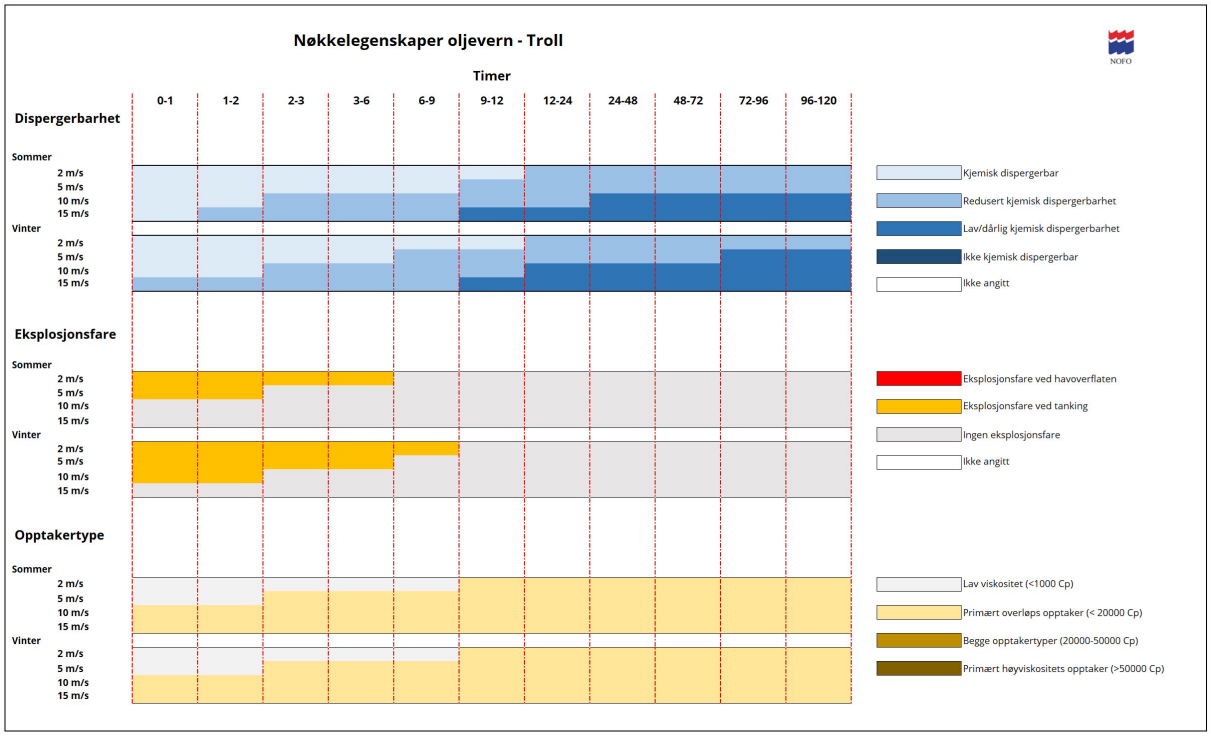
12 timer	Fordampning (%)	16	15
	Nedblanding (%)	10	1
	Vanninnhold (%)	73	74
	Viskositet av emulsjon (cP)	4900	2800
	Gjenværende olje på overflate (%)	74	84

7.2.2.2 Oljens egenskaper i forhold til mekanisk oppsamling og kjemisk dispergering

Egenskaper for Troll olje er brukt i beregningene. Bakgrunnsinformasjonen er hentet fra et forvitringsstudium gjennomført av SINTEF (1995). Det forventes at Troll olje vil ha relativt lang levetid på sjø og den intielle fordampningen er relativ lav.

Figur 7-2 viser at Troll olje danner stabile emulsjoner. Mekanisk oppsamling fungerer bedre med høyere viskositet, og viskositet > 1000 cP oppnås etter to timer på sjø ved vindhastighet 5 m/s for både sommer og vinterforhold og enda raskere ved mer vind (SINTEF, 1995).

Troll oljen har godt potensiale for kjemisk dispergering, både ved sommer og vinterforhold. Figur 7-2 viser at oljen får redusert dispergerbarhet etter 9 timer på sjø ved 5 m/s vindhastighet, og etter 2 timer på sjø ved 10 m/s vindhastighet under sommerforhold. Under vinterforhold reduseres Troll oljens dispergerbarhet etter 6 timer på sjø ved 5 m/s vindhastighet og etter 2 timer på sjø ved 10 m/s vindhastighet. Ved redusert dispergerbarhet kan tilførsel av energi (trustere, MOB båter etc) være med på å øke dispergentenes effektivitet (SINTEF, 2013).



Figur 7-2 *Potensiale for mekanisk oppsamling og kjemisk dispergering basert på viskositet av Troll råolje (https://www.nofo.no/planverk/datasett/oljetyper-og-egenskaper/nokkelegenskaper/).*

7.2.3 Faktorer som påvirker ytelse og effektivitet av bekjempelsessystemer

Ytelsen til enhetene som inngår i en aksjon mot akutt forurensning, målt i bekjempet mengde oljeemulsjon pr. døgn, er en funksjon av følgende forhold:

- Andel av tiden enheten kan operere (mørke/redusert sikt og bølgeforhold)
- Effektiviteten innen operasjonsvinduet (relatert til ulike bølgeforhold, eller antatt konstant)
- Opptaks-/bekjempelseskapasitet under operasjon
- Lagringskapasitet for oppsamlet olje (kun relevant for opptakssystemer)
- Frekvens og varighet av driftsstans (overføring av oppsamlet olje, plunder og heft)
- Andel av tiden hvor tilgangen/tilflyten av olje til lense er mindre enn oljeopptakerens kapasitet (for mekanisk bekjempelse) eller hvor emulsjonen har en fordeling som gjør at dispergeringsmiddel ikke kan påføres med optimal effektivitet.

Funksjonene er brukt i BarKal for beredskapsbehov i alle barrierer.

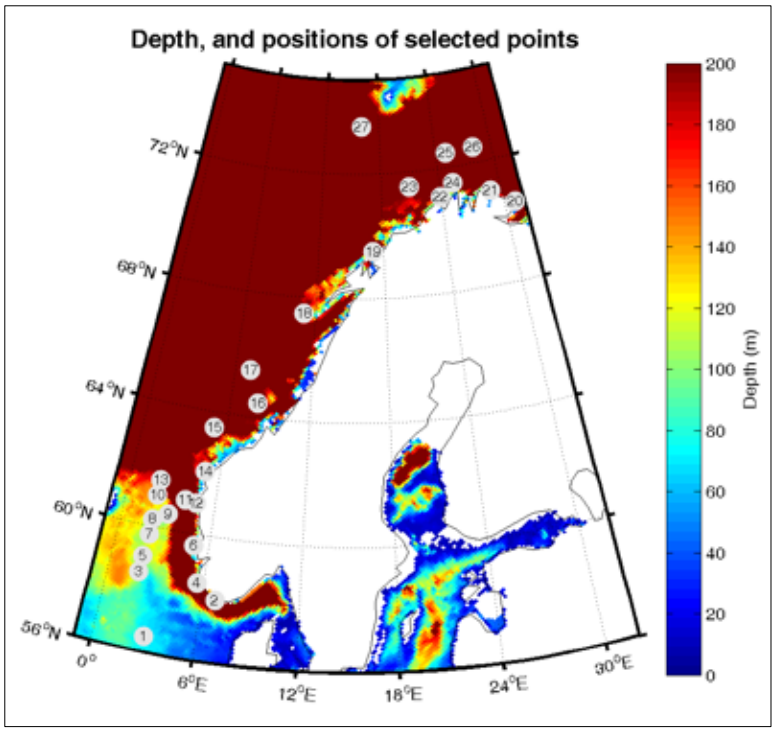
Ytelsen for havgående NOFO system (NOFO J med overløpsopptaker) under optimale forhold, og med tilgang på emulsjon tilstrekkelig i forhold til sveipeareal og pumperate er 2865 m^3/døgn (NOFO planverk, 2020).

Faktorer som er områdespesifikke for 6306/9-1 er omtalt i de følgende delkapitlene.

7.2.3.1 Bølgeforhold

Bølgeforhold på åpent hav inngår i beregning av effektiviteten og ytelsen til enhetene som inngår i en aksjon mot akutt forurensning i barriere 1 og 2. BarKal har bølgedata for 27 stasjoner, som vist i Figur 7-3. Stasjon 14 (NOFO-system) er antatt å best representere bølgeforholdene ved letebrønn 6306/9-1. Antatt gjennomsnittlig opptakseffektivitet for system i åpent hav er oppsummert i Tabell 7-2.

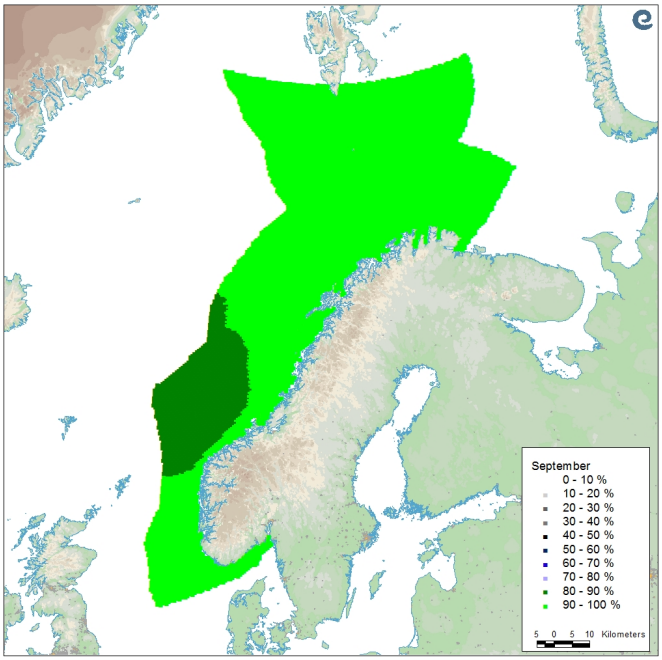
Systemgruppe A har et operasjonsvindu i værforhold med inntil 4 m signifikant bølgehøyde. Figur 7-4 viser tidsandelen med dette operasjonsvinduet for norsk sokkel i august. Datagrunnlaget er NORA10 hindcast arkiv for perioden 1958 til 2016.



Figur 7-3 *Stasjoner brukt i beregning av bølgeforhold på åpent hav.*

Tabell 7-2 *Gjennomsnittlig opptakseffektivitet, gitt bølgeforhold ved lokasjon 6306/9-1 Melstein (stasjon 14).*

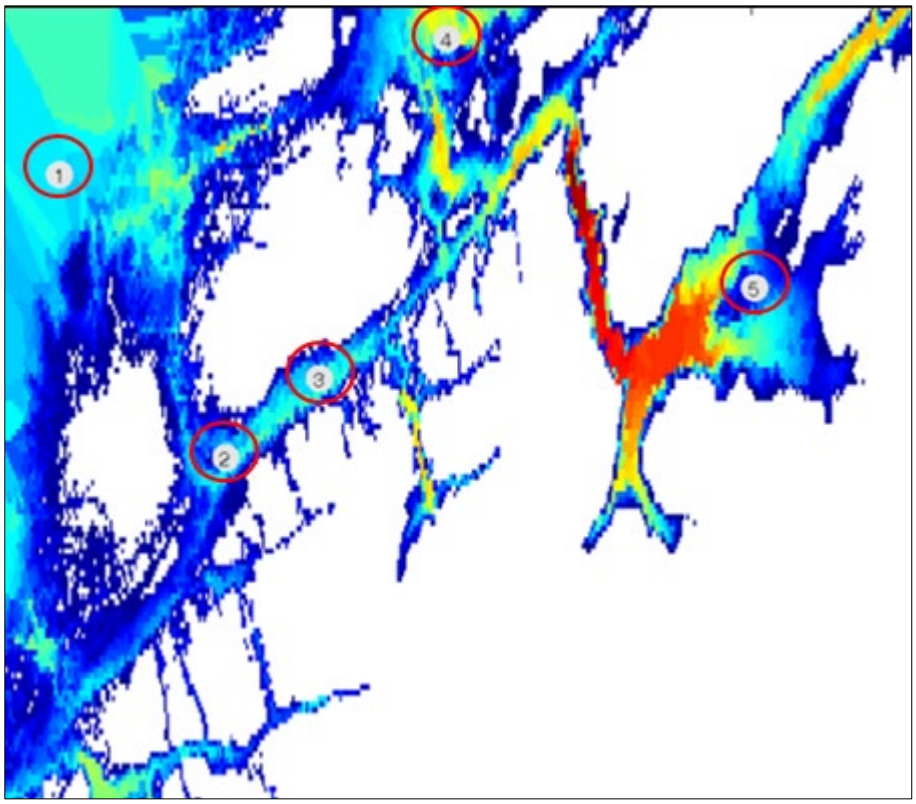
	Vinter	Sommer	År
NOFO-system	55.8 %	81.7 %	68.7 %



Figur 7-4 *Operasjonsvindu (tidsandel i %) i værforhold med inntil 4 m signifikant bølgehøyde i september for systemgruppe A (https://www.nofo.no/planverk/datasett/klimatiske-forhold/bolgeklima/bolgedata4/).*

7.2.3.2 Bølger i kystsonen

Bølgeforhold i kystsonen inngår i beregning av effektiviteten og ytelsen til enhetene som inngår i en aksjon mot akutt forurensning i barriere 3 og 4. BarKal har bølgedata for 5 stasjoner, som vist i Figur 7-5. Stasjon 4 er antatt mest representative for bølgeforholdene for henholdsvis kyst- og fjordsystem. Antatt gjennomsnittlig opptakseffektivitet for kystsystem er oppsummert i Tabell 7-3.



Figur 7-5 *Stasjoner brukt i beregning av bølgeforhold i kystsonen. Stasjonene er valgt ut som representative for Norskekysten.*

Tabell 7-3 *Gjennomsnittlig opptakseffektivitet gitt bølgeforhold ved stasjon 4 (kystsystem).*

	Vinter	Sommer	År
Kyst-system	47.9 %	80.9 %	63.8 %

7.2.4 Oljevernressurser- utstyrsplassering og forutsetninger

Figur 7-6 viser plasseringen av NOFO utstyr per februar 2020 (NOFO planverk). Avstanden fra aktuelle oljevernressurser til borelokasjon brukt som grunnlag for beredskapsanalysen er vist i Tabell 7-4. Tabell 7-5 presenterer ytterligere forutsetninger som gangfart, avgivelsestid for beredskapsfartøy og slepefartøy samt tid for mobilisering av utstyr fra baser. Et NOFO-system inkluderer oljelenser, skimmer, tankvolum for oppsamlet emulsjon og overvåkningsutstyr. LNAS planlegger å ha beredskapsfartøy med NOFO system om bord under operasjonen og systemet er satt opp med responstid på 2 timer.

Totalt disponerer NOFO om lag 765 Sm^3 dispergeringsmidler fordelt på baser og fartøy.

Figur 7-6 *NOFOs utstyrsoversikt per februar 2020.*

Tabell 7-4 *Avstander fra 6306/9-1 til oljevernressurser benyttet i analysen.*

Oljevernressurser	Avstander fra 6306/9-1 (nm)
6306/9-1- Beredskapsfartøy	0
Kristiansund S1	32
Haltenbanken	107
Gjøa	155
Aasta Hansteen	192
Troll/Oseberg	185

Tabell 7-5 *Forutsetninger benyttet i analysen for beregning av barriere 1 og 2.*

Gangfart, OR-fartøy	14 knop
Mobilisering, klargjøring, lasting og lossing på base – system 1 fra NOFO-base	10 timer
Mobilisering av system 2 fra NOFO-base	30 timer
Mobilisering av system 3 fra NOFO-base	48 timer
Avgivelsestid for beredskapsfartøyer	Beredskapsfartøy på lokasjon: 0 timer Kristiansund S1: 10 timer Haltenbanken: 6 timer Gjøa: 4 timer Aasta Hansteen: 6 timer Troll/Oseberg: 6 timer
Responstid for slepefartøy	Slepefartøy fra NOFO-pool: 24 timer
Redningsskøyter	Gangfart 20 knop, avgivelsestid 2 timer Kristiansund, Florø/Måløy
Tid til å sette lenser på sjøen / klargjøre dispergering ombord	1 time

7.2.5 Influensområder og stranding

Oljedriftsmodellering for letebrønn 6306/9-1 viser stor sannsynlighet for stranding av olje ved en dimensjonerende hendelse, med størst strandningssannsynlighet i øyområdene Frøya/Froan og Smøla. Det er også noe sannsynlighet for stranding oppover langs kysten fra Vikna til Træna og Røst. Borestart for 6306/9-1 er planlagt høst 2020 men da tidspunkt for boring kan endre seg er både sommersesongen (mars-august) og vintersesongen (september - februar) inkludert i beregning av beredskapsbehovet for strand. Korteste drivtid til land (95 persentil, hele kysten) for dimensjonering av oljevernberedskap er 1.6 døgn i både sommer- og vintersesongen (Tabell 7-6). Største strandet emulsjonsmengde i sommersesongen (95 persentil) er 13854 tonn og 10064 tonn i vintersesongen. Influensområdet omfatter 8 eksempelområder med kortere drivtid enn 20 døgn i hver sesong.

Tabell 7-6 *Strandingsmengder med oljeemulsjon og kortest drivtid til land for letebrønn 6306/9-1 gitt en overflate- og sjøbunnsutblåsning (95-persentiler).*

Persentil	Størst stranded emulsjonsmengde (tonn)		Korteste drivtid (døgn)	
	Sommer 15°C – 5 m/s	Vinter 5°C – 10 m/s	Sommer 15°C – 5 m/s	Vinter 5°C – 10 m/s
95	13854	10064	1.6	1.6

7.3 Beredskapsbehov og responstider i barriere 1 og 2

For 6306/9-1 er systembehov beregnet for dimensjonerende hendelse som er en langvarig utblåsning (Tabell 7-7). Basert på dimensjonerende scenario for 6306/9-1 er det beregnet et behov i barriere 1 og 2 for 2 NOFO-system både i sommer- og vintersesongen.

Krav til første NOFO system er satt til 2 timer etter at oljeutslipp er oppdaget da Lundin vil ha beredskapsfartøy med NOFO system om bord på lokasjon under operasjonen. Krav til fullt utbygd barriere 1 og 2 er satt til 24 timer. Korteste drivtid til land er 1.6 dager både sommer og vinter, og fullt utbygd barriere 1 og 2 er innenfor kravet om å være etablert innen korteste drivtid til land. Ytterligere systemer vil kunne bli mobilisert gjennom NOFO ved behov. Nærmere detaljer om fartøy og systemer vil bli beskrevet i beredskapsplanen.

Tabell 7-7 *Beregnet systembehov ved dimensjonerende hendelse for 6306/9-1 i barriere 1 og 2 – langvarig utblåsning 1478 Sm³/d.*

Parameter	Vinter 5°C – 10 m/s	Sommer 15°C – 5 m/s
Utstrømningsrate (Sm³/d)	518	518
Tetthet (kg/Sm³)	893	893
Fordampning etter 2 timer på sjø (%)	11	10
Nedblanding etter 2 timer på sjø (%)	4	0
Oljemengde tilgjengelig for emulsjonsdannelse (Sm³/d)	440	466
Vannopptak etter 2 timer på sjø (%)	67	38
Emulsjonsmengde tilgjengelig for opptak i barriere 1	1334	752
Viskositet av emulsjon inn til barriere 1 (cP)	1800	220
Økt systembehov grunnet høy cP (HiVisc: >15000 cP)?	Nei	Nei
Beregnet behov for NOFO systemer i barriere 1	**1**	**1**
Emulsjonsmengde inn til barriere 2 (Sm³/d)	589	138
Oljemengde inn til barriere 2 (Sm³/d)	194	85
Fordampning etter 12 timer på sjø (%)	16	15
Nedblanding etter 12 timer på sjø (%)	10	1
Oljemengde tilgjengelig for emulsjonsdannelse (Sm³/d)	173	80
Vannopptak etter 12 timer på sjø (%)	73	74
Emulsjonsmengde tilgjengelig for opptak i barriere 2	641	309
Viskositet av emulsjon inn til barriere 2 (cP)	4900	2800
Økt systembehov grunnet høy cP (HiVisc: >15000 cP)?	Nei	Nei
Beregnet behov for NOFO systemer i barriere 2	**1**	**1**
Behov for NOFO-systemer i barriere 1 og barriere 2	**2**	**2**

Tabell 7-8 gir en oppsummering av responstidene som søkes benyttet for brønnoperasjonen.

2 NOFO system er tilgjengelig innen 14 timer. I henhold til ytelseskravene til Lundins og veiledningen til Norsk olje og gass skal fullt utbygd barriere 2 være på plass senest innen korteste drivtid til land (95 persentil) som er på 1.6 døgn for letebrønn 6306/9-1. Første system vil være beredskapsfartøy på lokasjon med responstid 2 timer. System nr 2 vil være tilgjengelig innen 14 timer fra base i Kristiansund. Dette er den raskest mulige løsningen med systemer innenfor planforutsetningene. For å øke robustheten i beredskapsoppsettet er det listet opp ytterligere 4 systemer som møter kravet om fullt utbygd barriere innen korteste drivtid til land (1.6 døgn).

Dersom andre fartøy er i området samtidig med denne boreaktiviteten vil disse kunne benyttes i en eventuell boreoperasjon.

Tabell 7-8 *Beregninger av responstid for oljevernfartøy ved utblåsning fra letebrønn 6306/9-1 i PL886 for OR- og slepefartøy.*

System	Seilingstid (t)	Tids-tillegg (t)	Samlet responstid NOFO-fartøy (t)	Slepefartøy	Samlet responstid Slepefartøy (t)	Total responstid for komplett system (t)
Beredskapsfartøy	0	2	2	På lokasjon	2	2
Kristiansund S1	2.3	10	14	Kristiansund	9	14
Haltenbanken	7.6	6	15	Florø/Måløy	12	15
Gjøa	11.1	4	17	NOFO pool	24	24
Aasta Hansteen	13.7	6	21	NOFO pool	24	24
Troll/Oseberg	13.2	6	21	NOFO pool	24	24

7.4 Beredskapsbehov og responstider i barriere 3 og 4

95-persentilen av størst strandet emulsjonsmengde, gitt en utblåsning, er 10064 tonn i vintersesongen og 13854 tonn i sommersesongen. Korteste modellerte drivtid til land er 1.6 døgn både vinter og sommer. Det antas at størst strandet mengde strander over en periode på 10 døgn (vektet varighet). Ved å ta effekten i barriere 1 og 2 i betraktning gir dette en tilførselsrate inn i barriere 3 på 321 tonn/døgn for vintersesongen og 151 tonn/døgn i sommersesongen. Kapasitet for bekjempelse av tilførselsraten inn i barriere 3 og 4 er beregnet til å utgjøre henholdsvis 8 kystsystem (NOFO Kyst HH CB4) ved vinterforhold og 3 ved sommerforhold, som vist i Tabell 7-9. Beregningene er basert på Troll råolje.

Det er 8 eksempelområder med kortere drivtid enn 20 døgn i både vintersesongen og sommersesongen (se Tabell 3-3). Dersom antall berørte eksempelområder overstiger systembehovet beregnet for barriere 3 og 4 er kapasiteten utvidet til å dekke antall berørte eksempelområder.

Det settes krav til tilgjengelig grunnberedskap for de berørte eksempelområdene med kapasitet tilsvarende 8 kystsystem og 8 fjordsystem i både vinter- og sommersesongen for barriere 3 og 4 for den planlagte aktiviteten på letebrønn 6306/9-1. Fullt utbygd barriere 3 og 4 skal være på plass innen korteste drivtid til land på 1.6 døgn (95 persentil). Vurdering av behov for ytterligere ressurser og utstyr vil være en kontinuerlig prosess under en aksjon, og vil kunne mobiliseres etter behov og iht. eksisterende avtaler mellom NOFO, Kystverket og de berørte IUAene. Riktig og tilstrekkelig dimensjonert beredskap vil være et viktig tiltak for å redusere mengde olje inn til kyst og strand, og for å hindre remobilisering av olje.

Tabell 7-9 *Beregnet ressursbehov for barriere 3 og 4 for dimensjonerende hendelse, en langvarig utblåsning fra letebrønn 6306/9-1 Melstein.*

Parameter	Vinter 5°C – 10 m/s	Sommer 15°C – 5 m/s
95-persentil av strandet emulsjonsmengde (tonn)	10064	13854
Samlet barriereeffektivitet i barriere 1 (%)	55,8	81,7
Strandet mengde etter effekt av barriere 1 (tonn)	4445	2540
Samlet barriereeffektivitet i barriere 2 (%)	27,9	40,8
Strandet mengde etter effekt av barriere 2 (tonn)	3204	1503
Antall døgn hvor stranding forekommer (d)	10	10
Emulsjonsmengde tilgjengelig for opptak i barriere 3	321	151
Beregnet behov for kystsystemer i barriere 3	5	2
Emulsjonsmengde tilgjengelig for opptak i barriere 4	167	29
Antatt behov for fjordsystemer i barriere 4	3	1
Antall prioriterte områder med landpåslag innen 20 døgn	8	8
Behov for kystsystemer i barriere 3	**8**	**8**
Behov for fjordsystemer i barriere 4	**8**	**8**

7.5 Beredskapsbehov og responstider i barriere 5

Strandsanering vil behandles i beredskapsplanen for brønnen.

7.6 Bruk av kjemisk dispergering

Bruk av kjemisk dispergering som bekjempelsesstrategi skal vurderes operasjonelt og iht NEBA-prosessen og SIMA metodikken. Troll olje har et potensiale for kjemisk dispergering, både ved sommer og vinterforhold (SINTEF, 1995). Dispergerbarheten til olje/ oljeemulsjon skal alltid testes *in situ* ved hjelp av SINTEF prøvetakingskoffert ved et utslipp for å vurdere om dispergering kan være et aktuelt beredskapstiltak.

Bruk av kjemisk dispergering i en aksjon skal alltid vurderes med hensyn til observasjoner eller sannsynlig tilstedeværelse av naturressurser i området samt værforhold. Det vil være særlig aktuelt ved høye forekomster av sjøfugl, for å forhindre landpåslag og/eller for å redusere oljemengden inn til kyst og strand.

Tabell 7-10 viser noen aktuelle beredskapsfartøyer som har dispergeringsmidler ombord og deres responstid til letebrønn 6306/9-1. Dispergeringsmidlet om bord er Dasic Slickgone NS. Ved behov kan fartøyene etterfylle dispergeringsmiddel på basene.

Tabell 7-10 *Responstider for et utvalg oljevernressurser med dispergeringskapasitet.*

Oljevernressurs	Lokasjon	Responstid*
-	Kristiansund	14
Stril Poseidon	Haltenbanken	15
Ocean Alden	Gjøa	17
Havila Troll	Aasta Hansteen	21
Stril Herkules	Tampen	21

*inkludert klargjøringstid for dispergering om bord på fartøyene (1 time).

7.7 Konklusjon - Beredskapsanalyse

LNAS krav til beredskap mot akutt oljeforurensning for boring av letebrønn 6306/9-1 er oppsummert i Tabell 7-11. Det settes krav til 2 NOFO-system i barriere 1 og 2 i vintersesongen, med responstid på 2 timer for første system og fullt utbygd barriere 1 og 2 innen 24 timer.

For barriere 3 og 4 er det 95-persentil av størst strandet emulsjonsmengde som er dimensjonerende for beredskapsbehovet. Dersom antall berørte eksempelområder overstiger systembehovet beregnet for barriere 3 og 4 må kapasiteten utvides til å dekke antall berørte eksempelområder. Det settes derfor krav til en kapasitet tilsvarende 8 kystsystem og 8 fjordsystem. Krav til fullt utbygd barriere 3 og 4 er 1.6 døgn for 8 systemer om vinteren og for 3 systemer om sommeren (jfr. Tabell 7-9). 5 ytterligere systemer som ivaretar spredning til eksempelområder om sommeren mobiliseres ihht. drivtider til eksempelområdene som gitt i Tabell 3-3.

Dimensjonerende hendelse vil kunne håndteres med kjemisk dispergering offshore i kombinasjon med mekanisk oppsamling. Operasjoner fra fartøy, fly og eventuelt subsea dispergering er operasjonelt mulig og tilgjengelig gjennom Lundin sine avtaler (NOFO).

Tabell 7-11 *Kapasitet, ytelse og effektivitet av valgt beredskapsløsning for letebrønn 6306/9-1.*

Barriere 1 og 2	Vinter (5°C - 10 m/s vind)	Sommer (15°C - 5 m/s vind)
Emulsjonsmengde **inn** til barriere 1	1334 Sm^3/d	752 Sm^3/d
Viskositet av emulsjon inn til barriere 1	1800 cP	220 cP
Antall og systemtyper i valgt beredskapsløsning i barriere 1 og 2	2 NOFO J m/overløp (pri.konfig.)	2 NOFO J m/overløp (pri.konfig.)
Emulsjonsdannelse mellom barriere 1 og 2	52 Sm^3/d	172 Sm^3/d
Ytelse av valgt beredskapsløsning i barriere 1 og 2	924 Sm^3/d	741 Sm^3/d
Emulsjonsmengde **ut** av barriere 2	463 Sm^3/d	183 Sm^3/d

Barriere 3 og 4	Vinter (5°C - 10 m/s vind)	Sommer (15°C - 5 m/s vind)
Emulsjonsmengde inn til barriere 3	321 tonn/d	151 tonn/d
Antall og systemtyper i valgt beredskapsløsning i barriere 3 og 4	16 NOFO Kyst HH CB4 (pri.konfig.)	16 NOFO Kyst HH CB4 (pri.konfig.)
Ytelse av valgt beredskapsløsning i barriere 3 og 4	234 Sm^3/d	146 Sm^3/d
Emulsjonsmengde ut av barriere 4	88 Sm^3/d	6 Sm^3/d

8 REFERANSER

Acona, Akvaplan-Niva og DNV GL, 2016: Oljedriftsmodellering for standard miljørisikoanalyser ved bruk av OSCAR – beste praksis.

Artsdatabanken, 2015. http://www.artsdatabanken.no. Nasjonal kunnskapskilde for biologisk mangfold. Norske Rødliste for arter 2015.

Faglig Forum for norske havområder, 2019. Særlig verdifulle og sårbare områder. Faggrunnlag for revisjon og oppdatering av forvaltningsplanene for norske havområder

Lloyd's, 2019. Blowout and well release frequencies based on SINTEF offshore blowout database 2018. Report no: 19101001-8/2019/R3. Rev: Final. Date 08 April 2019.

Lundin Norway AS, 2014. Risk Acceptance criteria for Operations on the Norwegian Continental Shelf, 90000-LUNAS-S-FD-0001.

Meld.St.35. 2017. Melding til Stortinget. Oppdatering av forvaltningsplanen for Norskehavet. Klima- og miljødepartementet. 5 April 2017.

Nilsen H., Greiff Johnsen H., Nordtug T., Johansen Ø., 2006. Threshold values and exposure to risk functions for oil components in the water column to be used for risk assessment of acute discharges (EIF Acute). Statoil contract no.: C.FOU.DE.B02.

NOFO, 2019. Planverket, https://www.nofo.no/planverk

NOROG, 2013. Veiledning for miljørettede beredskapsanalyser, datert 16.08.2013.

OLF, 2007. Metode for miljørettet risikoanalyse (MIRA) – revisjon 2007. OLF rapport, 2007.

Ranold, 2019. Blowout snf Dynamic Wellkill Simulations. Appraisal well 6306/9-1 Melstein Appraisal (PL644). Rev 0 – 18th December 2019.

Seapop, 2013. Sjøfugl åpent hav. Utbredelsen av sjøfugl i norske og tilgrensende havområder.

Seapop, 2017. Rådata innhentet for konsentrasjoner av kystnære sjøfuglarter fra Norsk Institutt for Naturforskning ved Geir Systad. Nasjonale og regionale datasett.

SINTEF, 2006. Kristin lettolje – Egenskaper og forvitring på sjøen relatert til beredskap. Rapport, 22-08-2006.

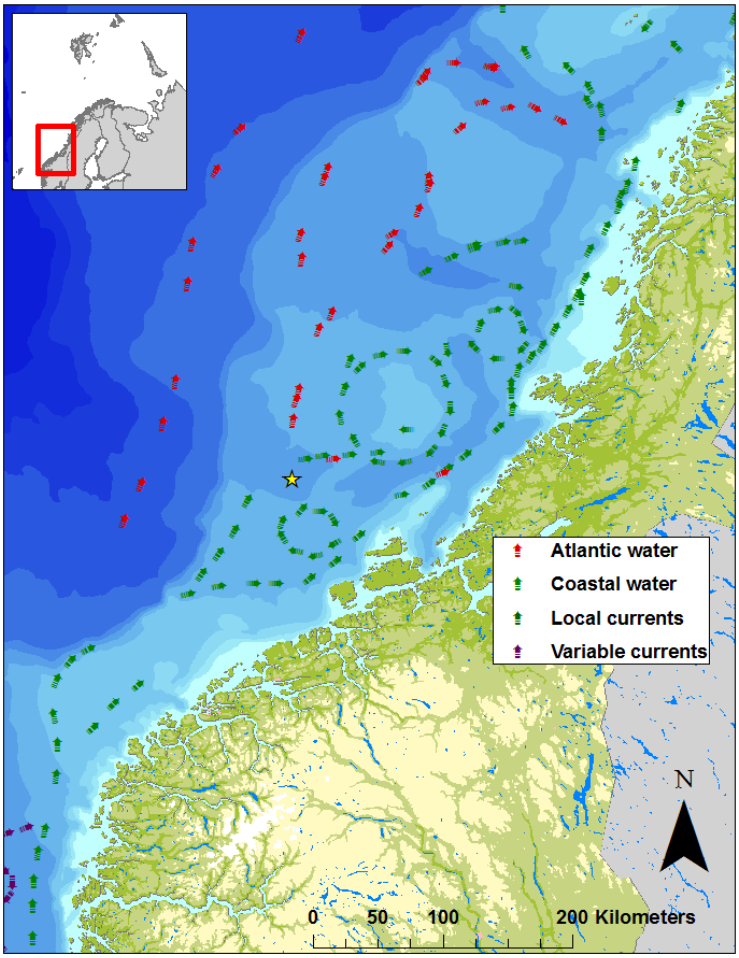
Systad, G.H.R., Bjørgesæter, A., Brude, O.W., Skeie, G.M.2018. Standardisering og tilrettelegging av sjøfugldata til bruk i konsekvens- og miljørisikoberegninger. NINA Rapport 1509: 36 pp.

VEDLEGG A

Beskrivelse av arter og habitater i analysen

Fysisk miljø

Norskehavet er havområdet mellom Norge, Island, Grønland og Svalbard og domineres av to dypvannbassenger; Norskehavsbassenget og Lofotbassenget, med dybder på mellom 300 og 400 meter. Området er preget av nordgående strømmer, hvor den norske kystrømmen forårsaker virvler i de grunnere områdene inne ved kysten (se Figur A-1). Den norske kyststrømmen er svært viktig for transport og fordeling av planktoniske organismer, og fiskeressursene varierer med dybdeforholdene, mengdene ferskvann fra elver, samt vindretningen og vindstyrken. Den fremherskende strømretningen er nordlig, og egg og larver som gytes i søndre del av Norskehavet fraktes nordover med strømmene (Sætre, 1999). Norskehavet er preget av både årlige og sesongmessige klimaendringer. Dette skyldes variasjoner i temperaturen i innstrømmende atlanterhavsvann og mengden kaldt arktisk vann som strømmer inn fra vest. Det innstrømmende varme atlanterhavsvannet gjør at Norskehavet er isfritt. Økosystemet i Norskehavet består av en forholdsvis enkel næringskjede og relativ lav biodiversitet. Derimot finnes de dominerende livsformene i store mengder og Norskehavet har høy biologisk produksjon (NINA, 2008).



Figur A-1 *Strømforhold i Norskehavet (MetOcean).*

NATURRESURSER
Sjøfugl

Sjøfugldataene benyttet i analysen er delt i to, med kystdata basert på tellinger fra land, sjø og fly, og åpent hav-data som er basert på båttransekter utenfor grunnlinjen. Disse to datasettene er behandlet atskilt.

Sjøfugl er arter som helt eller delvis er avhengige av havet for næringstilgang. Typiske sjøfugl, som havhest, havsule, skarv, alkefugl samt et stort antall måker og enkelte ender tilbringer store deler av tiden til havs. Denne typen sjøfugl kalles pelagiske sjøfugl. Andre sjøfuglarter som lappdykkere, dykkender og enkelte måker er bare tidvis avhengig av havet, og da gjerne i forbindelse med myting og overvintring (Christensen-Dalsgaard et al., 2008). Myting (fullstendig skifte av vingefjær for gjess, ender og alkefugler) varer i 3-7 uker mellom juli og august. Fuglene mister flygeferdigheten og kan finnes i konsentrerte flokker langs kysten, noe som gjør dem spesielt sårbare i denne perioden. Næringstilgangen for pelagisk sjøfugl er i stor grad bestemt av oseanografiske betingelser som front områder, strømmønstre, temperatur, salinitet og isutbredelse, som danner ulike typer habitater som er foretrukket av ulike sjøfuglarter. Innen sine fortrukne habitater opptrer sjøfuglartene gjerne i store flokker; flere tusen individer kan opptre innen relativt små geografiske områder. Denne typen ansamlinger av sjøfugl er imidlertid relativt ustabile, og den romlige fordelingen av sjøfugl vil derfor endre seg over tid (Fauchald, Tveraa, Bårdsen, & Langeland, 2005).

Fordelingsmønsteret for pelagisk sjøfugl kan deles inn i to faser (G.H. Systad & Bustnes, 1999):

- Trekkperioden, med regulære trekk mellom hekkeområder og overvintrings-/myteområder. Regulariteten i trekkrutene varierer for de ulike artene.
- Overvintringsperioden, der sjøfugl er mer eller mindre stasjonære innen større geografiske områder med god næringstilgang. Endringer i næringstilgangen medfører endringer i oppholdssted.

Den viktigste kilden til informasjon om utbredelse av sjøfugl i Norge er NINAs Sjøfugldatabase og Norsk Polarinstitutts Sjøfugldatabase presentert gjennom Seapop-programmet (www.seapop.no). Sjøfugldataene er delt i to, med kystdata basert på tellinger fra land, sjø og fly, og åpent hav-data som er basert på båttransekter utenfor grunnlinjen. Datasettene behandles separat i analysen, der hvert datasett er definert som én «bestand». Det er imidlertid viktig å bemerke at sjøfugl i begge typer datasett (åpent hav og kystnært) kan tilhøre samme bestand, men at analysen baserer seg på ulike datasett etter ulike tilholdssted i forskjellige perioder av året.

Indikatorartene for Norskehavet er valgt som analysearter. Disse omfatter pelagisk dykkende arter representert ved lomvi og lunde, pelagisk overflatebeitende arter representert ved krykkje, og kystbundne dykkende arter representert ved ærfugl, toppskarv og storskarv. En rekke ulike sjøfugl benytter kystområdene langs Norskehavet til hekking, der alkefuglene lunde og krykkje, samt måkefuglene gråmåke og fiskemåke er mest tallrike. **Tabell A-1** angir estimerte antall hekkefugl (par) i de ulike regionene (havområdene) (Seapop, 2015).

Tabell A-1 *Estimert antall hekkende sjøfuglpar fordelt på fire regioner langs norskekysten per 2014 (fra Seapop, 2015).*

Art	Fastlandet				Svalbard				Norge	Nasjonal andel	Europa	Andel i Norge
	Nordsjøen – Skagerrak	Norskehavet	Barentshavet	Totalt	Jan Mayen	Bjørnøya	Øvrige områder	Totalt				
Havhest[1]	600	7 500	0	8 000	> 170 000	30 000	< 1 mill.	< 1 mill.	± 1 mill.	± 20 %	3 000 000	33 %
Havsvale[1]	> 100	> 1 000	> 100	< 10 000	0	0	0	0	< 10 000	< 1 %	690 000	1 %
Stormsvale[1]	> 10	> 100	0	< 1 000	0	0	0	0	< 1 000	< 1 %	150 000	1 %
Havsule	0	3 600	2 100	5 700	0	> 10	0	10	5 700	< 1 %	300 000	2 %
Storskarv[2]	2 500	13 500	5 500	21 000	0	0	0	0	21 000	< 1 %	45 000	41 %
Toppskarv	14 000	9 000	5 000	28 000	0	0	0	0	28 000	1 %	81 000	35 %
Ærfugl	37 000	41 000	9 000	87 000	< 200	100	17 000	17 000	104 000	2 %	2 000 000	5 %
Praktærfugl	0	0	0	0	0	0	500	500	500	< 1 %	500	100 %
Storjo	< 10	90	20	> 110	< 50	750	250	1 000	1 100	< 1 %	16 000	7 %
Tyvjo[3]	< 300	< 1 000	< 1 000	2 000	< 50	100	> 900	1 000	3 000	< 1 %	17 500	17 %
Makrellterne[1]	7 000	< 3 000	1 000	< 11 000	0	0	0	0	< 11 000	< 1 %	300 000	4 %
Rødnebbterne[1]	5 000	20 000	4 000	29 000	< 1 000	< 100	< 10 000	< 10 000	< 40 000	1 %	750 000	5 %
Fiskemåke[3]	5 500	75 000	10 000	90 000	< 5	< 5	0	< 5	90 000	2 %	500 000	18 %
Sildemåke	21 500	6 500	< 100	28 000	< 50	< 5	0	< 5	28 000	1 %	180 000	16 %
Gråmåke	19 000	42 000	11 500	72 000	< 5	0	0	< 5	72 000	1 %	850 000	8 %
Polarmåke	0	0	0	0	> 200	400	3 600	4 000	4 000	< 1 %	21 500	20 %
Svartbak	8 500	30 000	4 500	43 000	< 40	20	80	100	43 000	1 %	120 000	36 %
Krykkje	6 000	44 000	37 000	87 000	< 10 000	135 000	109 000	245 000	340 000	6 %	2 500 000	14 %
Ismåke	0	0	0	0	0	0	2 000	2 000	2 000	< 1 %	2 000	100 %
Lomvi	50	2 600	14 000	17 000	< 1 000	132 000	100	132 000	150 000	3 %	2 900 000	5 %
Polarlomvi	0	0	< 100	< 100	> 110 000	95 000	520 000	615 000	725 000	13 %	1 000 000	73 %
Alke	300	< 10 000	< 45 000	< 55 000	< 100	100	20	120	55 000	1 %	500 000	11 %
Alkekonge[1]	0	0	0	0	< 100 000	± 50 000	> 1 000 000	> 1 000 000	> 1 000 000	± 20 %	> 1 000 000	< 100 %
Teist[4]	< 400	15 000	20 000	35 000	< 1 000	< 1 000	19 000	20 000	55 000	1 %	200 000	28 %
Lunde	5 000	553 000	907 000	1 465 000	< 5 000	< 1 000	9 000	< 10 000	1 500 000	27 %	5 500 000	27 %
Totalt	**133 000**	**875 000**	**1 075 000**	**2 100 000**	**400 000**	**440 000**	**< 2 500 000**	**3 000 000**	**5 500 000**	**100 %**	**23 000 000**	**24 %**

Sjøfugls sårbarhet for oljeforurensning

Sjøfugler tilbringer det meste av tiden på sjøen, hvor de fleste artene henter all sin næring. Noen arter er kun avhengige av å oppsøke land i hekketiden. Ved oljesøl i områder hvor det forekommer sjøfugl, enten rundt hekkekolonier eller i områder hvor de beiter, er det sannsynlig at sjøfugl kommer i kontakt med oljen. Sjøfugl er sårbar for både direkte og indirekte effekter av oljesøl. Oljen får fjærene til å klistre seg sammen slik at de mister isolasjonsevnen, sjøvannet kommer i kontakt med huden og fuglen fryser i hjel. Selv relativt små mengder olje i fjærdrakten kan få fatale konsekvenser, fordi fjærenes vannavstøtende effekt blir ødelagt. En oljeflekk på under 5 % av kroppen vil dermed kunne bli fatalt. I tillegg kan tilsølte individer bli forgiftet ved at de får olje inn i fordøyelsessystemet når de pusser fjærdrakten.

Sekundært vil åtseletere og predatorer også kunne bli utsatt for forgiftning og tilgrising gjennom tilgang til svake og døde, tilgrisede sjøfugl. Effektene av forgiftning inntrer mer gradvis og, i den grad forgiftning blir en primærårsak til dødelighet (f.eks. for arter der individene kan overleve en oljeskade ved å søke næring på land), kan dette inntre lenge etter den akutte hendelsen.

Den individuelle oljesårbarheten til en sjøfugl varierer med en lang rekke forhold som blant annet art, fysisk tilstand og flygedyktighet samt tilstedeværelse, atferd og arealutnyttelse i risikoområdet (T. Anker-Nilssen, 1987). **Tabell A-2** gir en forenklet fremstilling av ulike sjøfuglgruppers sårbarhet for oljeforurensning.

Sårbarheten er generelt størst for de artene som ligger på havoverflaten og dykker etter næring fordi disse er særlig utsatt for varmetap og har større sannsynlighet for å komme i kontakt med olje. Det gjelder især alkefugler som lomvi og lunde, lommer, skarver og marine ender. Måkefugl, svaner, gjess, og gressender er imidlertid mindre utsatt for varmetap da de ofte finner tilstrekkelig næring på land. Sjøfugler er især sårbare for oljesøl i hekketiden når de aggregerer i kolonien. Dessuten er ande- og alkefugler svært sårbare i myte (fjærfellings) perioden, hvor de ikke er flygedyktige i flere uker. Mytetiden for alkefugler er i august-september mens andefugler i Nord-Norge myter i perioden juli-september.

Sjøfugl på åpent hav forekommer ofte aggregert i flokker og høye konsentrasjoner. En slik fordeling øker fuglenes sårbarhet for små oljesøl. Hvis et oljesøl først treffer større konsentrasjoner av fugl, kan tusenvis av individer bli berørt. Blant de viktigste artene av pelagisk sjøfugl i Norskehavet er lomvi, alkekonge og lunde vurdert å ha høyest sårbarhet for olje (SFT & DN, 2000). Sårbarheten til disse artene er like høy gjennom hele året (hekking, næringssøk, hvile, myting og vinterområder). Av kystbundne dykkende sjøfugl er de viktigste artene toppskarv, storskarv og ærfugl.

Det refereres videre til (Brude, Systad, Moe, & Østby, 2003), (Christensen-Dalsgaard et al., 2008), (Moe, 1993), (C. H. Peterson, 2001), (Piatt, Lensink, Butler, Kendziorek, & Nysewander, 1990) for ytterligere informasjon.

Tabell A-2 *Forenklet fremstilling av de forskjellige gruppenes sårbarhet for olje til ulike årstider (T. Anker-Nilssen, 1994).*

Økologisk sjøfuglgruppe	Sommerområder for				Høst-områder	Vinter-områder
	Hekking	Næringssøk	Hvile	Myting		
Pelagisk dykkende	Høy	Høy	Høy	Høy	Høy	Høy
Pelagisk overflatebeitende	Lav	Middels	Lav	-	Middels	Middels
Kystbundne dykkende	Høy	Høy	Høy	Høy	Høy	Høy
Kystbundne overflatebeitende	Middels	Lav	Lav	Middels	Lav	Lav

I beregningene av effektene på sjøfugl av modellerte oljeutslipp, er sannsynlighetsberegningen gjort for hvor stor en andel av bestanden som vil omkomme. Dette er gjort ut ifra fordelingen av sjøfuglene og hvor sårbare artene er overfor olje. Videre beregnes den endelige miljøskaden som restitusjonstid for en sjøfuglbestand. Det vil si tiden det tar for en sjøfuglbestand å bygges opp igjen til samme bestandsnivå som før skade av et oljesøl. Gjennomgående karakteriseres de typiske sjøfuglartene ved sein kjønnsmodning, høy levealder og lav reproduktiv kapasitet, noe som medfører at de fleste artene har en liten til middels restitusjonsevne (**Tabell A-3**). Dette er ivaretatt i beregningene.

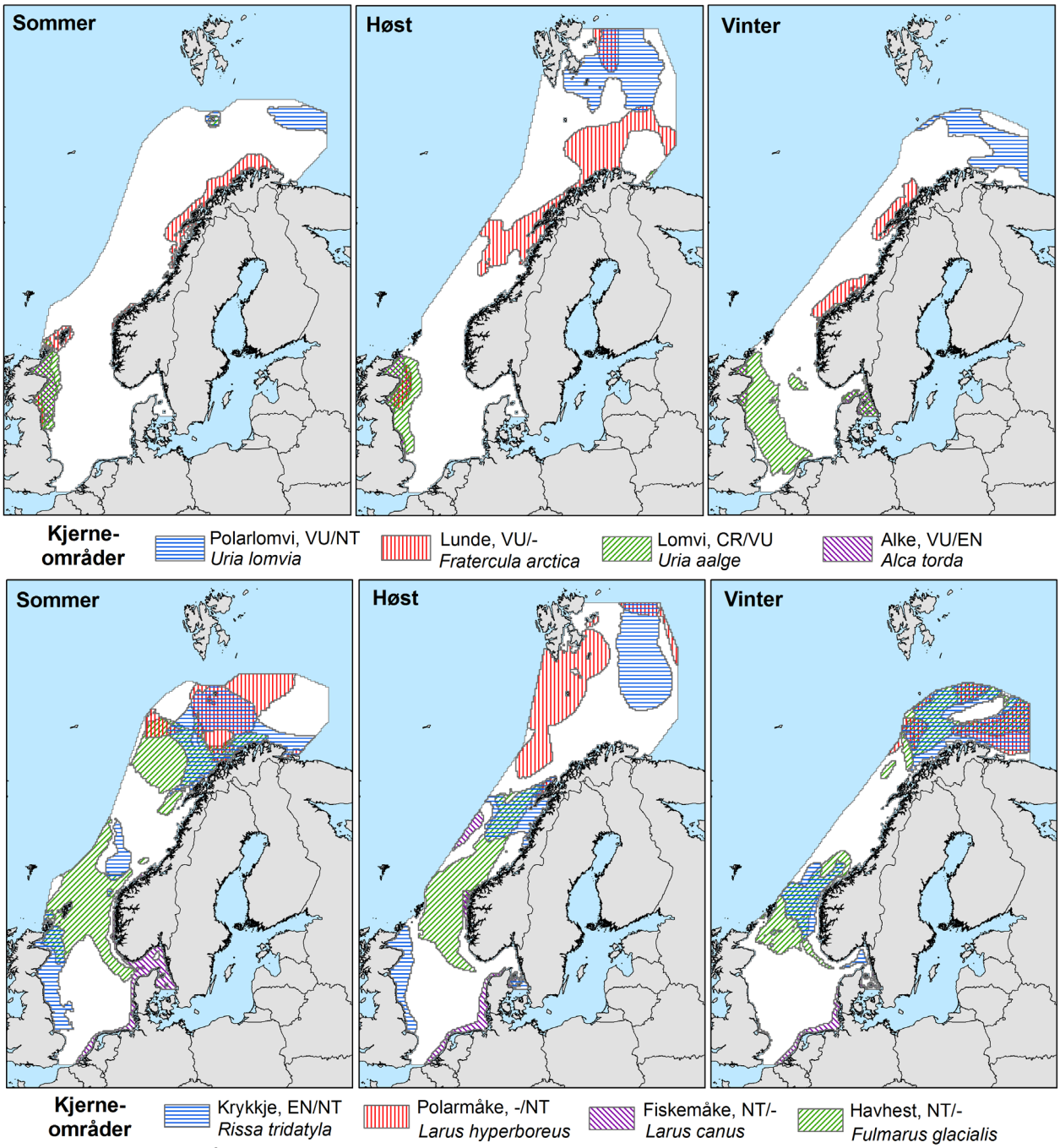
Tabell A-3 *Bestandskarakteristika for sjøfugler inkludert i konsekvensanalysen. Restitusjonsevne er vurdert ut fra artens livshistorieparametere (primær reproduksjonsevne og overlevelse). Bestandstrender er vurdert på bakgrunn av resultater fra Det nasjonale overvåkingsprogrammet for sjøfugl (se f.eks. Lorentsen & Christensen-Dalsgaard 2009). Nasjonal rødlistestatus er i henhold til (Artsdatabanken, 2015) og inndelt i kategoriene CR = kritisk truet, EN = sterkt truet, VU = sårbar og NT = nær truet.*

Art	Økologisk grupp.[3]	Restitusjons-evne	Bestandstrend, fastland	Status i Norge	Individuell sårbarhet (MIRA)
Havhest	PO	liten	Negativ	NT	2
Storskarv	KD	stor	Positiv	Ansvarsart[1]	3
Toppskarv	KD	stor	Stabil	Ansvarsart[1]	3
Ærfugl	KD	middels	Stabil		3
Stellerand	KD	liten	Negativ		3
Svartbak	KO	middels	Stabil	Ansvarsart[1]	1;sept.-mars/2;april-aug.
Gråmåke	KO	middels	Stabil		1;sept.-mars/ 2;april-aug.
Krykkje	PO	middels	Negativ	VU[2]	3
Polarlomvi	PD	liten	Negativ	NT[2]	3
Lomvi	PD	liten	Negativ	CR[2]	4
Lunde	PD	liten	Negativ	VU[2]	3
Praktærfugl	KD	middels	Stabil		3

1. *En art er definert som norsk ansvarsart når den norske bestanden er ≥ 25 % av Europas bestand.*
2. *Rødlistestatus for det norske fastland.*
3. *PO: pelagisk overflatebeitende, KD: kystbundne dykkende, PD: pelagisk dykkende, KO: kystbundne overflatebeitende*

Spesielt sårbare områder

For å identifisere spesielt sårbare områder mht. arter oppført i den Norske rødlista er det med utgangspunkt i datagrunnlaget for sjøfugl knyttet til åpent hav blitt beregnet spesielt sårbare områder, eller kjerneområder for disse artene (Fauchald, 2011), (G.H. Systad & Strøm, 2012). Kjerneområde er definert som det minste området hvor 75 % av alle individer innenfor studieområdet ble modellert å være. Denne informasjonen er sentral for å forstå hvordan sjøfugl interagerer med øvrige økosystemkomponenter og vil være viktig for å evaluere miljøkonsekvensene av oljesøl. Nordsjøen/Norskehavet er eksempelvis kjerneområde for havhest i høstsesongen (**Figur A-2**).



Figur A-2 *Kjerneområdene til alkefugl og pelagisk overflatebeitende fugl oppført i den norske rødlista (Fauchald, 2011).*

Kystnær sjøfugl

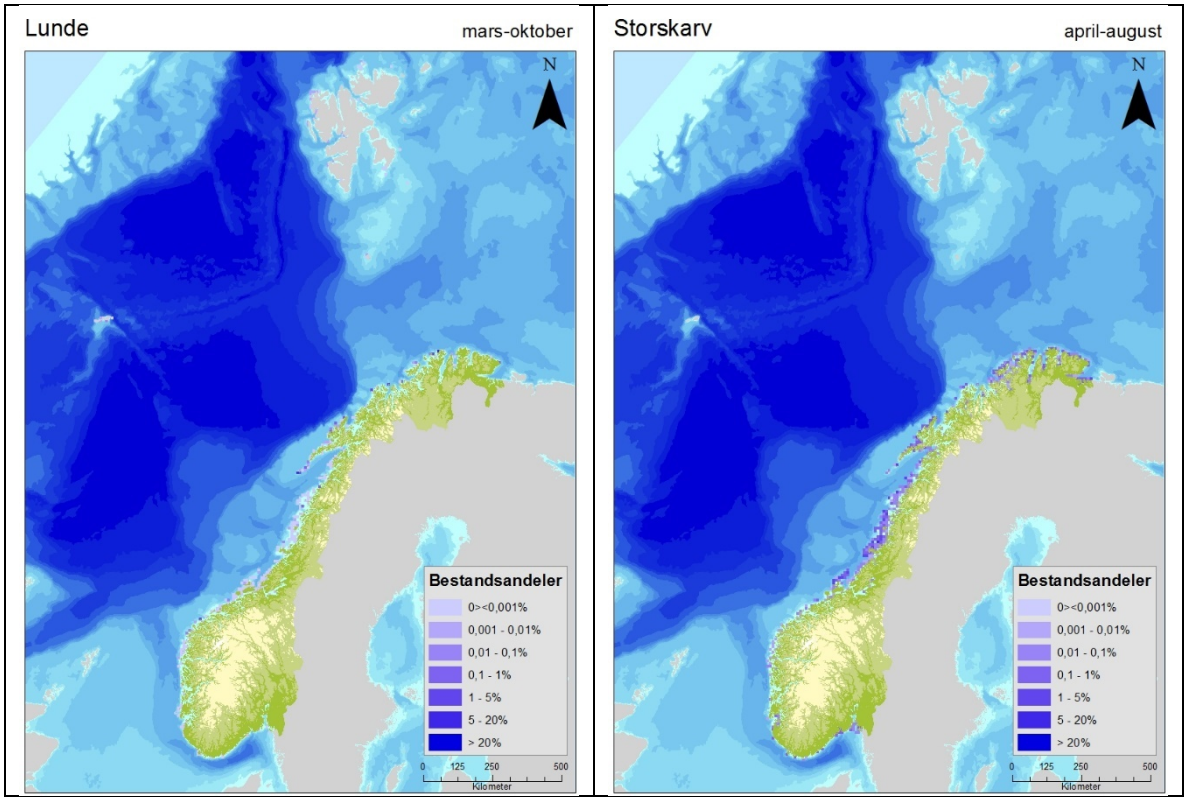
Sjøfugls tilknytning til kystområdene varierer mellom arter og sesonger, avhengig av atferd og aktivitet. Noen arter er tilknyttet kysten året rundt, andre trekker mot kysten kun i forbindelse med hekkeperioden (vår/sommer).

Arter som er tilknyttet kysten er eksempelvis dykkender (ærfugl, svartand, sjøorre), skarver (storskarv, toppskarv), terner, enkelte måkefugl og alkefuglen teist. Disse artene er hovedsakelig å finne i områder som kan sees fra land, men kan også vandre lengre ut i åpent hav, særlig i områder med grunt vann. Mer pelagiske sjøfuglarter benytter kystområdene som hekkeplasser.

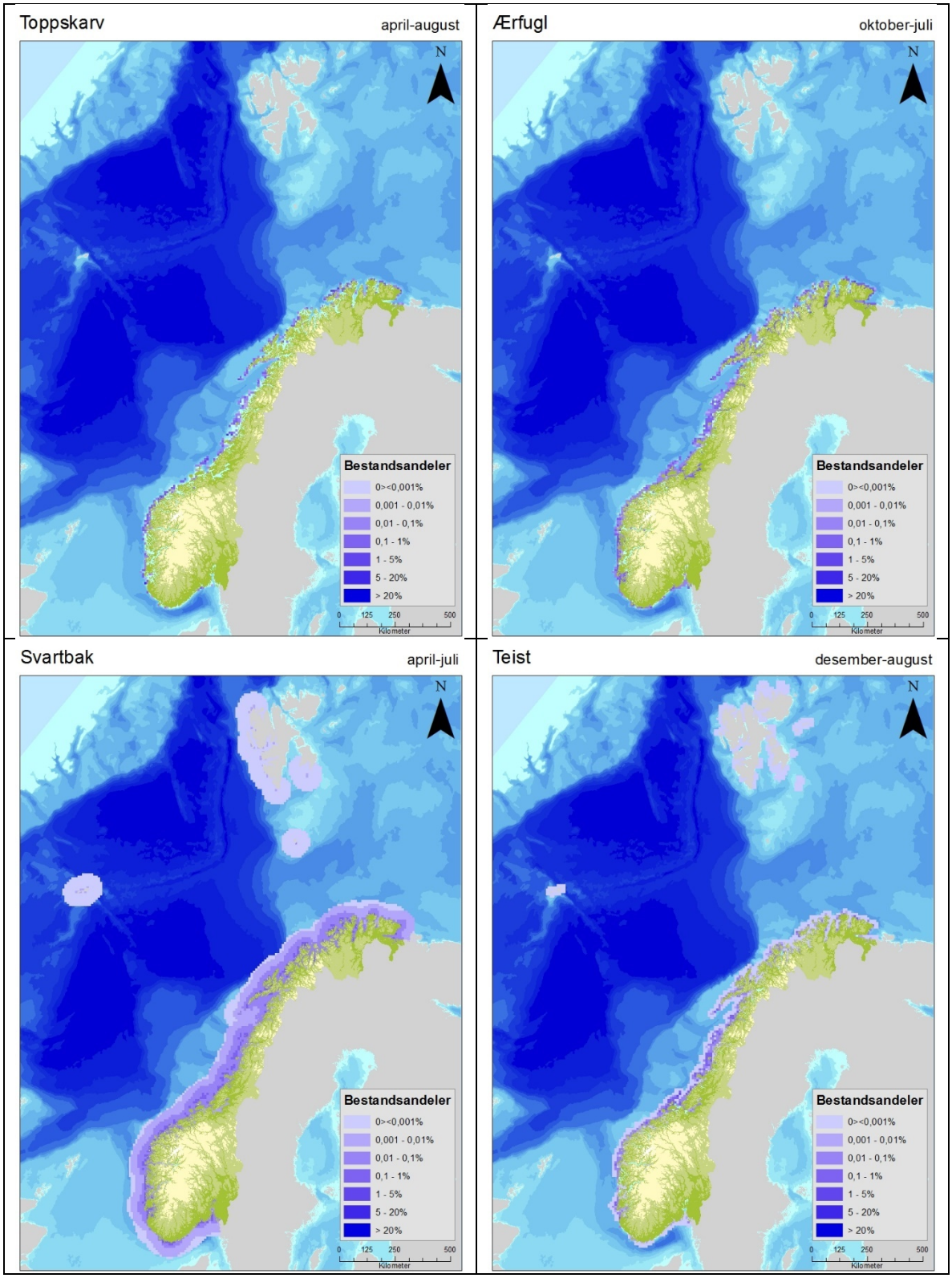
Som utgangspunkt for skadebaserte analyser på sjøfugl i kystnære områder og sjøfugl med særlig tilknytting til kystområdene er det tatt utgangspunkt i den nasjonale sjøfugldatabasen til NINA (Seapop, 2017). Disse dataene er tilrettelagt for bruk i skadebaserte analyser ved bruk av ArcGIS rutiner, der datasettene er fordelt til en buffersone rundt de aktuelle hekkekoloniene.

Datasettet inkluderer følgende arter: Alke, fiskemåke, gråmåke, havhest, havsule, islom, ismåke, krykkje, lomvi, lunde, makrellterne, polarlomvi, polarmåke, praktærfugl, rødnebbterne, siland, sildemåke, smålom, stellerand, storjo, storskarv, svartbak, teist, toppskarv og ærfugl.

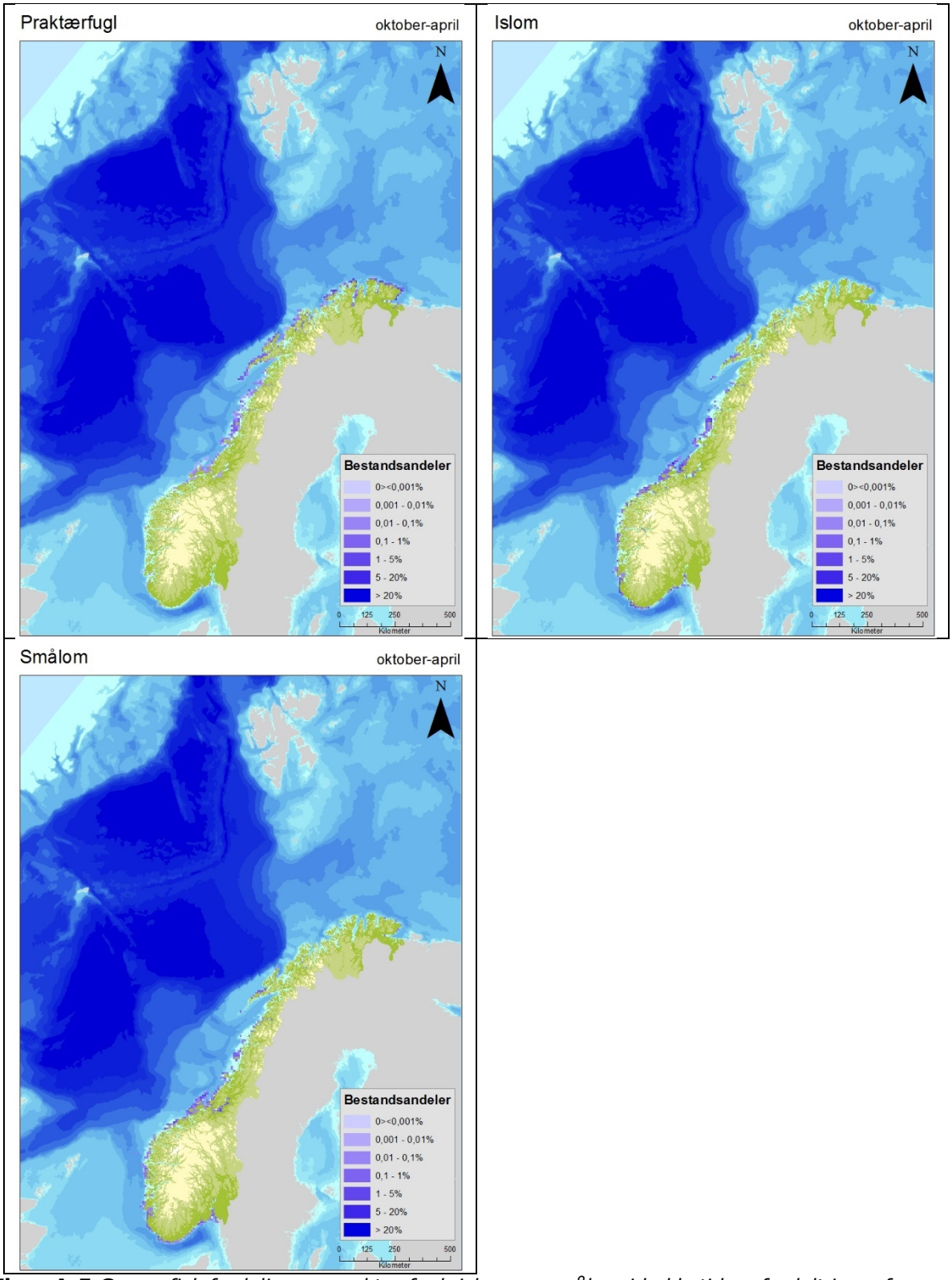
Kystnær fordeling av utvalgte kystbundne, dykkende sjøfuglarter i er presentert i **Figur A-3** til **Figur A-5**.



Figur A-3 *Geografisk fordeling av lunde og storskarv i hekketiden, fordelt innenfor aksjonsradiusen til de ulike artene (SEAPOP, 2017).*



Figur A-4 *Geografisk fordeling av toppskarv, ærfugl, svartbak og teist i hekketiden, fordelt innenfor aksjonsradiusen til de ulike artene (SEAPOP, 2017).*

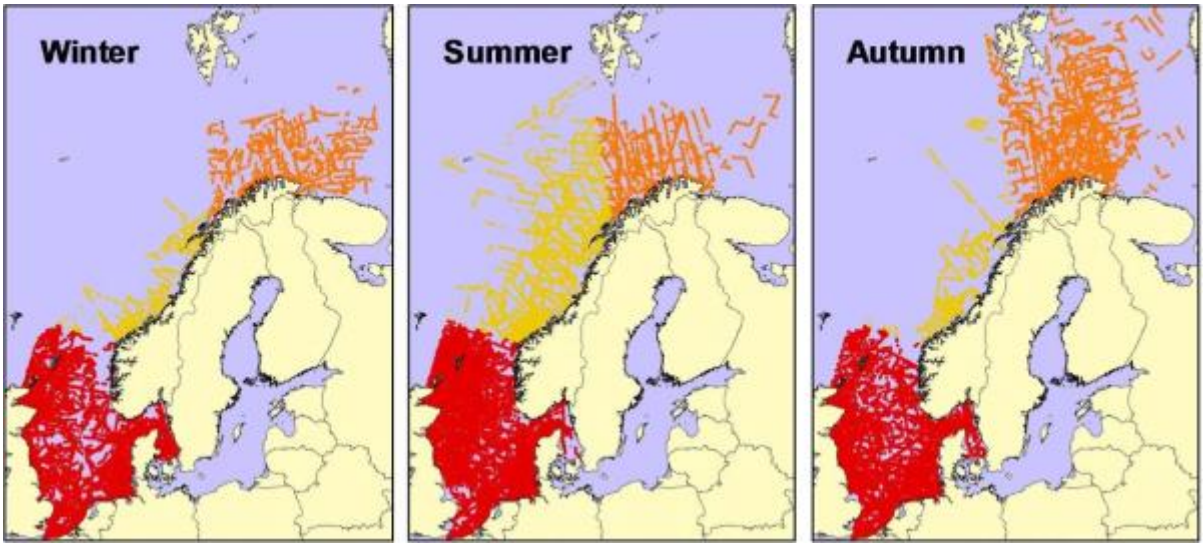


Figur A-5 *Geografisk fordeling av praktærfugl, islom og smålom i hekketiden, fordelt innenfor aksjonsradiusen til de ulike artene (SEAPOP, 2017).*

Sjøfugl på åpent hav

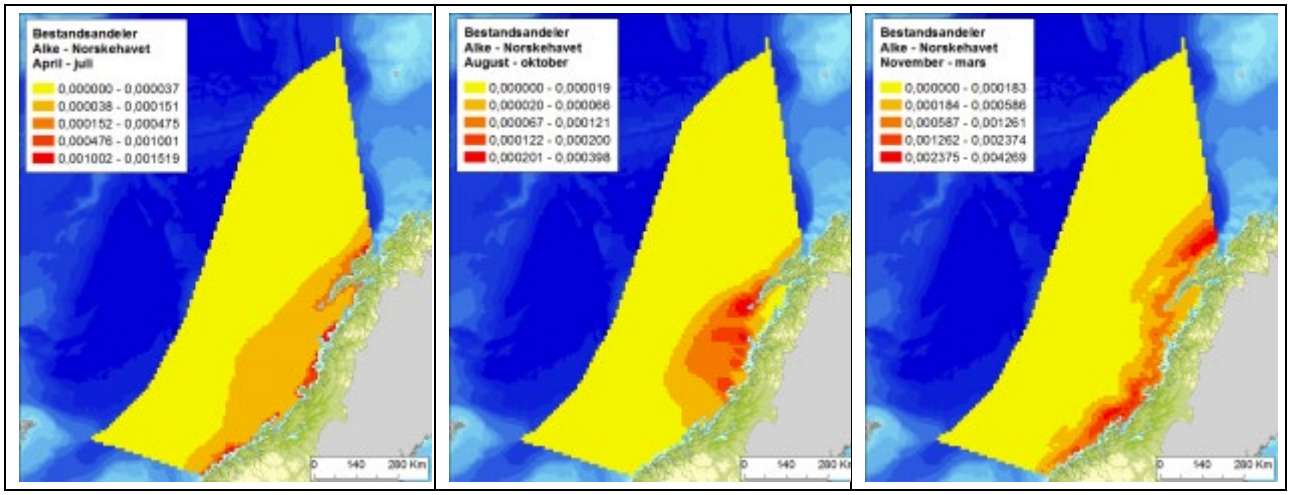
Data er blitt samlet inn etter standard metode for linjetransekter. Fuglene blir talt fra 6-10 m over havoverflaten under en konstant fart av ca. 20 km/t. Alle fugler sett innenfor en sektor av 300 m rett fram og 90° grader til en side av båten telles. Fordelingen av fugl ble brukt til å estimere utbredelse og tetthet gjennom en GAM-modell (Generalized Additive Model) (Seapop, 2015). Dataene (estimert antall per 10 km^2) ble regnet om til andeler av totalestimatet for Norskehavet og Barentshavet samlet. Lett oppdagbare arter som har en tendens til å følge båten (f.eks. måker og havhest) er sannsynligvis overestimert, mens små, mer uanselige og dykkende arter (f.eks. alkefugl) er underestimert. Siden oppdagbarhet neppe skiller seg mellom de forskjellige delene av undersøkelsesområdet, vil imidlertid dette ikke ha noen betydning for den relative romlige fordelingen innen en art.

Åpent hav dataene omfatter registreringer fra Nordsjøen (NO), Norskehavet (NW) og Barentshavet (BA). Data fra Nordsjøen er hovedsakelig fra ESAS (European Seabirds At Sea) databasen, mens dataene fra Norskehavet og Barentshavet hovedsakelig er fra SEAPOP-databasen (www.seapop.no). Dataene er analysert atskilt for de tre havområdene og for tre forskjellige sesonger: vinter (1. november – 31. mars), sommer (1. april – 31. juli) og høst (1. august – 31. oktober). Datadekningen er vist i **Figur A-6**.

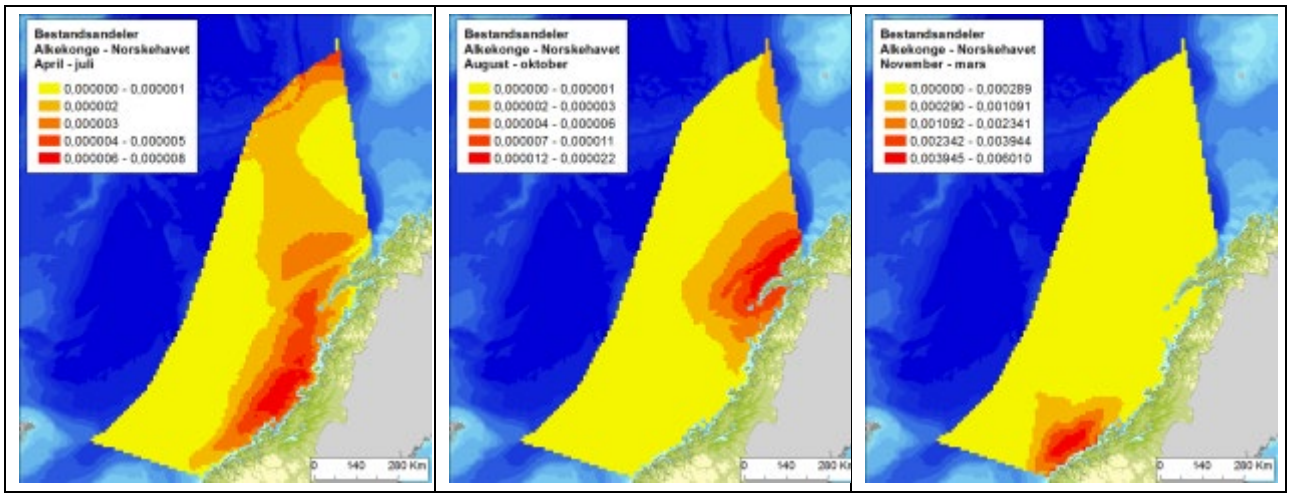


Figur A-6 *Datadekning åpent hav. Hvert punkt representerer en aggregert 20 km linje. Forskjellige farger viser forskjellige havområder, fra sør til nord: Nordsjøen, Norskehavet og Barentshavet. Kun det andre er brukt i dette arbeidet.*

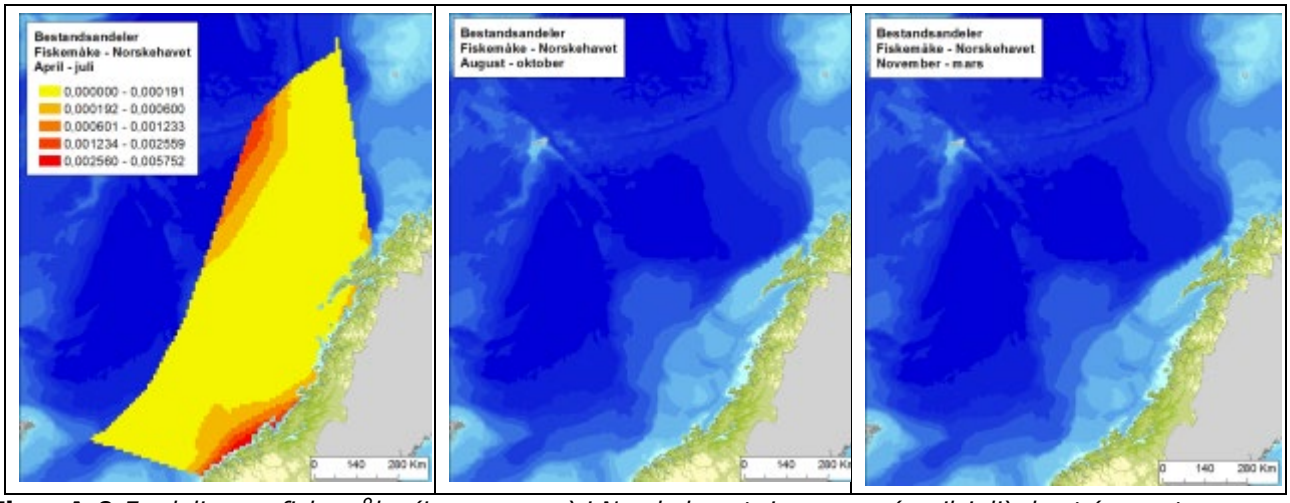
For Norskehavet omfatter åpent hav dataene de pelagisk dykkende artene alke, alkekonge, lomvi, polarlomvi og lunde, de pelagisk overflatebeitende artene havhest, havsule og krykkje, og de mer kystbundne overflatebeitende artene gråmåke, polarmåke og svartbak i **Figur A-7** til **Figur A-19** viser fordelingen av de ulike artene i sommer-, høst- og vintersesongen (SEAPOP/Per Fauchald, 2013).



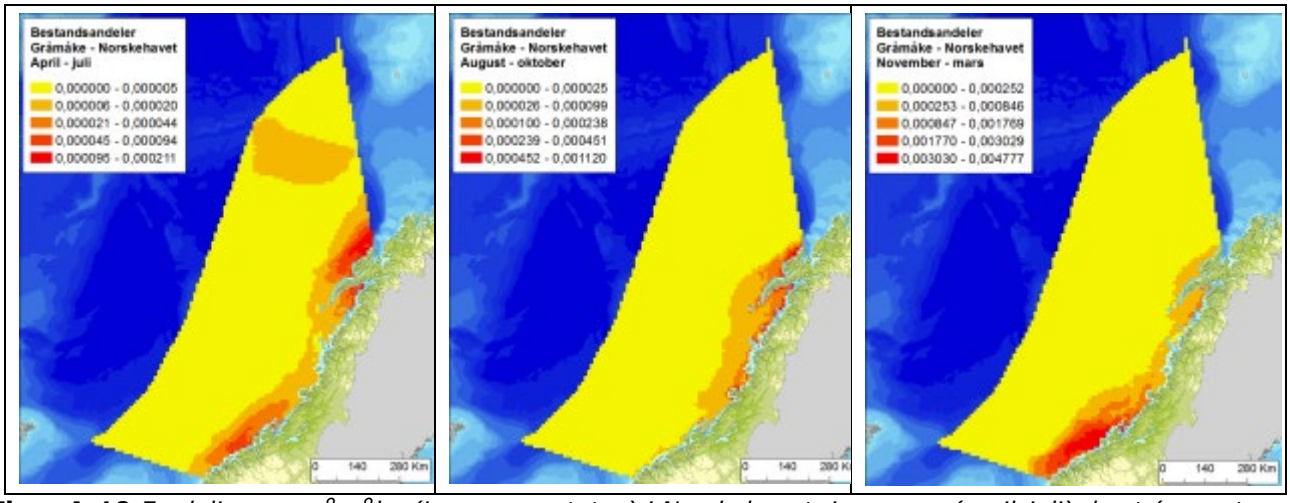
Figur A-7 *Fordeling av alke (Alca torda) i Norskehavet, i sommer (april-juli), høst (august-oktober) og vintersesongen (november-mars), basert på modellerte data (SEAPOP/Per Fauchald, 2013).*



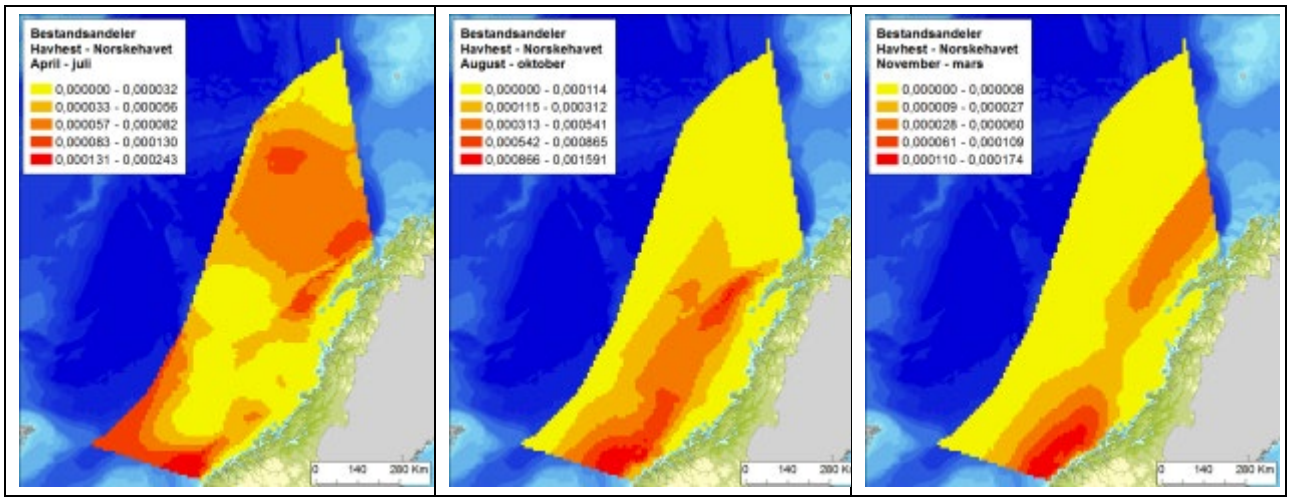
Figur A-8 *Fordeling av alkekonge (Alle alle) i Norskehavet, i sommer (april-juli), høst (august-oktober) og vintersesongen (november-mars), basert på modellerte data (SEAPOP/Per Fauchald, 2013).*



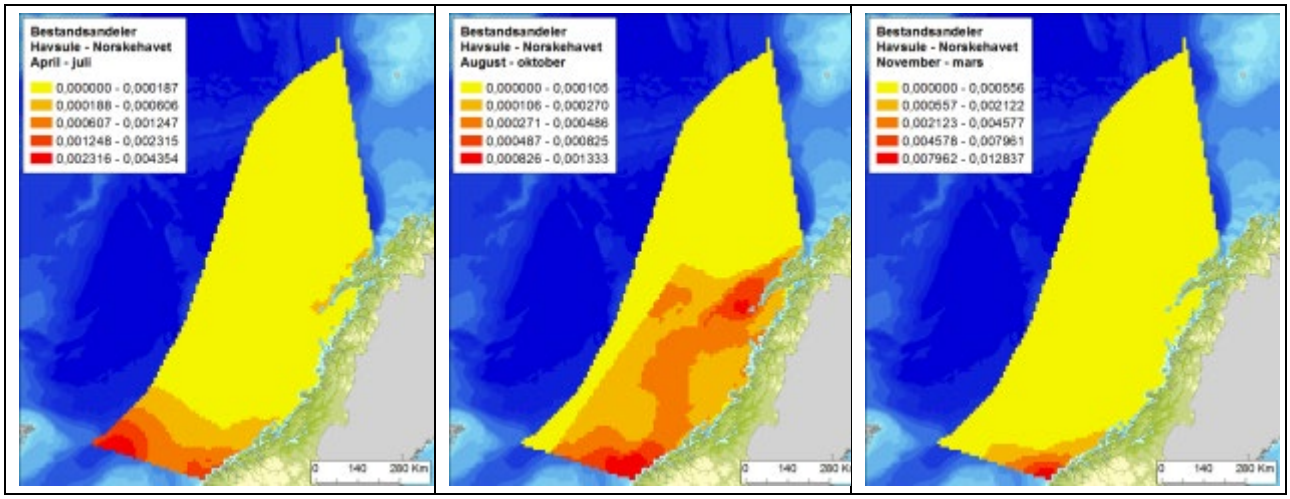
Figur A-9 *Fordeling av fiskemåke (Larus canus) i Norskehavet, i sommer (april-juli), høst (august-oktober) og vintersesongen (november-mars), basert på modellerte data (SEAPOP/Per Fauchald, 2013).*



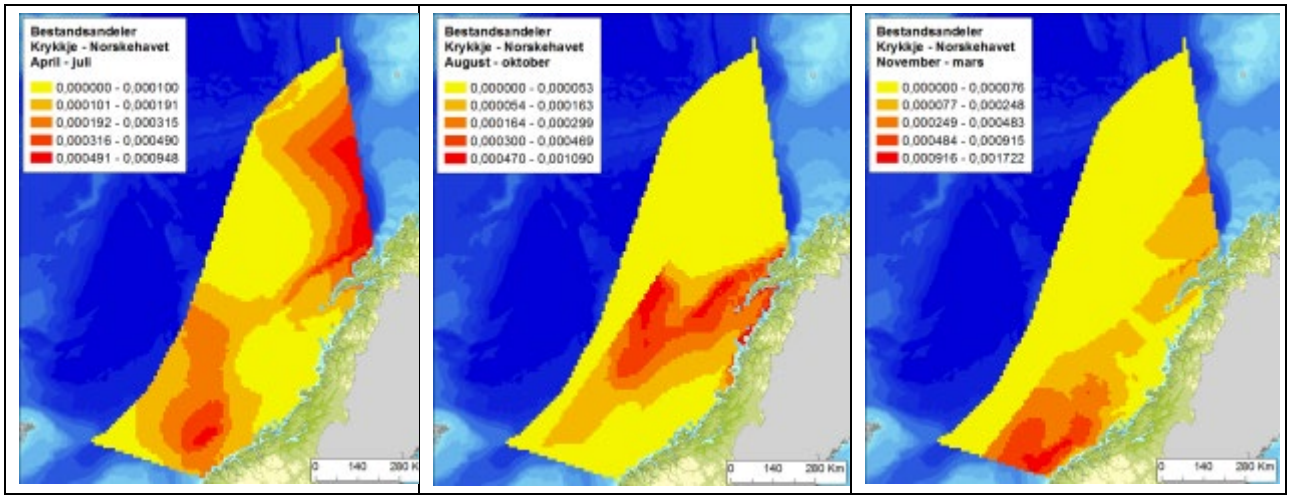
Figur A-10 *Fordeling av gråmåke (Larus argentatus) i Norskehavet, i sommer (april-juli), høst (august-oktober) og vintersesongen (november-mars), basert på modellerte data (SEAPOP/Per Fauchald, 2013).*



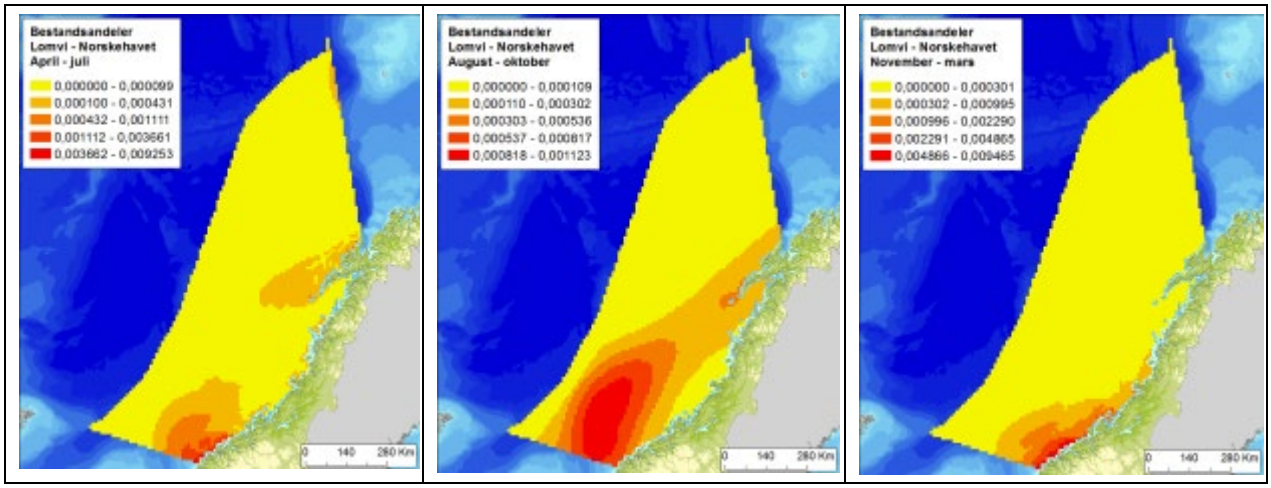
Figur A-11 *Fordeling av havhest (Fulmarus glacialis) i Norskehavet, i sommer (april-juli), høst (august-oktober) og vintersesongen (november-mars), basert på modellerte data (SEAPOP/Per Fauchald, 2013).*



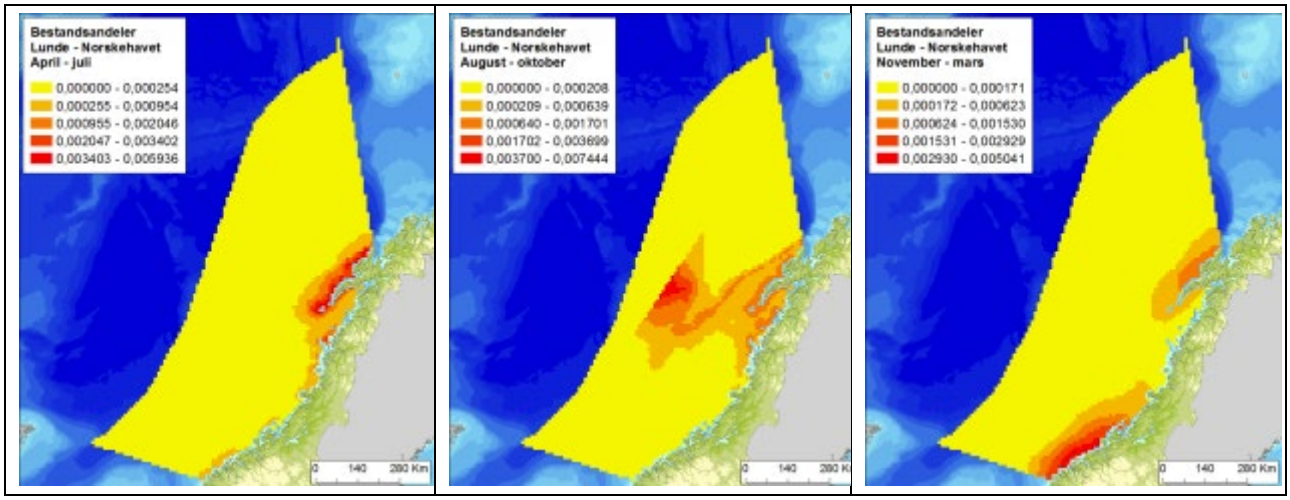
Figur A-12 *Fordeling av havsule (Sula bassana) i Norskehavet, i sommer (april-juli), høst (august-oktober) og vintersesongen (november-mars), basert på modellerte data (SEAPOP/Per Fauchald, 2013).*



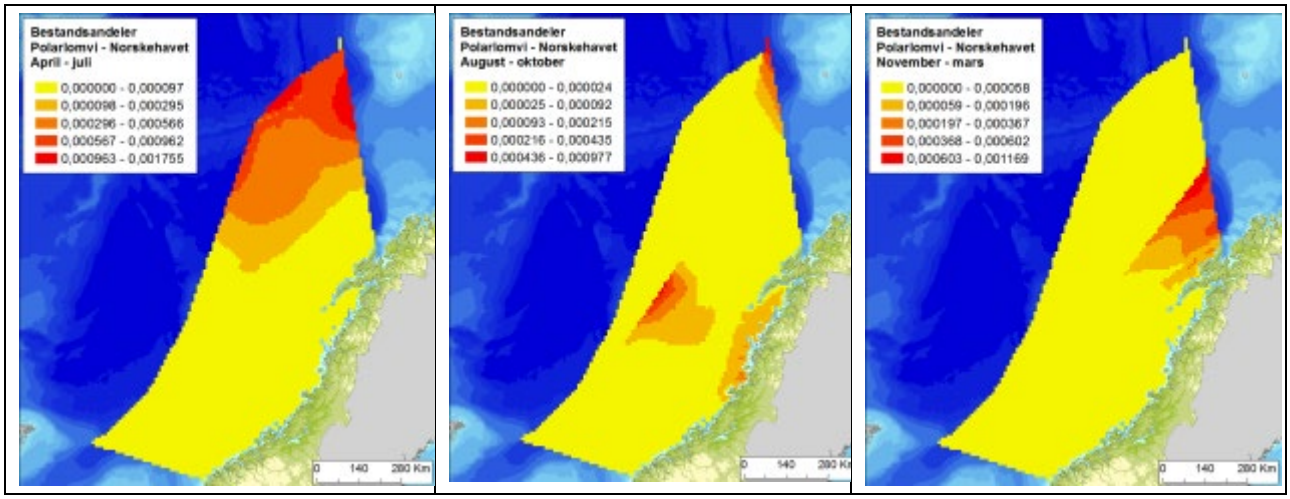
Figur A-13 *Fordeling av krykkje (Rissa tridactyla) i Norskehavet, i sommer (april-juli), høst (august-oktober) og vintersesongen (november-mars), basert på modellerte data (SEAPOP/Per Fauchald, 2013).*



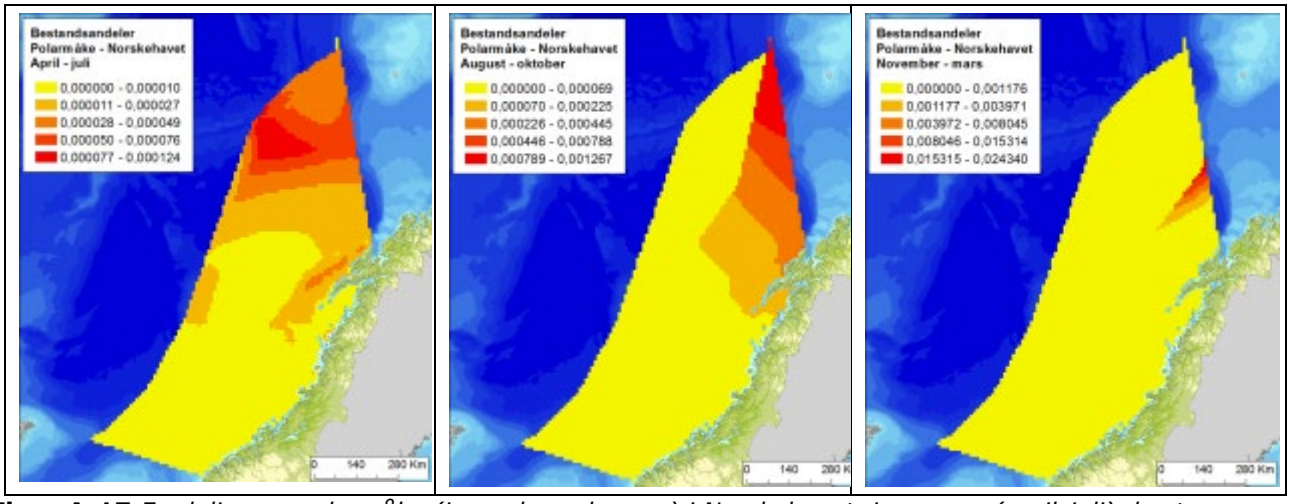
Figur A-14 *Fordeling av lomvi (Uria aalge) i Norskehavet, i sommer (april-juli), høst (august-oktober) og vintersesongen (november-mars), basert på modellerte data (SEAPOP/Per Fauchald, 2013).*



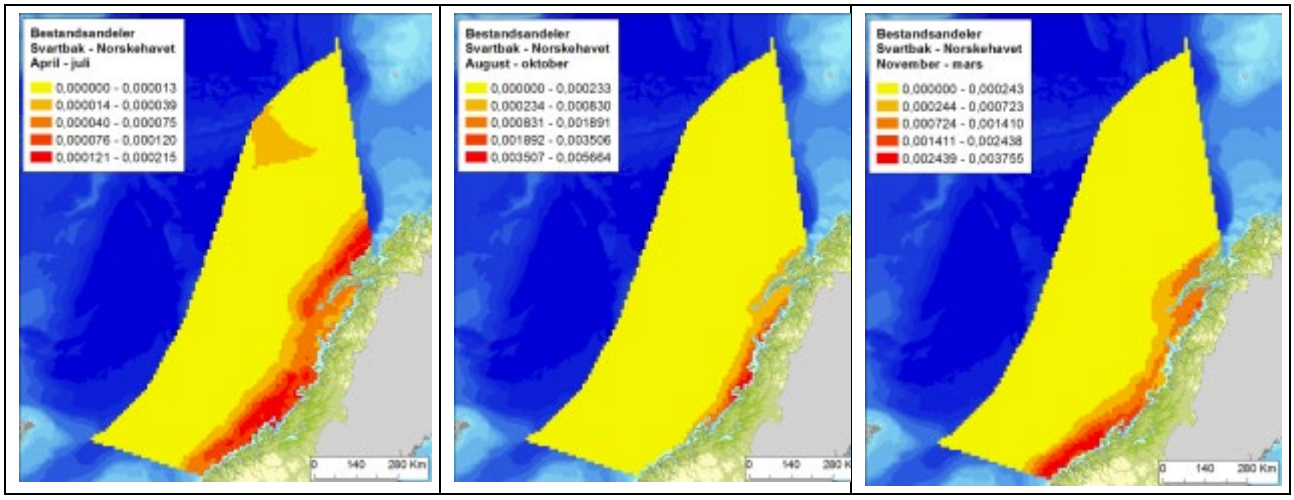
Figur A-15 *Fordeling av lunde (Fratercula arctica) i Norskehavet, i sommer (april-juli), høst (august-oktober) og vintersesongen (november-mars), basert på modellerte data (SEAPOP/Per Fauchald, 2013).*



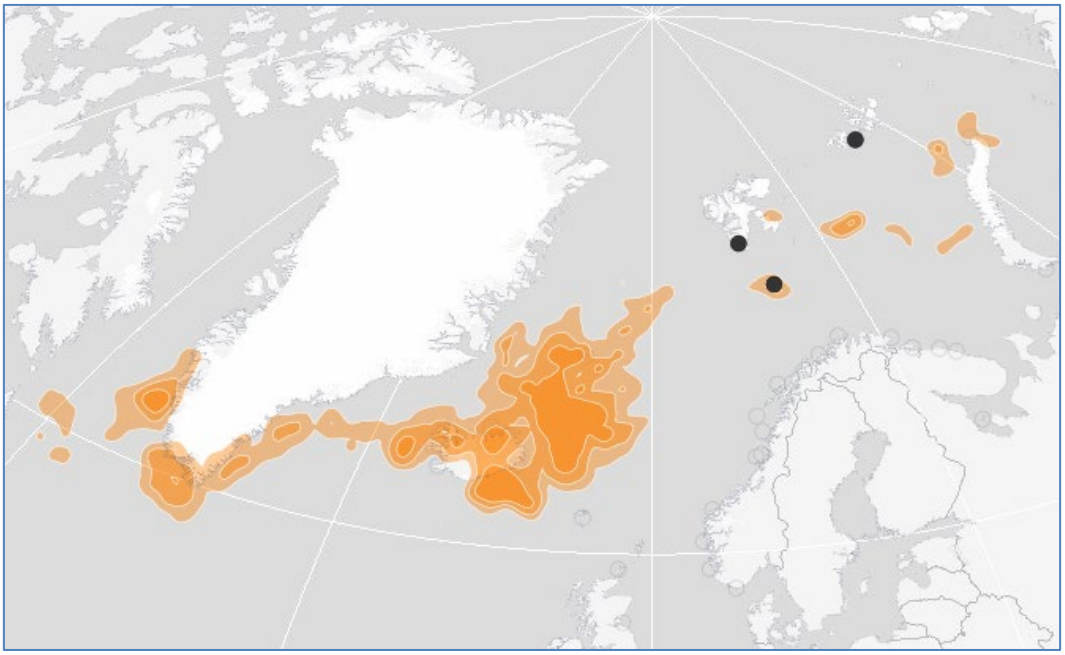
Figur A-16 *Fordeling av polarlomvi (Uria lomvia) i Norskehavet, i sommer (april-juli), høst (august-oktober) og vintersesongen (november-mars), basert på modellerte data (SEAPOP/Per Fauchald, 2013).*



Figur A-17 *Fordeling av polarmåke (Larus hyperboreus) i Norskehavet, i sommer (april-juli), høst (august-oktober) og vintersesongen (november-mars), basert på modellerte data (SEAPOP/Per Fauchald, 2013).*



Figur A-18 *Fordeling av svartbak (Larus marinus) i Norskehavet, i sommer (april-juli), høst (august-oktober) og vintersesongen (november-mars), basert på modellerte data (SEAPOP/Per Fauchald, 2013).*



Figur A-19 *Fordeling av alkekonge (Alle alle) i vintersesongen (november-januar) 2017-2018 basert på lysloggerdata (SEATRACK, 2019).*

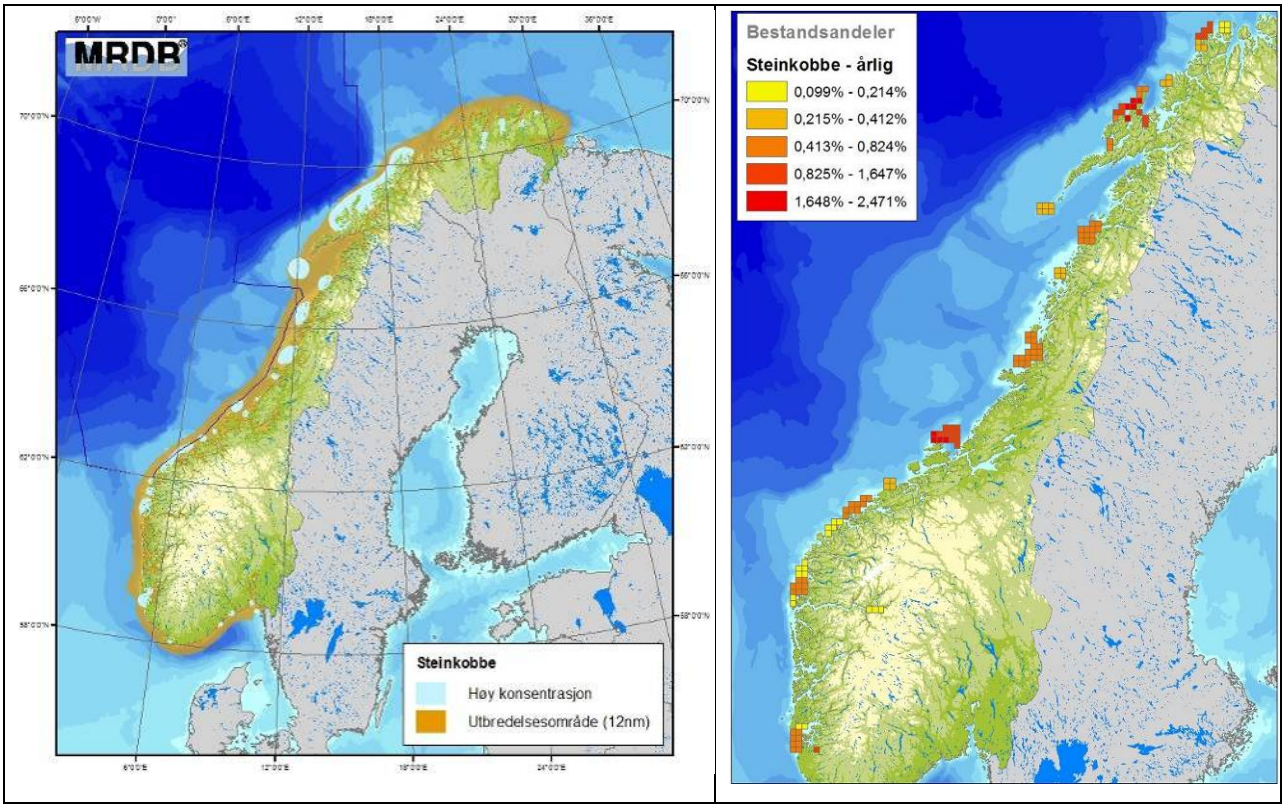
MARINE PATTEDYR

Steinkobbe

Steinkobbe (Phoca vitulina) forekommer i større og mindre kolonier langs hele norskekysten (**Figur A-20**). Arten er relativt stedbunden og oppholder seg nær koloniene året rundt (spredning på noen titalls km).

Basert på telling i perioden 2011-2014, er den norske totalbestanden beregnet til ca. 7500 individer (Havforskningsinstituttet, 2015). Dette er en økning fra 2003-2006, omtrent på lik linje med antallet estimert i 1996-1999. De største tetthetene er å finne i Nordland og Troms med om lag 3500 individer. Det er også estimert om lag 500 individer ved Svalbard (A. Bjørge, Øien, & Fagerheim, 2007; Føyn et al., 2002). Steinkobben kaster unger i siste halvdel av juni og dieperioden varer i tre til fire uker. Ungene har felt fosterpelsen ved fødselen og kan gå i vann allerede etter få timer. De er imidlertid særdeles følsomme for forstyrrelser i tiden fram til de har utviklet gode svømmeferdigheter (DN & HI, 2010). For steinkobbe skjer hårfellingen i august-september. Bjørge (Bjørge, 2008) har foreslått følgende bestandsinndeling basert på biologiske prinsipper; Skagerrakbestanden (fra Østfold til Vest-Agder), vestlandsbestanden (fra Rogaland til Troms/Lopphavet), Finnmarkbestanden (fra Lopphavet til russergrensen), og Svalbardbestanden (ved Prins Karls Forland). Finnmarkbestanden er benyttet i de kvantitative konsekvensberegningene for steinkobbe. Geografisk utbredelse er vist i **Figur A-20**.

Steinkobbe er jaktbar i Norge, og siden 2003 har kvotene blitt satt vesentlig høyere enn forskernes anbefalinger. Arten er også utsatte for bifangst i fiskeredskap. I noen områder vil steinkobbe være utrydningstruet. I rødlisten er steinkobbe klassifisert som *livskraftig* (LC) på fastlandet og *sårbar* (VU) på Svalbard (Artsdatabanken, 2015).



Figur A-20 *Geografisk fordeling av steinkobbe innen norske farvann (MRDB, 2010); (DN & HI, 2010).*

Havert

Havert (*Halichoreus grypus*) forekommer i kolonier langs hele norskekysten. Utenom kastetiden kan arten være spredt langs kysten for næringssøk, og utbredelsen fra flere kolonier kan overlappe. Under hårfellingsperioden og kasteperioden samler havert seg i store kolonier (Bjørge, 2008; Føyn et al., 2002).

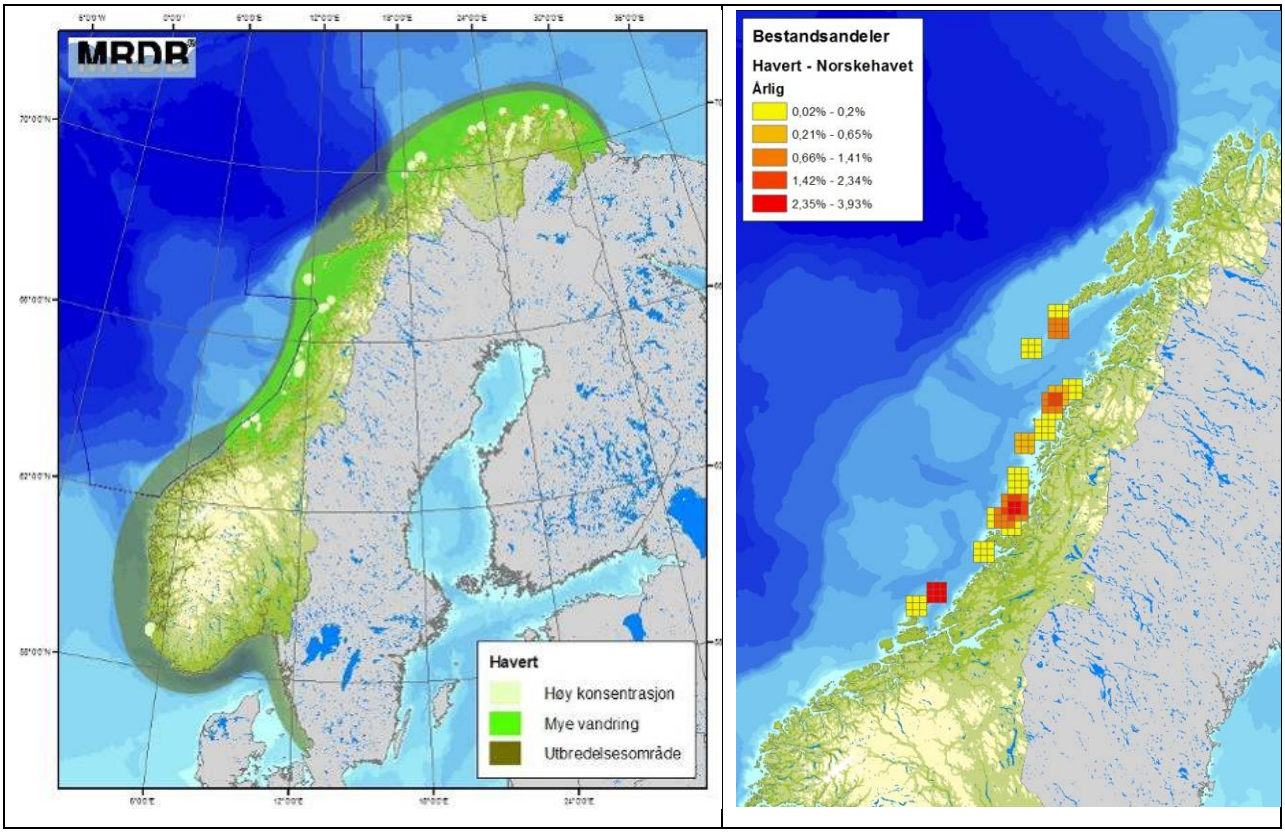
Basert på systematiske telling er av havert-koloniene langs norskekysten er det estimert at den årlige produksjonen er på rundt 1200 unger (hovedsakelig fra Trøndelag og nordover). Havforskningsinstituttet har utviklet en populasjonsmodell basert på telledata og registrert beskatning i perioden 1979-2010. Modellen indikerer at populasjonen lå på om lag 8700 individer i 2011, noe som indikerer en økning fra om lag 3000-4000 individer estimert i 1960-70. Tellinger i området Froan-Vega i september-oktober 2014 indikerte imidlertid en betydelig reduksjon i antall unger, om lag 40 % færre enn i 2007. Det antas at bifangst ved garnfiske kan være en av årsakene til reduksjonen (Havforskningsinstituttet, 2015).

Sør for Stadt er et kun registrert én kastelokasjon for havert; på Kjør i Rogaland, der inntil 40 ungsel har blitt talt. Merkedata og andre observasjoner indikerer samtidig at havert fra Storbritannia (som innehar en stor populasjon på om lag 100 000 individer) benytter store deler av Nordsjøen til næringssøk og således kan bidrar til mange av havert-observasjonene i regionen (DN & HI, 2010).

(Bjørge, 2008) har foreslått å dele de norske forekomstene av havert inn i tre bestander. En populasjon sør for Stad, en populasjon fra Stad til Lofoten, og en populasjon fra Vesterålen til russergrensen. Datasettet for populasjonen fra Stad til Lofoten er benyttet i de kvantitative konsekvensvurderingene for havert. Geografisk utbredelse er vist i **Figur A-21**.

Koloniene på Froan i Sør-Trøndelag er en av de største havertkoloniene. Havert kaster i desember måned og ungene skifter pels etter 3 uker. Hårfelling foregår fra februar til april.

I følge Norsk rødliste er havert «Livskraftig» (LC) (Artsdatabanken, 2015). En positiv bestandstrend for arten i perioden fra 2006 til 2010 medførte at haverten fikk endret sin rødlistekategori fra NT til LC, og denne kategorien er videreført i oppdateringen av rødlista fra 2015.



Figur A-21 *Utbredelse av havert i nordiske farvann (MRDB; DN & HI 2010).*

Generell sårbarhet av olje på sel

Oljens giftighetsgrad er avhengig av dets kjemiske komponenter, men generelt er fersk råolje mer giftig enn raffinert/forvitret olje. Olje vil forvitre over tid ved fordampning, nedblanding og emulgering. Derfor vil et oljeutslipp med kort ankomsttid til utsatte resurser føre til mer akutte skader.

<u>Toksiske virkninger av olje grunnet dens kjemiske sammensetning (aromatiske hydrokarboner)</u>

- De toksiske komponentene i fordampet olje vil reagere med selens membraner og føre til hevelse, slimdannelse og sårdannelse. Langvarig påvirkning kan gi varig skade på øyne (St. Aubin 1990; Geraci and Smith 1976).
- Inhalering av flyktige hydrokarboner vil kunne føre til betennelse, fortettede lunger evt. kjemisk lungebetennelse hos sel. Opptak av giftstoffer via lungene vil bli transportert videre til nyrer, lever og hjerne. Synlige virkninger av dette vil trolig være atferdsendringer (Jenssen 1996; Hansen 1985; St. Aubin 1990). Hjerneskader som oppstår ved inhalering av flyktige komponenter er ikke reversible (Frost og Lowry 1993).

Inntak av olje gjennom svelging (direkte inntak eller kontaminert føde)

- Ekte sel pusser ikke pelsen og får således ikke i seg toksiske komponenter i olje på den måten (Jenssen 2008).
- Den generelle oppfatning er at sel har evne til å fordøye en liten mengde hydrokarboner, da sel har enzymer som kan bryte ned de fleste av disse. Terskelverdien vil variere fra art til art, fra oljetype til oljetype, og er avhengig av individets generelle kondisjon. Farlig inntaksmengde for sel vil variere fra omlag 100 ml til flere liter (Smith og Geraci 1976; Geraci og Smith 1976; Geraci og St. Aubin 1987).
- Olje virker på tarmsystemet ved å irritere epitelcellene i mage/tarm som derved har innvirkning på bevegelse, fordøyelse og absorpsjon (Narasimhan og Ganla 1967).

Stress

Det er påvist at olje kan forårsake død hos stressede seler. Man kan anta at sel som allerede er i dårlig kondisjon vil være ekstra sårbare for olje. Dersom en hel årsklasse er i dårlig kondisjon grunnet f.eks. dårlig mattilgang vil hele årsklassen kunne være særlig utsatt for stress forårsaket av olje (Geraci og Smith 1976).

Tilsøling

- Voksne sel er primært avhengig av spekklaget sitt for å holde på varmen, tilsøling av olje vil derfor ikke stille voksne sel i fare for å fryse. Derimot er selunger i sin første livsfase (de første dagene/ukene) svært sårbare da de er avhengige av pelsen for isolasjon (Geraci og St. Aubin 1990). Oljeforurensning vil klistre hårene sammen og ødelegge det isolerende luftlaget i pelsen. Kulde og vind i tillegg til vil gjøre selungene ekstra sårbare da varmetapet blir større.
- Tilsøling vil føre til begrenset mobilitet, særlig hos ungsel. For eksempel kan luffene bli klistret til kroppen slik at svømmeevnen blir redusert. Mer ømfintlige organer som øyne og værhår er også utsatt (Geraci og St. Aubin 1990; St. Aubin 1990; Engelhardt 1987).
- Jenssen (2008) mener at havertmødre vil forsøke å vaske selunger som er tilsølt, som dermed vil forstyrre diingen og fører til lavere vekt ved avvenning enn normalt.

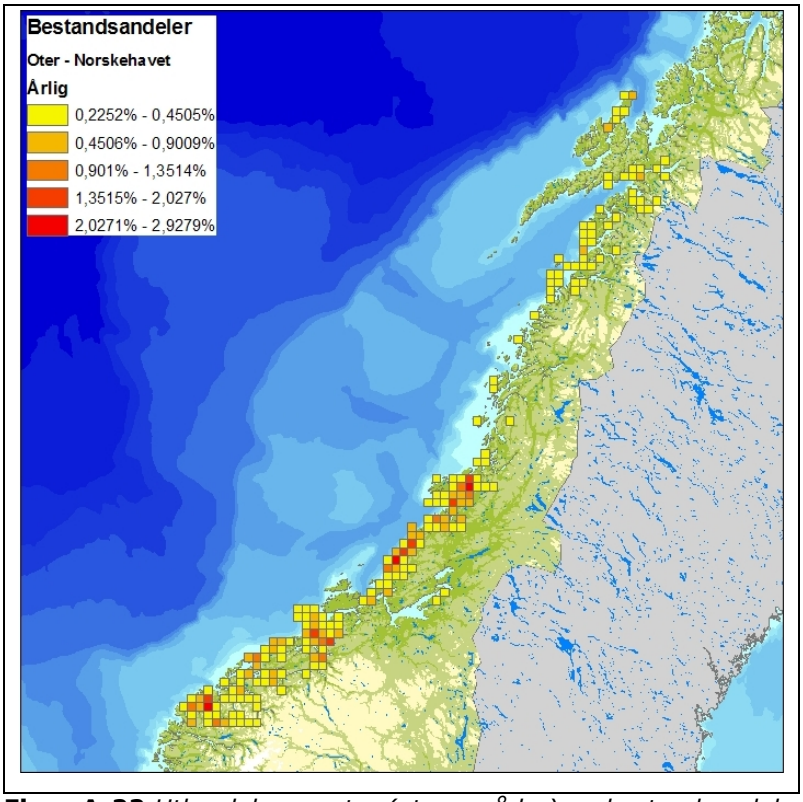
Biologi (atferd/demografi/fysiologi)

- Direkte observasjoner i forbindelser med tidligere oljeutslipp tyder på at havert, steinkobbe og ringsel ikke unngår olje aktivt (Spooner 1967; St. Aubin 1990; Geraci og Smith 1976).
- Forskjell i habitatutnyttelse vil også utgjøre en forskjell i hvordan et individ blir eksponert for olje. Særlig unge sel vil foretrekke grunt vann til fordel for dypt vann, der oljen kan samle seg i større konsentrasjoner.
- Selenes store energibehov, 5 % av kroppsvekt pr dag, gjør selene sårbare både på kort og lang sikt. Hvis energibehovet ikke blir dekket vil det kunne føre til sult og nedsatt reproduksjon.
- Selens ”strategi” med sen kjønnsmodning, få unger i kullet og høy overlevelse blant kjønnsmodne individer gjør at økt dødelighet hos de kjønnsmodne individene vil få langt alvorligere konsekvenser for bestandene i forhold til økt dødelighet blant unger og ungdyr.

Oter

Oteren (*Lutra lutra*) har vært fredet i Norge siden 1982 som følge av bestandsnedgang i store deler av utbredelsesområdet. Det er antatt at over 25 % av den europeiske bestanden finnes i Norge (Brude et al., 2003). Kart over oterens tilhold langs Norskekysten, samt bestandsfordeling i Norskehavsregionen benyttet i de kvantitative konsekvensberegningene for oter, er vist i **Figur A-22**. Den nasjonale bestanden synes å være i vekst; i 1990 ble den estimert til 9000 - 11000 dyr, mens tilsvarende tall for 1995 er 17 000 - 21 000 dyr. Dersom veksten har vært konstant, er antallet i dag opp mot 30 000 dyr. Det er særlig bestandene i Midt- og Nord-Norge som synes rimelig sterke; i kyststrøkene fra og med Sør-Trøndelag og nordover antas oteren å ha en sammenhengende utbredelse (Jensen, 2008a).

Internasjonalt har oteren status som truet rødlisteart, og er beskyttet av flere internasjonale konvensjoner. På den norske rødlista er arten plassert i kategorien sårbar (VU) (Artsdatabanken, 2015).



Figur A-22 *Utbredelse av oter (oterområder) og bestandsandeler i Norskehavet (MRDB, 2010).*

Effekter og sårbarhet for olje hos oter

<u>Toksiske virkning av olje grunnet dens kjemiske sammensetning (aromatiske hydrokarboner)</u>

- Ekstracellulær lungeemfysem var en av de vanligste dødsårsakene etter Exxon Valdez-ulykken i 1989, som følge av at oljekomponenter reagerte med lungene. Oterene døde av påfølgende plager (respiratoriske effekter) (Jensen, 2008a).

<u>Inntak av olje gjennom svelging (direkte inntak eller kontaminert føde)</u>

- Oter vil innta olje indirekte gjennom føde og direkte ved å stelle pelsen sin. Særlig muslinger, som er hovedføde for ungdyr, akkumulerer hydrokarboner. Inntatt olje som tas opp gjennom fordøyelsen vil påvirke organer som nyrer, lever og hjerne. Etter Exxon Valdez så en at svelget olje førte til blødende magesår og var den vanligste dødsårsak. Lever-nekropsi ble også observert. Mengden olje som er skadelig å innta for oter vil variere, men anslås å være mellom 0,2 og 0,9 liter (J.R. Geraci & St. Aubin, 1987).

Tilsøling

- Oter er spesielt sårbare for oljetilsøling da de er avhengige av pelsen sin for varme i motsetning til sel og hval som har spekk. Oljetilsøling vil drastisk redusere pelsens isoleringsevne. Dette kan ha en rekke konsekvenser, fra akutt død til mer kroniske plager som følge (Heggberget & Moseid, 1989).
- Det er vist at oljeforurensede havotere søker tilhold på land for å hindre varmetap, men de risikerer da å sulte i hjel da fødetilgangen blir begrenset (Jensen, 2008a).
- Av de tilsølte otrene etter Exxon Valdez som ikke døde akutt, kan en anta at flere fikk senskader eller omkom indirekte som følge av tilsøling ble det påvist lungeemfysem, magesår, blødninger, lever/nyre-lipidose og vevsvinn i lever (Lipscomb, Harris, Rebar, Ballachey, & Haebler, 1994).

Fisk

Sild (Clupea harengus)

Norsk vårgytende sild vandrer ut fra overvintringsområdet i Vestfjorden i januar og setter kursen mot gyteområdene. Silda ankommer gyteområdene i januar – februar og gyter på kystbankene fra Egersund til Vesterålen i perioden fra februar til april, med hovedtyngden gjerne i månedsskiftet februar - mars. Selve gytingen foregår 5-10 m over bunnen på 50-150 m dyp. Gytefeltene har grusbunn, og etter at eggene er gytt synker de ned mot bunnen hvor de kleber seg fast. Inkubasjonstiden har en varighet på ca. 3 uker avhengig av temperaturen.

De nyklekkede sildelarvene svømmer opp i den eufotiske sonen hvor de begynner å spise etter 2-3 dager. Sildelarvene følger det samme transportmønsteret som torskelarvene, og i april - mai er de spredd over hele midtnorsk sokkel og videre nordover på Røstbanken, Vesterålsbankene, banken utenfor Troms og Tromsøflaket. Silda går ikke over fra å være larve til yngel (metamorfoserer) før den har blitt 40-50 mm lang. Samtidig samler silda seg i tette stimer som respons på de forskjellige predatorene som ernærer seg på silda.

I august - september står silda i tette stimer i Barentshavet, men med en mer vestlig fordeling enn torsken. Silda blir værende i Barentshavet i tre år, og den har da en øst-vest beitevandring hvor tyngdepunktet flytter seg vestover for hvert år inntil den vandrer ut fra Barentshavet og inn i Norskehavet hvor den slutter seg til den gytende bestanden.

Silda har vist store endringer i bestandsstørrelse i løpet av de siste 50 årene, og den forandrer også gyte- og beiteområde. Rekrutteringen er svært ujevn, men det synes som om det er en forutsetning for god rekruttering at en stor del av yngelen driver inn i Barentshavet og vokser opp der. Barentshavet er således et nøkkelområde for rekrutteringen (Føyn m. fl., 2002).

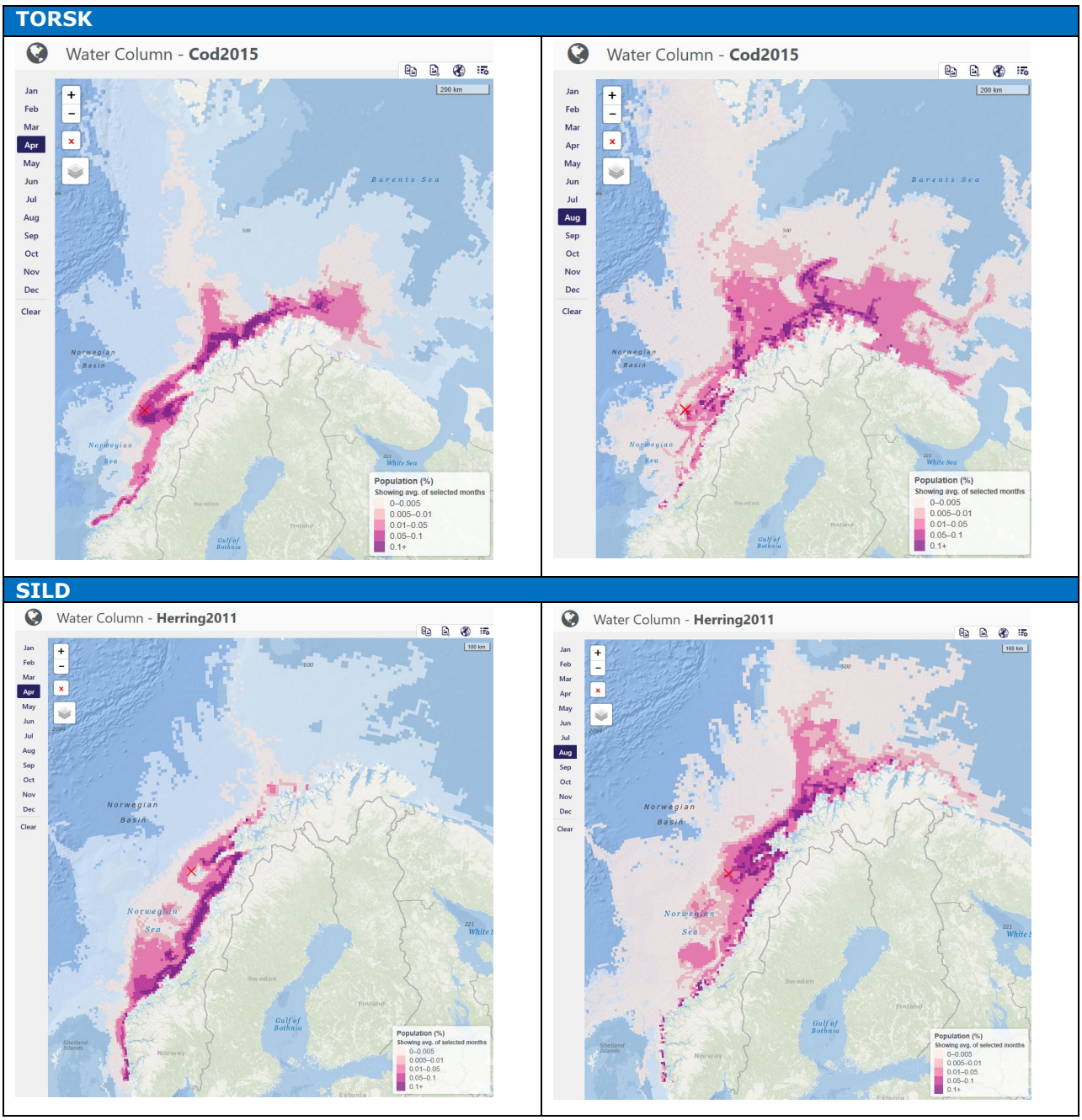
Torsk (Gadus morhua)

Den norsk-arktiske torsken *(Gadus morhua)* gyter i hovedsak i Vestfjorden og på bankene utenfor Lofoten, Vesterålen og Troms. En mindre, men viktig andel av torsken, ca. 15-20 %, gyter utenfor kysten av Møre. Gytebestanden ankommer gyteområdene i januar - februar, og gyter i de to påfølgende månedene, med hovedtyngden i mars - april. Torsken gyter i sprangsjiktet mellom kyststrømmen og det underliggende atlanterhavsvannet, men ettersom eggene er lettere enn sjøvann, stiger de sakte opp mot overflaten i kyststrømmen. Vind og bølger vil blande eggene nedover i vannmassene slik at vertikalfordelingen av eggene i stor grad er styrt av værforholdene.

Eggene blir transportert nordover med kyststrømmen, og transporten er i denne perioden prisgitt de rådende strømforhold. Etter ca. 3 uker, mot slutten av april, klekker torskelarvene. De er fremdeles avhengige av de horisontale og vertikale vannbevegelsene, og de høyeste konsentrasjonene av nyklekkede larver vil være å finne på 10-20 m dyp. I juli måned finner en mestepart av årsklassen over Tromsøflaket utenfor kysten av Nord-Troms. Larvene har nå blitt ca. 3 cm og befinner seg fremdeles høyt oppe i vannmassene, over 20 meters dyp. De er nå mindre sårbare overfor oljeforurensning. I august - september finner en torskeyngel igjen i store deler av Barentshavet. Deler av yngelen følger strømmen til områdene vest for Svalbard, mens hovedtyngden vil fortsette innover i Barentshavet og står i et belte fra Svalbard sørøstover til Novaya Zemlya. Utbredelsen er forholdsvis stabil fra år til år, mens tetthetene varierer med 1000 ganger fra et godt til et dårlig år. Torskeyngelen har nå blitt ca. 7 cm og fordelingen i vannsøylen vil være fra 60 m og opp mot overflaten. Utover høsten i oktober - desember når torsken har blitt 10-12 cm lang, bunnslår den seg og den pelagiske fasen er over. Den

totale bestanden av norsk arktisk torsk ble i 2006 estimert til 1,3 mill. tonn, hvorav den gytende bestanden utgjorde ca. 500 000 tonn.

Som grunnlag for vurdering av mulige konsekvenser for norsk vårgytende sild og norsk-arktisk torsk er det benyttet modelldata fra Havforskningsinstituttet med modellert larvefordeling i perioden mars-september for hhv. årene 2000-2011 og årene 2000-2015. Datasettene er generert av Havforskningsinstituttet med sin høyoppløselige operasjonelle SVIM modell (se Figur A-23). De representerer en lang tidsserie for larvefordeling og drift av egg og larver fra gyteområdene nordover og inn i Barentshavet.



Figur A-23 *Larvefordeling for april og august for torsk i 2015 (øverst) og sild i 2011 (nederst), der mørkere farge angir høyest konsentrasjon. Figurene er fra havforskningsinstituttets operasjonelle DVIM modell (HI, SVIM arkivet, 2018).*

Effekter og sårbarhet av olje for fiskelarver

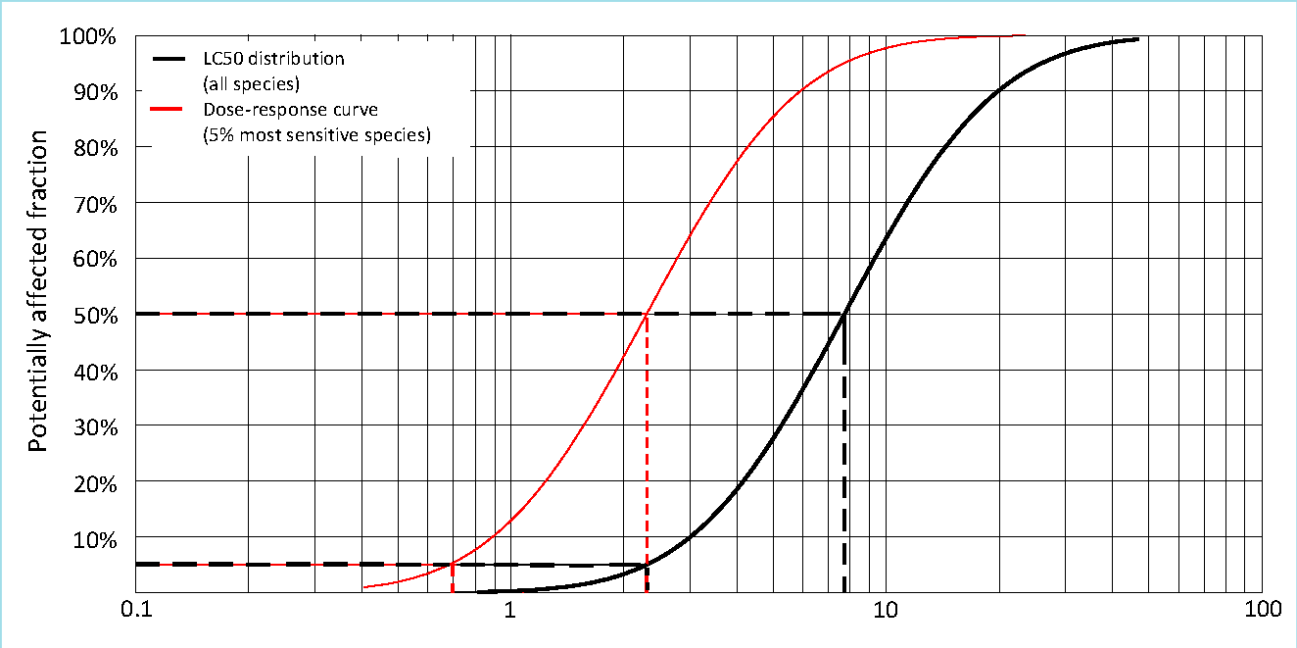
Fiskeegg og larver er fiskens mest sårbare livsstadier i forhold til oljeforurensning. Juvenile og voksne fisk klarer å unngå vannmasser med høye konsentrasjoner av hydrokarboner og det er sjelden rapportert om store mengder døde fisk etter oljesøl (Hjermann et al., 2007). Et unntak er oljesølet som følge av Amoco Cadiz-skipsulykken som drepte store mengder voksen fisk. Ulykken skjedde nært land og store mengder av oljen emulgerte.

Det er grunn til å tro at den enkle strukturen av arktiske økosystem gjør de generelt mer sårbar for ytre påvirkning (Hillebrand, 2004), (Hamre, 1994) da de blir mer sårbare for endringer i forekomsten av nøkkelarter. Fiskebestander som torsk og sild er sannsynligvis nær sin klimatiske grense og på grunn av de spesielle miljøforholdene i Barentshavet har de en kort og intens gyteperiode som foregår i avgrensede områder. Egg og larver forekommer konsentrert i enkelte områder og effekten av et oljesøl i slike områder kan være stor.

Effektkonsentrasjoner for dødelige effekter på fiskelarver

I EIF for produsert vann ble PNEC (Predicted No Effect Concentration) for dispergert olje i vann beregnet til 40.4 ppb THC fra NOEC (No Observed Effect Concentrations) fremkommet gjennom forsøk med kronisk eksponering (Scholten et al., 1993). Dette er en generell effektgrense designet for å sikre beskyttelse for 95 % av alle akvatiske organismer i hele verden gjennom bruk av en passende vurderingsfaktor (EU, 2003).

Gjennom arbeidet med EIF Acute (senere ERA Acute), bergenet Nilsen et al. (2006) en effektgrense for dødelighet (LC5) på 58 ppb total hydrokarbonkonsentrasjon (THC) for dispergert olje i sensitive arter, representert ved fiskelarver. Effektgrensen ble ekstrahert fra en SSD-kurve (Species sensitivity distribution) basert på et datasett kompilert av the National Research Council of the National Academies (2005), og bruk av et standard avvik (SD) på 0.32. SSD består av 24 ulike LC50 data punkter fremkommet gjennom lab-eksperimenter med ulike marine organismer eksponert for råolje tilført dispergeringsmiddel. Alle data brukt for SSD bygger på målt eksponeringskonsentrasjon. SSD har en median verdi på 650 ppb THC, som ansees som en representativ LC50 konsentrasjon for marine organismer eksponert for dispergert olje. Konsentrasjonen som representerer en dødelig dose for 5 % av alle marine organismer (193 ppb i SSD) ansees som representativ for en sensitiv art og er brukt til å konstruere en parallell dose/respons kurve med SD 0.32 og en median verdi på 193 ppb THC. En 5 % effektgrense i denne parallelle effektkurven på 58 ppb THC er derfor vurdert som en representativ LC5 verdi for sensitive vannsøyleorganismer inkludert fiskeegg og -larver. Prinsipper for hvordan effektgrensen er utledet i EIF Acute er vist i figuren under. Effektgrensen på 58 ppb THC bør benyttes i sammenheng med dose responsekurven som fremkommer av Figur D-23.



Figur A-24 *Prinsippskisse som viser hvordan LC5 effektgrensen for dispergert olje er definert for vannsøyleorganismer i Nilsen et al., (2006).*

For ytterligere beskrivelse av effektkonsekntrasjoner, se ERA Acute dokumentasjon for vannsøylekonsentrasjoner hos Norsk Olje og Gass:

(https://www.norskoljeoggass.no/globalassets/dokumenter/miljo/era-acute/report-2-era-acute-threshold-values-and-exposure-2006.pdf)

Referanser

EU (2003). Technical Guidance Document on Risk Assessment. Part II: Environmental Risk Assessment. EU Document EUR 20418 EN/2, pp 148-151.

Scholten MCT, Schobben HPM, Karman CC, Jak RG, van het Groenewoud (1993). De berekening van het maximaal toelaatbare risico-niveau van olie componenten in water en sediment. TNO report R93/87.

Nilsen H, Greiff Johnsen H, Nordtug T, Johansen Ø (2006). Threshold values and exposure to risk functions for oil components in the water column to be used for risk assessment of acute discharges (EIF Acute). Statoil contract no.: C.FOU.DE.B02.

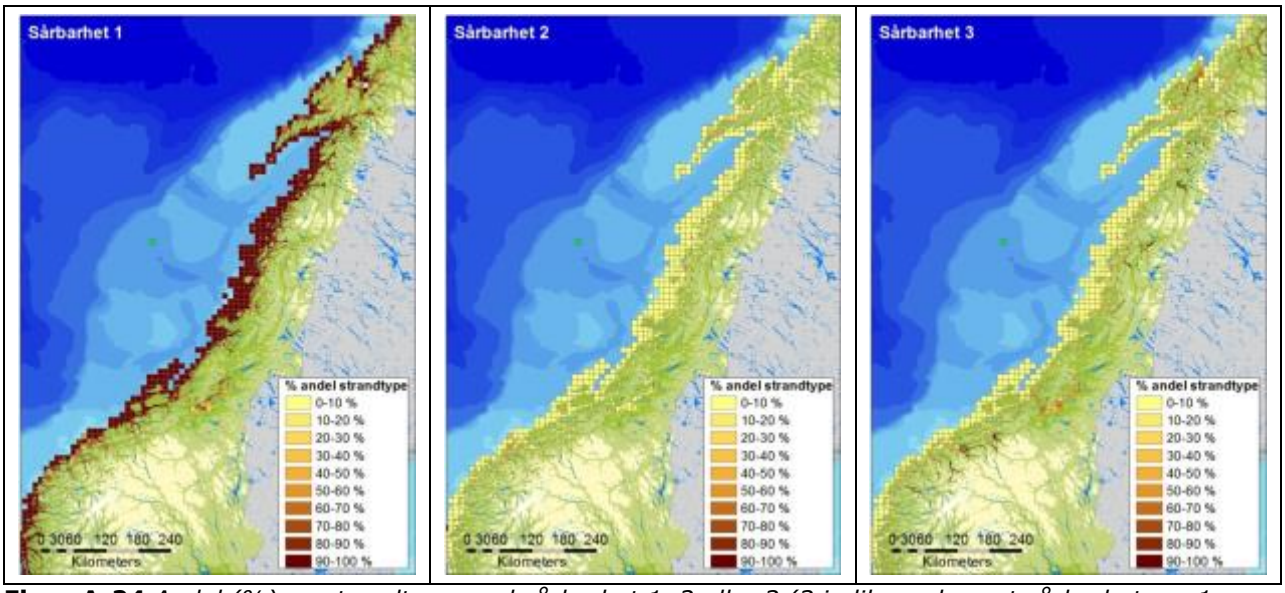
National Research Council of the National Academies (2005) Oil Spill Dispersants - Efficacy and Effects. The National Academic Press. Washington DC. ISBN 978-0-309-09562-4 (http://www.nap.edu/catalog/11283/oil-spill-dispersants-efficacy-and-effects)

Strandhabitat

I foreliggende rapport er det gjennomført en skadebasert analyse for strand i henhold til MIRA-metoden (se MIRA veileder (OLF, 2007)).

På bakgrunn av substrattype, habitat og eksponering for vind, bølger og tidevann, kan kystens sensitivitet for olje beregnes. For å beskrive sårbarhet benyttes sårbarhetsindeksen S1-S3, hvor S3 er mest sårbart. Denne indeksen bygger på prinsipper om at et kysthabitat er sårbart for olje på grunnlag av type substrat og type flora/fauna i habitatet. I OLF's MIRA metode er det standard å benytte denne sårbarhetsindeksen. Strandhabitatanalysen er gjennomført med 10x10 km rutenett. Strandens selvrensingsevne er signifikant høyere i eksponerte områder enn i beskyttede områder. Leirstrand og beskyttede stein- og blokkstrandsområder er generelt mest sårbare på grunn av sin dårlige selvrensingsevne.

Figur A-24 viser andelen (%) av strandtype med sårbarhet 1, 2 og 3 i hver enkelt 10x10 km rute.



Figur A-24 *Andel (%) av strandtype med sårbarhet 1, 2 eller 3 (3 indikerer høyest sårbarhet, og 1 indikerer lavest sårbarhet) per 10x10 km rute langs norskekysten fra Stad til Tromsø.*

Strandhabitaters sårbarhet for olje

Effekter av olje på strandhabitat oppstår ved en kombinasjon av oljens giftighet og dens mekaniske belastning over tid. Den samlede mengde olje vil være av betydning for skadebildet på lokalt og regionalt nivå, i tillegg til hvor mye olje som blir liggende i de ulike deler av miljøet over tid.

Viktige fysiske faktorer for oljens skjebne på kysten er dyp (-vertikal transport av olje), tidevann, bølgeeksponering (-strandas evne til selvrensing), topografi og type substrat (-strandas "lagringskapasitet" for olje) (Moe, 2000a, 2000b; K.A.Moe, Lystad, E. Nesse, S., selvik, J.R., 1993).

Erfaringer fra historiske uhellsutslipp av olje viser at skadene på strandmiljøet kan variere i omfang og varighet; - fra nærmest total desimering av samfunnene til marginale, subletale effekter på individnivå. Skade på en organismegruppe kan forplante seg til en annen gruppe ved at strukturerende organismer og grupper dør, byttedyrene faller fra, eller at andre økologiske interaksjoner i samfunnene forrykkes. I de tilfeller hvor det har forekommet omfattende dødelighet på samfunnenes strukturerende arter, reflekteres dette i relativt lange restitusjonstider (Brude et al., 2003).

Tangstrand utvikles spesielt på middels til sterkt eksponerte strender. Økosystemet på tangstrender som er dannet ved eksponerte kyst er ikke sårbart pga. strandas evne til selvrensing. Der tangstrender er dannet i moderat eksponert og eksponert kyst er økosystemet mer sårbart.

Sandstrand består av ustabile finmaterialer, og utvikles i alle grader av eksponering. Likevel finnes sandstrender i størst utstrekning der det er høy eksponering. I eksponerte områder kan restitusjonen ta 1-5 år, mens i beskyttede lokaliteter kan det ta inntil 10 år. Beskyttede sandstrender anses dermed som mer sårbare enn eksponerte sandstrender.

Grus / Steinstrand forekommer bl.a. på eksponerte kyststrekninger i områder med morene- eller forvitringsmateriale. Sårbarheten i slike økosystem er lav uavhengig av eksponering, med restitusjonstider på ca. 3-4 år.

Strandeng dannes først og fremst ved elvedelta, og kjennetegnes ved finkornet substrat (leire eller silt). De er vanligvis artsrike biotoper, og er viktige hekke- og rasteplasser. Eksponeringsgraden er oftest beskyttet, og sårbarheten høy med restitusjonstid på over 10 år.

Elveutmunninger (elveos) er særskilt viktige for enkelte arter som for bl.a. smolt av anadrome laksefisker. Elveos har generelt en naturlig beskyttelse mot oljesøl som følge av den utgående strømmen av ferskvann. Eksponerte elveos er ikke kjent som sårbare, men beskyttede lokaliteter er kategorisert med lav sårbarhet i forhold til oljeforurensning.

Våtmark har normalt høy produksjon av plantemateriale som gir grunnlag for et rikt og variert dyreliv. Våtmarker finnes stort sett i beskyttede lokaliteter. Sårbarhet for olje kan til dels sammenliknes med sårbarhet for strandeng, dvs. høy sårbarhet for olje.

Strandberg dannes stort sett bare i eksponerte områder og har derfor utstrakt grad av selvrensningsevne. Sårbarheten her er lav.

Referanser

Artsdatabanken, 2015. Nasjonal kunnskapskilde for biologisk mangfold. Norske Rødliste for arter 2015. http://data.artsdatabanken.no/Rodliste/Sok

Anker-Nilssen,T. 1987.Metoder til konsekvensanalyser olje/sjøfugl. – Viltrapport 44: 1–114.

Anker-Nilssen, T. (1994). Identifikasjon og prioritering av miljøressurser ved akutte oljeutslipp langs norskekysten og på Svalbard. - NINA Oppdragsmelding 310 (pp. 20). Trondheim: Norsk Institutt for Naturforskning.

Bjørge m.fl. 2007. Abundance of Harbour Seals (Phoca vitulina) in Norway Based on Aerial Surveys and Photographic Documentation of Hauled-Out Seals During the Moulting Season, 1996 to 1999; Bjørge, Arne; Øien, Nils; Fagerheim, Kjell-Arne; Aquatic Mammals, Volume 33, Number 3, September 2007, pp. 269-275(7).

Bjørge 2008. Notat i epost fra Arne Bjørge (HI) til Odd Willy Brude (DNV) 28.01.2008.

Bjørn, T.H., 2000. Oteren i Finnmark. En kartlegging av oterbestanden i Finnmark ved bruk av sportegnmetoden. Rapport fra Fylkesmannen i Finnmark, miljøvernavdelingen. Rapport 1-2000.

Brude, O.W., Systad, G.H., Moe, K.A. & Østby, C., 2003. ULB Delutredning – studie7b. Uhellsutslipp til sjø. Miljøkonsekvenser på sjøfugl, sjøpattedyr, strand, iskant mv. Alpha miljørådgivning/Norsk institutt for naturforskning rapport nr. 1157-01 revisjon.

Christensen-Dalsgaard, S., Bustnes, J.O., Follestad, A., Systad G.H., Eriksen, J.M., Lorentsen S.-H. & Anker-Nilssen, T. 2008. Tverrsektoriell vurdering av konsekvenser for sjøfugl. Grunnlagsrapport til en helhetlig forvaltningsplan for Norskehavet. – NINA Rapport 338. 161 s.

DN&HI, 2007. Helhetlig forvaltningsplan for Norskehavet: Arealrapport med miljø- og naturressursbeskrivelse. Fisken og Havet 6-2007. 156 s.

DN & HI, 2010. Faglig grunnlag for en forvaltningsplan for Nordsjøen og Skagerrak: Arealrapport. Fisken og havet nr. 6/2010. TA-nr. 2681/2010.

Engelhardt, F.R., 1987. Assessment of the vulnerability of marine mammals to oil pollution. Pp. 101-115 in: Fate and effects of oil in marine ecosystems. J. Kuiper & W.J. van den Brink (eds.). Martinus Nijhoff Publ., Boston, MA.

Fauchald, P., Tveraa, T., Bårdsen, B.-J., & Langeland, K. (2005). Utbredelse av sjøfugl i Norskehavet og Barentshavet. NINA rapport 64. (pp. 35 s).

Fauchald, P. (2011). Sjøfugl i åpent hav. Utbredelsen av sjøfugl i norske og tilgrensende havområder. NINA Rapport Nr. 786.

Frost & Lowry, 1993. Assessment of injury to harbor seals in Prince William Sound, Alaska, and adjacent areas following the Exxon Valdez oil spill. State-Federal Natural Resource Damage Assessment, Marine Mammals Study No. 5.

Føyn, L., von Quillfeldt, C.H. og Olsen, E. (reds.) 2002. Fisken og havet, nummer–6 - 2002.

Geraci, J. R., and T. G. Smith, 1976. Direct and indirect effects of oil on ringed seals (*Phoca hispida*) of the Beaufort Sea. J. Fish. Res. Board Can., 33: 1976-1984.

Geraci J.R. and St. Aubin D.J., 1987. Effects of parasites on marine mammals. Int J Parasitol 17:407–414.

Geraci, J.R. & St.Aubin, D.J., 1990. Sea mammals and oil. Confronting the risks. Academic Press, 282 pp.

Hamre, J., 1994. Biodiversity and exploitation of the main fish stocks in the Norwegian–Barents Sea ecosystem. Biodivers Conserv 3:473–492.

Hillebrand, H., 2004. On the generality of the latitudinal diversity gradient. Am Nat, 163(2), 192-211. doi: 10.1086/381004

Hjermann, D., Melsom, A., Dingsør, G., Durant, J., Eikeset, A., LP., R., NC., S.,2007. Fish and oil in the Lofoten–Barents Sea system: synoptic review of the effect of oil spills on fish populations. MARINE ECOLOGY PROGRESS SERIES Mar Ecol Prog Ser Vol. 339: 283–299, 2007.

Hansen, D.J. (1985) The potential Effects of Oil Spills and other chemical pollutants on marine mammals occuring in Alaskan Waters. In Loughlin, T.R. (ed) 1994. Marine Mammals and the Exxon Valdez. London. Academic press.

Havforskningsinstituttet 2007. Kartlegging av konsekvensane på fisk og miljø av oljeutslepp ved Statfjord A desember 2007.

Havforskningsinstituttet. (2015). Kysten - Ressurser i åpne vannmasser.

Jenssen, BM. 1996. An overview of exposure to, and effects of, petroleum oil and organochlorine pollution in Grey seals (*Halichoerus grypus*). The science of the Total Environment, 186: 109-118. Progress in Oceanography 71 (2006) 446–477

Jenssen 2008. Bjørn Munro Jensen / http://biologi.no/Oljeforurensing/effekter_pa_sel.htm

Moe *et al*. (1999) Moe, K.A., Anker-Nilssen, T., Bakken, V., Brude, O.W., Fossum, P., Lorentsen, S.H. & Skeie, G.M. 1999. Spesielt Miljøfølsomme Områder (SMO) og petroleumsvirksomhet. Implementering av kriterier for identifikasjon av SMO i norske farvann med fokus på akutt oljeforurensning. - Statens Forurensingstilsyn (SFT) og Direktoratet for Naturforvaltning (DN). Alpha Rapport 1007-1, 51 s. + Web-Atlas CD-ROM.

MRDB. Marin Ressurs DataBase. www.mrdb.no

Narasimhan, M.J. & Ganla, V.G., 1967. Experimental studies on kerosene poisoning. Acta pharmacol. et toxicol. 1967, 25, 214-224.

NINA 2008. Tverrsektoriell vurdering av konsekvenser for sjøfugl. Grunnlagsrapport til en helhetlig forvaltningsplan for Norskehavet.

Peterson, C.H., 2001. The "Exxon Valdez" Oil Spill in Alaska: Acute, Indirect and Chronic Effects on the Ecosystem. - Adv. Mar. Biol. 39: 1-103.

Piatt, J.F., Lensink, C.J., Butler, W., Kendziorek, M. & Nysewander, D.R. 1990. Immediate impact of the "Exxon Valdez" oil spill on marine birds. - Auk 107: 387-397.

Seapop. www.seapop.no

SFT & DN. (2000). Beredskap mot akutt forurensning. Modell for prioritering av miljøressurser ved akutte oljeutslipp langs kysten. (pp. 1765-2000).

Smith, TG., and J R. Geraci.1975. The effect of contact and ingestion of crude oil on ringed seals of the Beaufort Sea. Beaufort Sea Tech. Rep. 5, 67 p.

Spooner, 1967. Biological effects of the Torrey Canyon disaster. J. Devon. Trust. Nat. Conserv., s. 12-19.

St. Aubin, D.J., 1990. Physiologic and toxic effects on pinnipeds. In Sea Mammals and oil: confronting the risks. eds Geraci, J.R. and St.Aubin, D.J. 1990. Academic Press, Inc.p103-127.

Systad, G. H., & Bustnes, J. O. (1999). Fordeling av kystnære sjøfugler langs Finnmarkskysten utenom hekketida: Kartlegging ved hjelp av flytellinger. - NINA Oppdragsmelding 605 (pp. 1-66). Trondheim: Stiftelsen for naturforskning og kulturminneforskning.

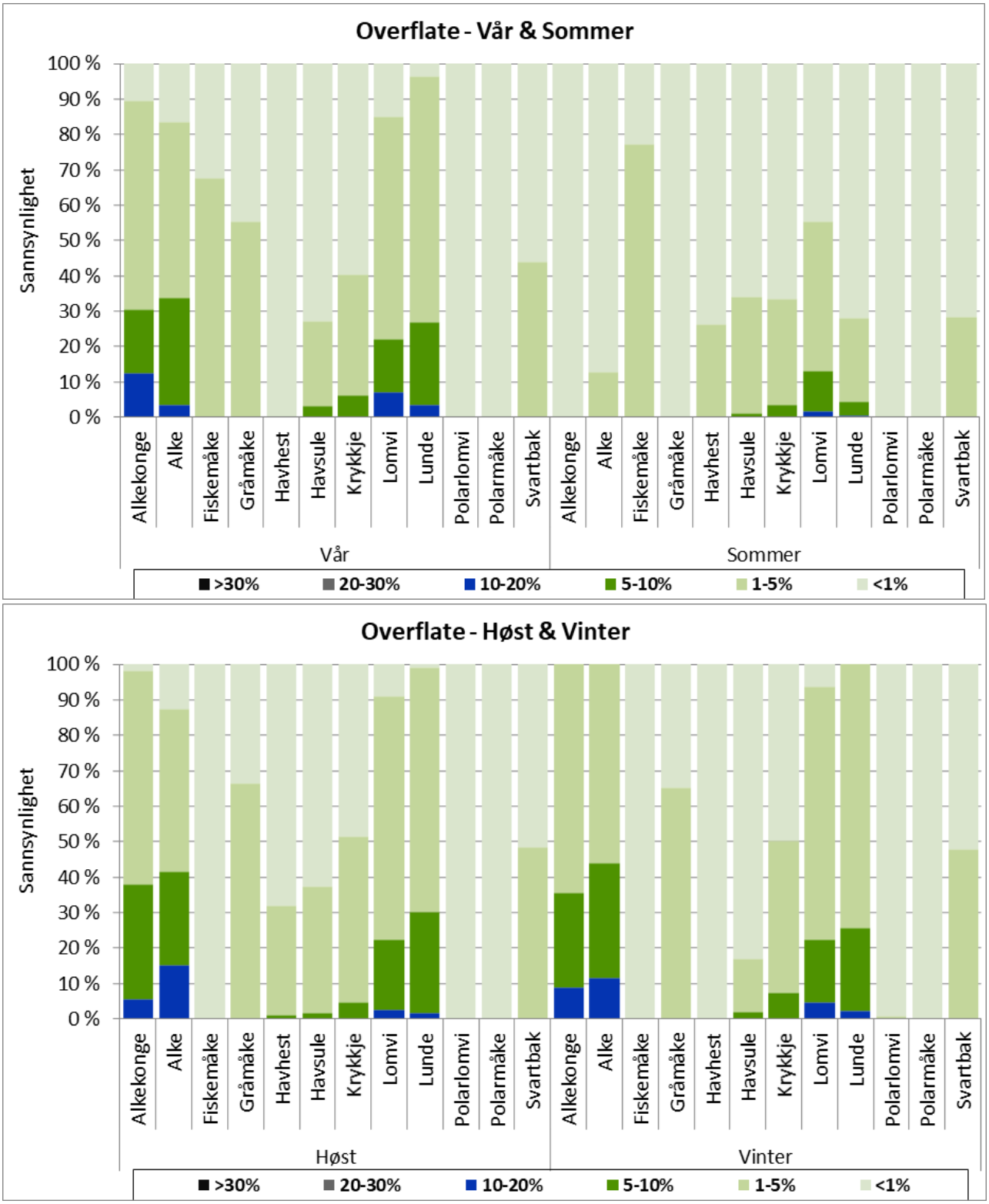
Systad, G. H., & Strøm, H. (2012). Kunnskapsstatus Barentshavet sør - Sjøfugl i våre nordlige havområder *NINA rapport 877.*

Sætre, R. 1999. Strømforhold i øvre vannlag utenfor Norge. Havforskningsinstituttet. Rapport: FO 8306. 34 s

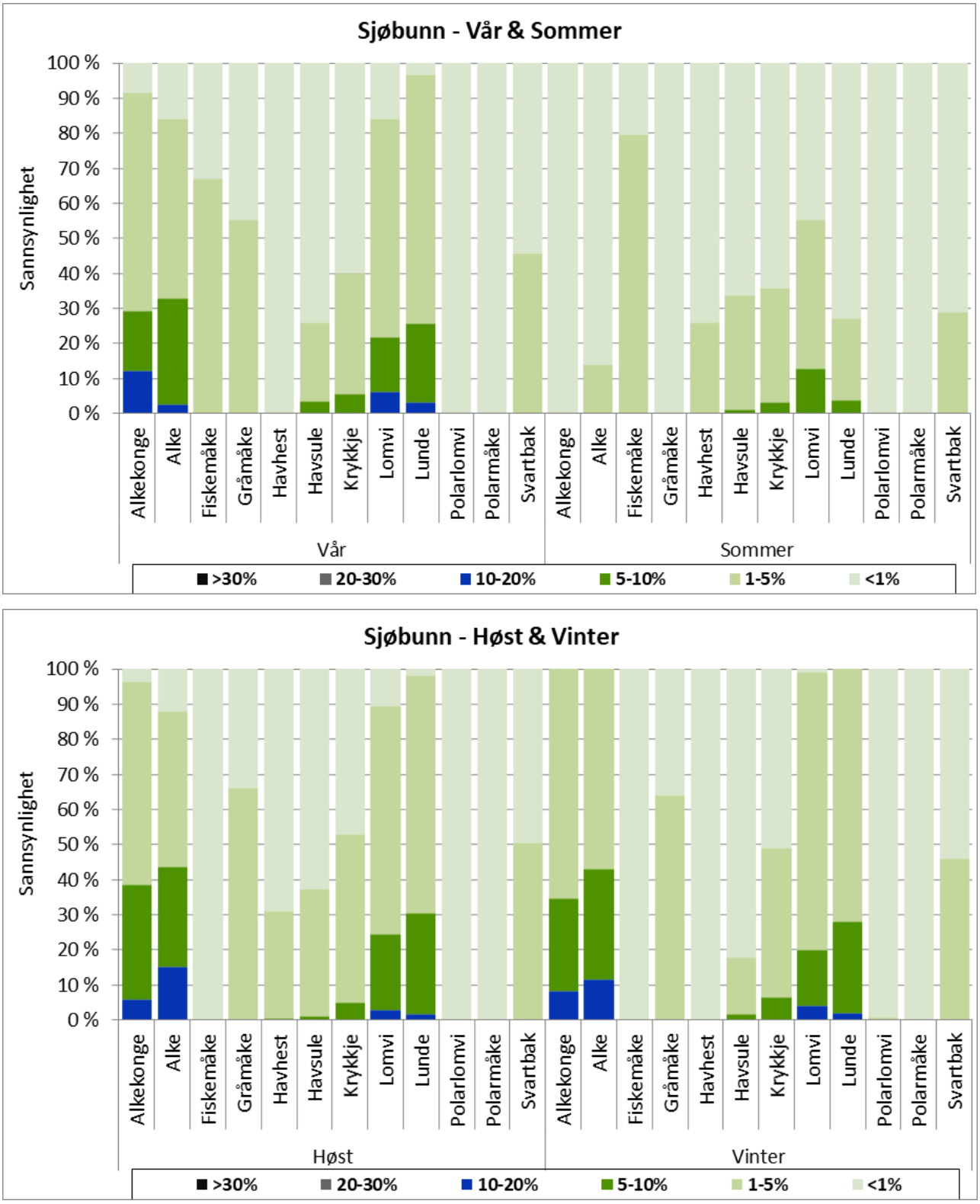
Merk! Referanselisten her hører til vedlegg. Selve rapportens referanseliste ligger før alle vedleggene.

VEDLEGG B
Bestandstap for alle modellerte arter

Sannsynlighet for bestandstap av pelagiske sjøfuglarter gitt en utblåsning fra 6306/9-1 Melstein

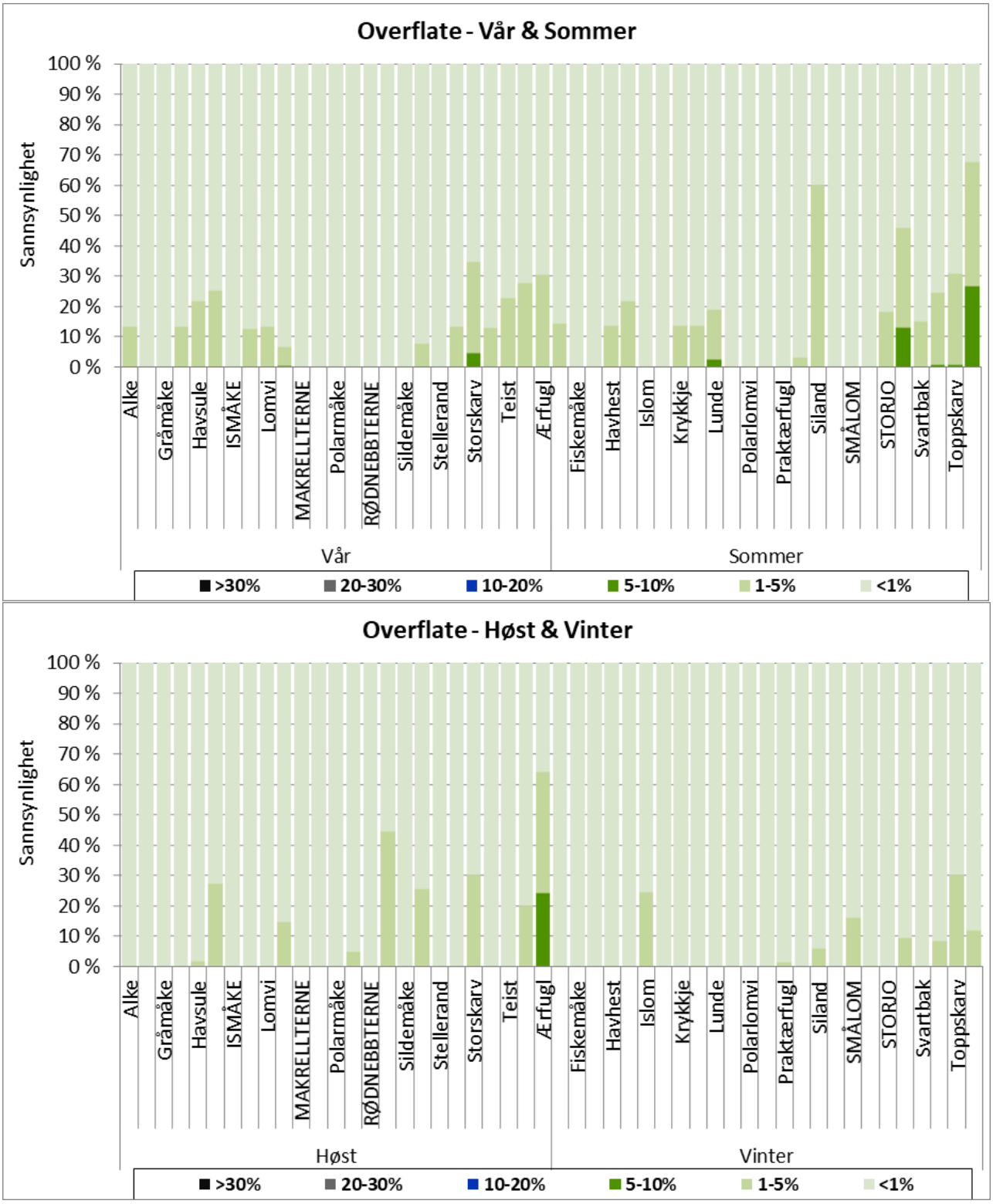


Figur B-1 *Sannsynlighet for en gitt tapsandel av* ***pelagiske sjøfugl****, gitt en* ***overflateutblåsning*** *i vår- og sommersesongen og høst- og vintersesongen.*

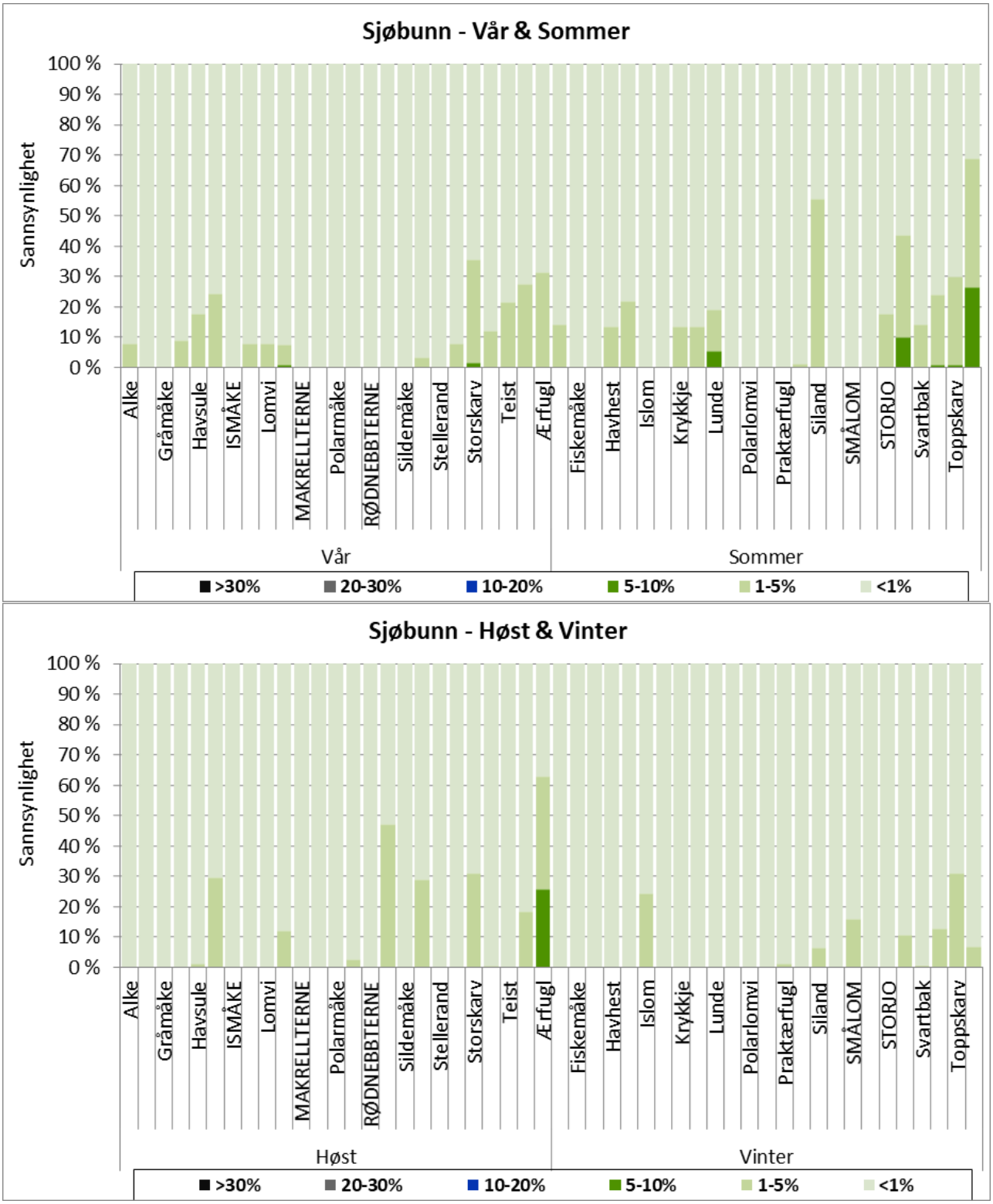


Figur B-2 *Sannsynlighet for en gitt tapsandel av* ***pelagiske sjøfugl****, gitt en* ***sjøbunnsutblåsning*** *i vår- og sommersesongen og høst- og vintersesongen.*

Sannsynlighet for bestandstap av kystnære sjøfuglarter (nasjonale data) gitt en utblåsning fra 6306/9-1 Melstein

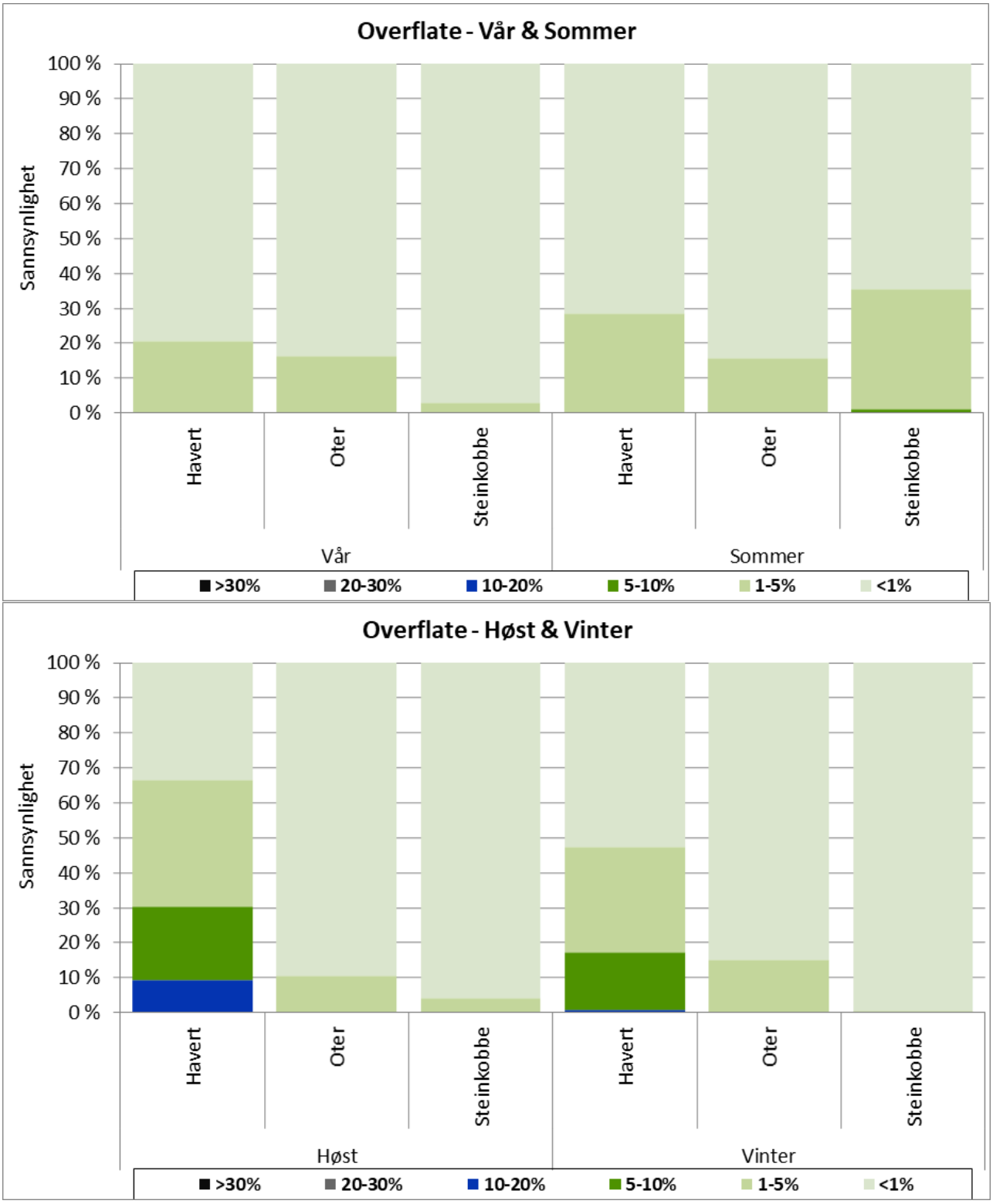


Figur B-3 *Sannsynlighet for en gitt tapsandel av utvalgte arter av **kystnær sjøfugl (nasjonale datasett)**, gitt en **overflateutblåsning** i vår- og sommersesongen og høst- og vintersesongen.*

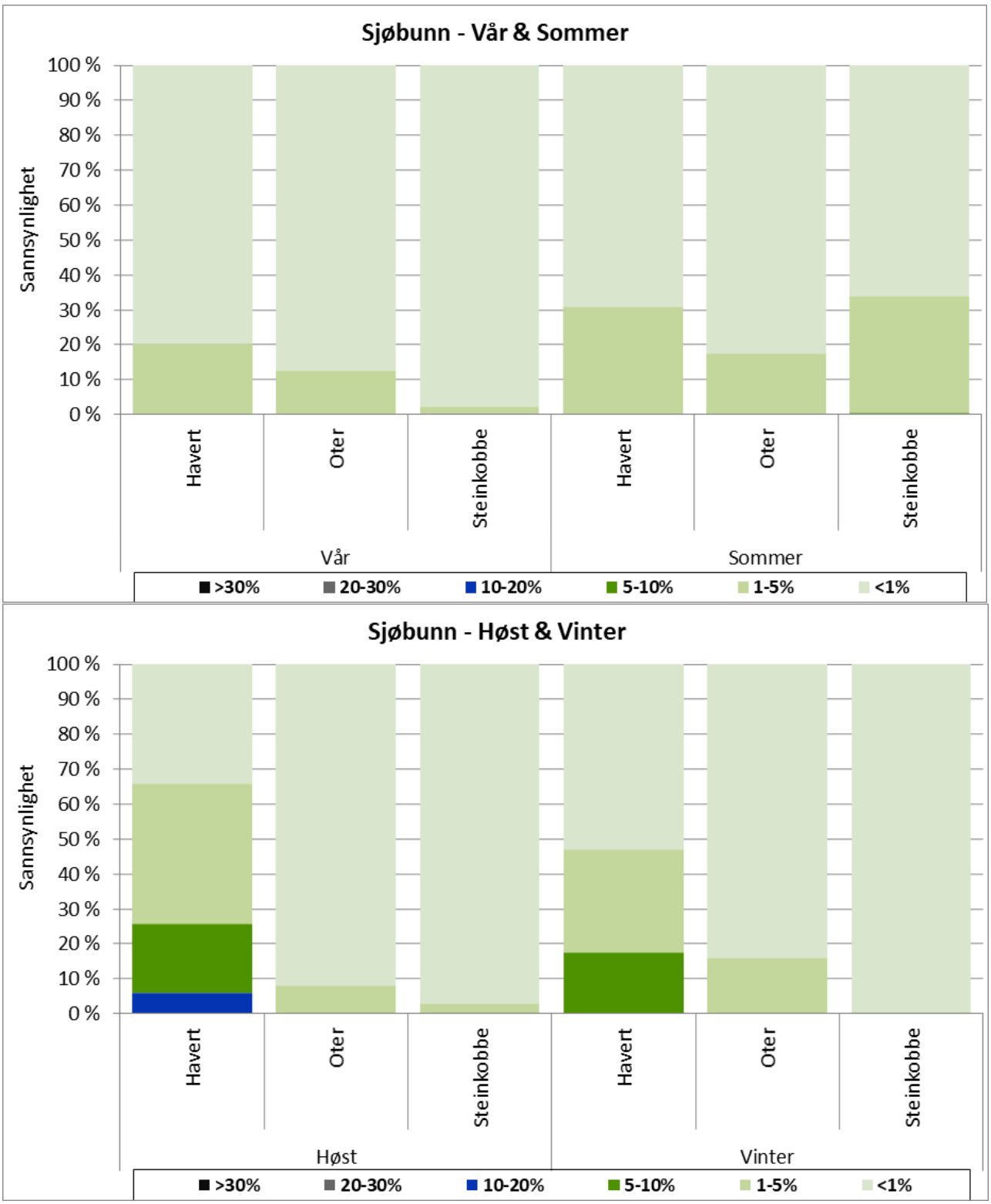


Figur B-4 *Sannsynlighet for en gitt tapsandel av utvalgte arter av* ***kystnær sjøfugl (nasjonale datasett)****, gitt en* ***sjøbunnsutblåsning*** *i vår- og sommersesongen og høst- og vintersesongen.*

Sannsynlighet for bestandstap av marine pattedyr gitt en utblåsning fra 6306/9-1 Melstein



Figur B-5 *Sannsynlighet for en gitt tapsandel av utvalgte arter av **marine pattedyr**, gitt en **overflateutblåsning** i vår- og sommersesongen og høst- og vintersesongen.*



Figur B-6 *Sannsynlighet for en gitt tapsandel av utvalgte arter av* ***marine pattedyr*** *gitt en* ***sjøbunnsutblåsning*** *i vår- og sommersesongen og høst- og vintersesongen.*

Om DNV GL

DNV GL er et internasjonalt selskap innen kvalitetssikring og risikohåndtering. Siden 1864 har vårt formål vært å sikre liv, verdier og miljøet. Vi bistår våre kunder med å forbedre deres virksomhet på en sikker og bærekraftig måte.

Vi leverer klassifisering, sertifisering, teknisk risiko- og pålitelighetsanalyse sammen med programvare, datahåndtering og uavhengig ekspertrådgivning til maritim sektor, til olje- og gass-sektoren, og til energibedrifter. Med 80,000 bedriftskunder på tvers av alle industrisektorer er vi også verdensledende innen sertifisering av ledelsessystemer.

Med høyt utdannede ansatte i 100 land, jobber vi sammen med våre kunder om å gjøre verden sikrere, smartere og grønnere.