

# Miljørisikoanalyse (MRA) for utbygging og drift av Krafla feltet i Nordsjøen

EQUINOR ENERGY AS

Rapportnr.: 2022-0201, Rev. 00

Dokumentnr.: 1216209

Dato: 2022-05-12



Prosjektnavn: KRAFLA - Owner's Engineering support DNV AS Oil & Gas  
 Rapporttittel: Miljørisikoanalyse (MRA) for utbygging og drift av Krafla Field development and Operations  
 feltet i Nordsjøen Veritasveien 25  
 Oppdragsgiver: EQUINOR ENERGY AS, Forusbeen 50, 4035 Stavanger 4007 Stavanger  
 Norway Norway  
 Kontaktperson: Øyvind Strøm Tel: +47 67579900  
 Dato: 2022-05-12 945 748 931  
 Prosjektnr.: 10280343  
 Org. enhet: Field development and Operations  
 Rapportnr.: 2022-0201, Rev. 00  
 Dokumentnr.: 1216209

Levering av denne rapporten er underlagt bestemmelsene i relevant(e) kontrakt(er): FA 4600022577 and PO 4503949104/VO-002.

Oppdragsbeskrivelse: *Miljørisikoanalyse (MRA) for utbygging og drift av Krafla feltet i Nordsjøen.*

#### Utført av:

#### Verifisert av:

#### Godkjent av:

Maria Gravelstøther  
Environmentak Consultant

Odd Willy Brude  
Senior Principle Consultant

Hans Petter Dahlslett  
Group Leader

Anders Rudberg  
Principal Specialist

Helene Østbøll,  
Principal consultant

Beskyttet etter lov om opphavsrett til åndsverk m.v. (åndsverkloven) © DNV GL 2022. Alle rettigheter forbeholdes DNV. 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 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 distribusjon:

- ÅPEN. Fri distribusjon, intent og eksternt.  
 INTERN. Fri distribusjon internt i DNV GL.  
 KONFIDENSIELL. Distribusjon som angitt i distribusjonsliste.  
 Distribution within DNV according to applicable contract. \*  
 HEMMELIG. Kun autorisert tilgang.

\*Distribusjonsliste:

#### Nøkkelord:

Feltutbygging, Krafla feltet, NOAKA området, Nordsjøen, Oseberg sør olje, Martin Linge kondensat, miljørisiko, risikomatrix, utblåsning, utvikling, boring, komplettering, drift, rørledning, stigerør, SPS, UPP, Askja, Central, ERA Acute

Rev.nr.	Dato	Årsak for utgivelser	Utført av	Verifisert av	Godkjent av
A	2022-03-10	Rapportutkast	MARGRAV, ARUD, HELOS	BRUDE	HPDAHL
00	2022-05-12	Final rapport	MARGRAV, ARUD, HELOS	BRUDE	HPDAHL

## Innholdsfortegnelse

KONKLUDERENDE SAMMENDRAG .....	1
DEFINISJONER OG FORKORTELSER .....	3
1 INTRODUKSJON .....	4
1.1 Aktivitetsbeskrivelse	4
1.2 Hensikt/formål	6
1.3 Equinor's risikomatrise	6
1.4 Gjeldende regelverkskrav	7
2 AKTIVITETSNIVÅ OG UTSLIPPSSCENARIER.....	8
2.1 Aktivitetsnivå	8
2.2 Dimensjonerende DFU	9
2.3 Utblåsning fra utviklingsboring, komplettering og produserende brønner	9
3 OLJEDRIFTSMODELLERING .....	12
3.1 Oljetyper og oljens egenskaper	12
3.2 Oljedriftsmodellen og utblåsningsscenarier	12
3.3 Oljedriftsmodellering Krafla – Resultater	13
4 METODIKK FOR MILJØRETTET RISIKOANALYSE.....	23
4.1 Usikkerhet i miljørisikoanalyser	25
5 MILJØRESSURSER .....	26
5.1 Verdifulle Økosystem Komponenter (VØK)	26
5.2 Utvalgte VØK for analysen	26
6 MILJØKONSEKVENSER OG MILJØRISIKO.....	32
6.1 Konsekvenser for sjøfugl	32
6.2 Konsekvenser for kyst og strand	60
6.3 Konsekvenser for fisk	72
6.4 Månedlig miljøkonsekvens gitt en utblåsning fra Kraflafeltet	78
6.5 Miljørisiko i et høyaktivitetsår	80
6.6 Miljørisiko i et normalt produksjonsår	82
6.7 Arter på rødliste	84
7 REFERANSER.....	86
Appendix A Oljedriftsmodellen OSCAR	
Appendix B Månedlig miljøkonsekvens	

## KONKLUDERENDE SAMMENDRAG

Equinor planlegger utbygging av Krafla feltet sentralt i Nordsjøen, 35 kilometer sør for Osebergfeltet. Krafla feltet utgjør den nordlige delen av NOAKA (North of Alvheim, Krafla Askja) utbyggingen på Vikingbanken, der Equinor og Aker BP samarbeider om en felles utvikling av området. Vanndybden i området er ca. 110 meter.

Krafla funnet ble påvist i 2011 og reservoarene inneholder gass og olje. Utbyggingen på Krafla er planlagt med tre borelokasjoner; Krafla, Central og Askja. Både Krafla og Askja vil bygges ut med to 6-slots bunntemplater på hver lokasjon, mens Central vil bygges ut med ett 6-slots bunntemplat. Det planlegges også for en ubemannet produksjonsplattform (UPP) som vil prosessere gass og eksportere den direkte til Statpipe gassrørledning. Delvis stabilisert olje og produsert vann vil eksporteres til NOA PdQ platform for videre prosessering. NOA PdQ vil opereres av Aker BP. PUD er planlagt levert i løpet av 2022. Utviklingsboringen er planlagt startet i 2025 med produksjonsstart i 2027, og feltet vil ha krafttilførsel fra land.

Equinor er operatør på Krafla feltet, og har engasjert DNV til å gjennomføre en miljørisikoanalyse for utvikling og drift av feltet. Miljørisikoanalysen er beregnet for et høyaktivitetsår (2027) og et normalt produksjonsår (2028). I høyaktivitetsåret er det utviklingsboring, komplettering og produserende brønner, mens det i normalåret kun er produserende brønner. Analysen er gjennomført for utblåsning fra både olje- og gassbrønner, samt for lekkasjescenarier fra rørledninger og risere.

Miljørisikoanalysen er gjennomført som en skadebasert analyse i henhold til ERA Acute metodikken (NOROG, 2020). For studien er ERA Acute software versjon 1.1.1.3 benyttet. Miljørisikoen blir beregnet og vurdert mot Equinors miljørisikomatrise.

Drift og spredning av olje basert på utblåsningsscenarioer for Krafla er modellert med SINTEFs OSCAR modell (Oil Spill Contingency And Response), MEMW v.11.0.1. Modelloppsettet av OSCAR er basert på beste praksis (NOROG, 2021). I modelleringen er Oseberg Sør olje og Martin Linge kondensat benyttet.

Vektet varighet for overflateutblåsning på Krafla er 12,6 døgn, mens tilsvarende verdi for sjøbunnsutblåsning er 16,8 døgn. Konsekvensen av en eventuell utblåsning er størst for kysthabitat i et høyaktivitetsår med begrenset sannsynlighet for *Katastrofal* miljøskade, hvor miljørisikoen havner i gult område i Equinor sin riskomatrise (Figur 0-1). Miljørisikoen for sjøfugl og fisk havner i grønt område i riskomatrisen, hvor det er begrenset sannsynlighet for *Svært alvorlig* miljøkonsekvens for sjøfugl, og *Moderat* miljøkonsekvens for fisk. I et normalt produksjonsår så er risikoen for kysthabitater flyttet en konsekvenskategori ned til *Stor*. For rødlistearter som havhest så vurderer Equinor at konsekvensen er et nivå høyere enn beregnet og for sjøfugl vurderes derfor konsekvens som *Stor* og i gult område i riskomatrisen

	SANNSYNLIGHET / returperiode	> 100 000 år	100 000 – 10 000 år	10 000 – 1 000 år	1 000 – 100 år	100 – 20 år	20 – 4 år	4 – 1,5 år	Oftere enn én gang hvert 1,5 år
		< 0,001%	0,001 - 0,01%	0,01 - 0,1%	0,1 - 1%	1 - 5%	5 - 25%	25 - 50%	> 50%
		<10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-5</sup> -10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-4</sup> -10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-3</sup> -10 <sup>-2</sup>	0,01-0,05	0,05-0,25	0,25-0,5	> 0,5
	1/ Ubetydelig								
	2/ Ubetydelig								
IMPACT	3/ Liten								
	4/ Moderat	F							
	5/ Alvorlig								
	6/ Svært Alvorlig	S							
	7/ Stor								
	8/ Katastrofal	K							
	9/ Ekstrem								

**Figur 0-1** Beregnet miljørisiko for sjøfugl (S), kyst og strand (K) og fisk (F) ved utblåsning fra Kraflafeltet i et høyaktivitetsår presentert i Equinor sin risikomatrix. Kun frekvenser over 10<sup>-6</sup> nivå er inkludert.

## DEFINISJONER OG FORKORTELSER

<b>Akseptkriterier</b>	Kriterier som benyttes for å uttrykke et akseptabelt risikonivå i virksomheten, uttrykt ved en grense for akseptabel frekvens for en gitt miljøskade
<b>Analyseområde</b>	Området som er basis for miljørisikoanalysen og som er større enn influensområdet. Ressursbeskrivelsen dekker analyseområde.
<b>Bestand</b>	Gruppe individer innen en art som er reprodusert isolert innen et bestemt geografisk område.
<b>Bestands-år</b>	Enhet for RDF konsekvenskategorier for sjøfugl, sjøpattedyr og fiskeegg og -larver. Basert på bestandstap (påvirkning) og restitusjonstid (skade).
<b>Kilometer-år</b>	Enhet for RDF konsekvenskategorier for strandhabitat. Basert på bestandstap (påvirkning) og restitusjonstid (skade).
<b>cP</b>	Centipoise, måleenhet for viskositet
<b>DFU</b>	Definerte fare- og ulykkeshendelser
<b>DSHA</b>	Defined Situation of Hazard and Accident. Som DFU over
<b>ERA Acute</b>	Ny metodikk for miljørettet risikoanalyse (NOROG, 2020)
<b>Eksponeeringsgrad</b>	Benyttes for å beskrive hvorvidt kysten er eksponert, moderat eksponert eller beskyttet mht. bølgeeksponering
<b>ESI-klassifisering</b>	Environmental Sensitivity Index. Inndeling av kystlinje i ulike predefinerte sårbarhetskategorier, fra 1 – 10, der 1 er minst følsom og 10 mest. Langs Norskekysten er kategoriene 2-4, 5 og 10 ikke benyttet.
<b>Forvitring</b>	Nedbrytning av olje i miljøet. Forvittringsanalysen måler fysiske og kjemiske egenskaper for oljen til stede i miljøet over tid.
<b>GOR</b>	Forkortelse for Gass/Olje forhold. Forholdet mellom produsert gass og produsert olje i brønnen.
<b>Influensområde</b>	Område som med en viss sannsynlighet kan bli berørt av et akutt utslipp. For olje på havoverflaten avgrenses influensområdet gjerne av de 10x10 km kartruter der det er mer enn 5 % sannsynlighet for filmtykkelse over 2 µm.
<b>Korteste drivetid</b>	Tiden det tar fra utslippets start til den første oljen når kyst- og strandsonen.
<b>Miljø</b>	Et ytre miljø som kan bli berørt av oljeutslipp til sjø, dvs. det marine miljø.
<b>Miljørisikoanalyse</b>	Risikoanalyse som vurderer risiko for ytre miljø.
<b>Miljøskade</b>	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.
<b>Miljøkonsekvenskategorier</b>	Kategorisering av miljøskader i hhv. ubetydelig, mindre, moderat, betydelig, alvorlig, svært alvorlig og katastrofal på grunnlag av bestandstap og restitusjonstid.
<b>MRA</b>	Miljørettet risikoanalyse
<b>NOROG</b>	Norsk olje og gass.
<b>Operasjon</b>	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.
<b>OSCAR</b>	Oil Spill Contingency Analysis and Response (SINTEF modell for oljedriftssimuleringer)
<b>Persentil</b>	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.
<b>ppb</b>	Parts per billion / deler per milliard
<b>RDF</b>	Resource Damage Factor; bestandstap år sjøfugl og sjøpattedyr, tap av habitat år kystlinje
<b>SPS</b>	Subsea production system
<b>UPP</b>	Unmanned production platform
<b>VØK</b>	Verdifull Økosystem komponent



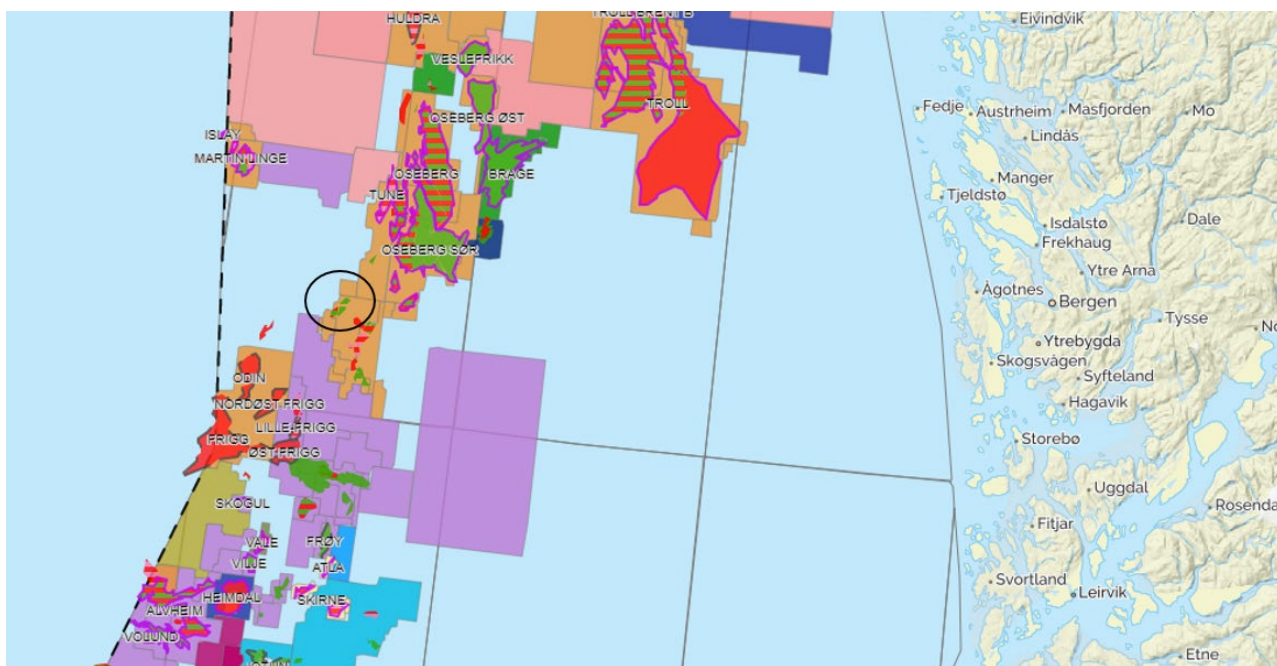
## 1 INTRODUKSJON

### 1.1 Aktivitetsbeskrivelse

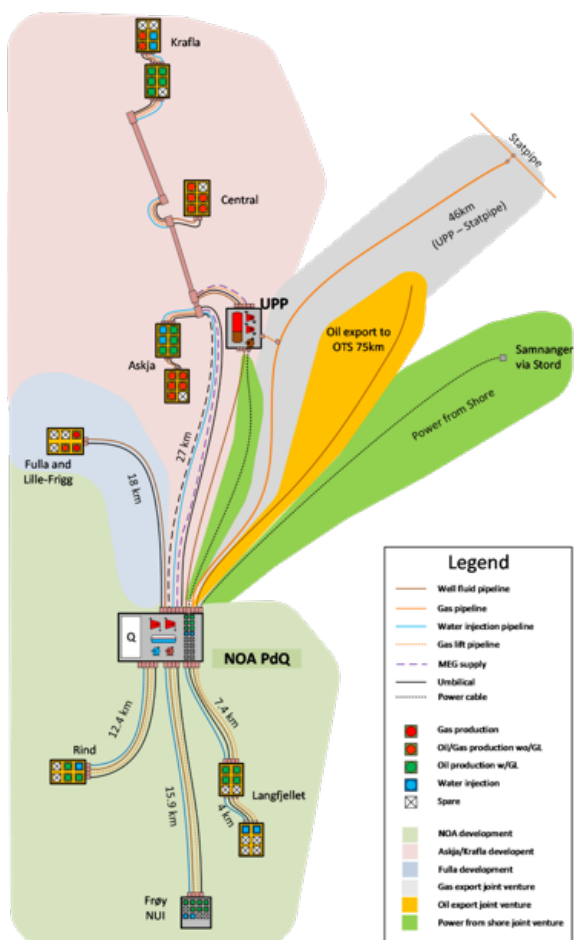
Equinor planlegger utbygging av Krafla feltet sentralt i Nordsjøen, 35 kilometer sør for Osebergfeltet (Figur 1-1). Krafla feltet utgjør den nordlige delen av NOAKA (North of Alvheim, Krafla Askja) utbyggingen på Vikingbanken, der Equinor og Aker BP samarbeider om en felles utvikling av området. Vanddybden i området er ca. 110 meter.

Equinor er operatør på Krafla feltet, og har engasjert DNV til å gjennomføre en miljørisikoanalyse for utvikling og drift av feltet.

Krafla funnet ble påvist i 2011 og reservoarene inneholder gass og olje. Utbyggingen på Krafla er planlagt med tre borelokasjoner; Krafla, Central og Askja. Både Krafla og Askja vil bygges ut med to 6-slots bunntemplater på hver lokasjon, mens Central vil bygges ut med ett 6-slots bunntemplat. Det planlegges også for en ubemannet produksjonsplattform (UPP) som vil prosessere gass og eksportere den direkte til Statpipe gassrørledning. Delvis stabilisert olje og produsert vann vil eksporteres til NOA PdQ platform for videre prosessering (Figur 1-2). NOA PdQ vil opereres av Aker BP. PUD er planlagt levert i løpet av 2022. utviklingsboringen er planlagt startet i 2025 med produksjonsstart i 2027, og feltet vil ha krafttilførsel fra land.



Figur 1-1 Beliggenhet av Kraflafeltet i Nordsjøen. Kilde: Oljedirektoratet.



Figur 1-2 Illustration of the NOAKA field layout. The Krafla development is marked in pink (Equinor, 2021b).

Basisinformasjon for aktiviteten er oppsummert i Tabell 1-1.

Tabell 1-1 Basisinformasjon for Kraflafeltet (Equinor, 2021).

Koordinater	60° 10' 16,12" N 02° 35' 17,57" Ø
Vanddybde	106 meter
Avstand til nærmeste kystlinje	Ca.130 km fra Øygarden i Vestland fylke
Referanseolje for modellering	Olje: Oseberg Sør (SINTEF, 2013) Kondensat: Martin Linge kondensat (SINTEF, 2016)
GOR (Sm <sup>3</sup> /Sm <sup>3</sup> )	Olje: 96 Kondensat: 2125
Tid for boring av avlastningsbrønn	64 døgn
Aktiviteter	Utviklingsboring, komplettering og produksjon
Utslippsscenarioer	Utblåsning (overflate/sjøbunn) og lekkasjescenario



## 1.2 Hensikt/formål

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

Miljørisikoanalysen er gjennomført som en ERA Acute analyse i henhold til Norsk olje og gass sin reviderte tilnærming for gjennomføring av miljørisikoanalyser for petroleumsaktiviteter på norsk sokkel (NOROG, 2020). En kort beskrivelse av metoden er gitt i Kapittel 4. For ytterligere informasjon henvises det til veiledningen.

Miljørisikoen vurderes opp mot Equinor's risikomatrix. I en skadebasert analyse vil konsekvensene av oljeutslipp 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).

Når en leser miljørisikoanalyser får en gjerne inntrykk av at miljørisiko er en eksakt kvantitativ størrelse som uten forbehold kan avgjøre om planlagt aktivitet er akseptabel eller uakseptabel i forhold til mulig miljøpåvirkning. Bak tallene ligger en rekke parametere som rommer større eller mindre grad av usikkerhet. Usikkerhet i miljørisikoanalysen er omtalt i avsnitt 4.1.

## 1.3 Equinor's risikomatrix

Equinor har som en integrert del av sitt styringssystem definert akseptkriteriene for miljørisiko. For Kraflafeltet er Equinor sin risikomatrix RM100 benyttet i forbindelse med gjennomføringen av miljørisikoanalysen (Tabell 1-2). Tabell 4-3 angir koblingen mellom resultatene av miljørisikoanalysen og konsekvenskategoriene i risikomatriksen.

**Tabell 1-2 Equinor's risikomatrix RM100 for vurdering av miljørisiko.**

SANNSYNLIG HET / returperiode	Ukjent i industrien	Veldig sjelden men har skjedd i industrien (1)	Sjelden men har skjedd (1-3) i industrien	Har skjedd flere ganger (4- 20) i industrien	Har skjedd i regionen/ selskapet	Har skjedd flere ganger i regionen/ selskapet	Har skjedd lokalt / på fasiliteten	Skjer ofte
	> 100 000 år	100 000–10 000 år	10 000–1 000 år	1 000–100 år	100–20 år	20–4 år	4–1,5 år	Oftere en en gang hvert 1,5 år
	< 0,001% <10 <sup>-5</sup>	0,001 -0,01% 10 <sup>-5</sup> -10 <sup>-4</sup>	0,01 - 0,1% 10 <sup>-4</sup> -10 <sup>-3</sup>	0,1 - 1% 10 <sup>-3</sup> -10 <sup>-2</sup>	1 - 5% 0,01-0,05	5 - 25% 0,05-0,25	25 - 50% 0,25-0,5	> 50% > 0,5
IMPACT	1/ Ubetydelig							
	2/ Ubetydelig							
	3/ Liten							
	4/ Moderat							
	5/ Alvorlig							
	6/ Svært Alvorlig							
	7/ Stor							
	8/ Katastrofal							
	9/ Ekstrem							

Rød	Risiko tolereres ikke og risikoreduserende tiltak må iverksettes så raskt som mulig
Oransje	Risiko tolereres generelt ikke og risikoreduserende tiltak skal iverksettes
Gul	Risiko kan tolereres dersom det er vurdert og iverksatt risikoreduserende tiltak basert på ALARP (As Low as Reasonably Practicable) prinsippet, BAT (Best Available Technology) prinsippet e.l.
Grønn	Risiko er innenfor toleransegrensen og risikoreduserende tiltak er normalt sett ikke nødvendig. ALARP prinsippet gjelder også her.

## 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 AKTIVITETSNIVÅ OG UTSLIPPSCENARIER

De fleste former for uhellsutslipp i forbindelse med en leteboring 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 definerte fare- og ulykkeshendelser (DFU). Slike hendelser anses dimensjonerende for foreliggende analyse.

### 2.1 Aktivitetsnivå

Equinor har kartlagt planlagte aktiviteter for Kraflafeltet (Tabell 2-1), og definert utslippsscenarioer for aktivitetene knyttet til de ulike aktivitetene på feltet (Equinor, 2021).

**Tabell 2-1** Planlagte operasjoner og aktiviteter på Kraflafeltet fra 2025 til 2028 (Equinor, 2021).

Aktivitet	Antall operasjoner			
	2025	2026	2027	2028
<b>Oljebrønner</b>				
Utviklingsboring, normal brønn	3	2	2	0
Komplettering	3	2	2	0
Produksjon	0	0	7	7
Vanninjeksjon	0	0	3	3
P&A	3	5	0	0
<b>Gassbrønner</b>				
Utviklingsboring normal brønn	3	4	6	0
Komplettering	3	4	6	0
Produksjon	0	0	8	13
Vanninjeksjon	0	0	0	0
P&A	3	7	0	0

Planlagt aktivitetsnivå for både olje- og gassbrønner er presentert i Tabell 2-2 for et høyaktivitetsår (2027) og i Tabell 2-3 for et normalt produksjonsår (2028). Høyaktivitetsåret representerer et år med både boreaktivitet, komplettering og produserende brønner. Total utblåsningsfrekvens for et høyaktivitetsår er 3,48E-03 pr. år, tilsvarende en forventet utblåsning hvert 288. år. Normalt produksjonsår representerer et år med kun produserende brønner, hvor totalfrekvensen pr. år ligger på 1,07E-03, tilsvarende en forventet utblåsning hvert 934. år.

**Tabell 2-2** Planlagte operasjoner og aktiviteter på Kraflafeltet som kan medføre uhellsutslipp av olje og kondensat i et høyaktivitetsår (2027) (Equinor, 2021). Utblåsningsfrekvensene er hentet fra SINTEF offshore database 2020 (Vysus, 2021), og er summert basert på aktivitetsnivået for feltet for år 2027.

Aktivitet	Antall operasjoner 2027	Utblåsningsfrekvens per operasjon/ aktivitet per år	Total utblåsningsfrekvens
<b>Oljebrønner</b>			
Utviklingsboring, normal brønn	2	3,17E-05	6,34E-05
Komplettering	2	1,29E-04	2,58E-04
Produksjon	7	2,53E-05	1,77E-04
<b>Gassbrønner</b>			
Utviklingsboring, normal brønn	6	3,78E-05	6,53E-04

Komplettering	6	2,96E-04	1,78E-03
Produksjon	8	6,87E-05	5,50E-04
<b>Totalfrekvens</b>			<b>3,48E-03</b>

**Tabell 2-3** Planlagte operasjoner og aktiviteter på Kraflafeltet som kan medføre uhellsslipp av olje og kondensat i et normalt produksjonsår (2028) (Equinor, 2021). Utblåsningsfrekvensene er hentet fra SINTEF offshore database 2020 (Vysus, 2021), og er summert basert på aktivitetsnivået for feltet.

Aktivitet	Antall operasjoner 2028	Utblåsningsfrekvens per operasjon/ aktivitet per år	Total utblåsningsfrekvens
<b>Oljebrønner</b>			
Produksjon	7	2,53E-05	1,77E-04
<b>Gassbrønner</b>			
Produksjon	13	6,87E-05	8,93E-04
<b>Totalfrekvens</b>			<b>1,07E-03</b>

## 2.2 Dimensjonerende DFU

Definerte fare- og ulykkeshendelser (DFU) er de aktivitetene /scenariene som har størst potensiale for å skade miljøet. Utblåsningsrate og -varighet er parametere som innvirker på en gitt hendelses potensiale for å utøve skade, mens sannsynligheten for hendelsen er med på å definere risikonivå.

Utblåsningsscenarier som er inkludert i denne analysen er de som forventes å ha de høyeste miljørisikobidragene, og slik sett være styrende for risikonivået.

## 2.3 Utblåsing fra utviklingsboring, komplettering og produserende brønner

Lengste utblåsningsvarighet er satt til tiden det tar å bore en avlastningsbrønn, og tiden er fordelt på mobilisering av rigg, boring inn i reservoar og stopping av utblåsing. For Kraflafeltet er denne satt til 64 døgn.

Rate-/varighetsmatrisene definerer de ulike scenariene som er lagt til grunn for oljedriftsmodelleringen og beregning av miljøkonsekvensene, og er presentert i kap. 2.3.1 for et høyaktivitetsår, og i kap. 2.3.2 for et normalt produksjonsår. Alle rater og varigheter med tilhørende sannsynligheter er basert på utblåsningsstudie for Krafla fra Equinor (Equinor, 2021). I tillegg er det definert lekkasjescenarier fra rørledninger (kap. 2.3.3) (Equinor, 2021b; Equinor, 2021c; DNV, 2022).

### 2.3.1 Høyaktivitetsår

Rate-/ varighetsmatrisene for Kraflafeltet i et høyaktivitetsår er presentert i Tabell 2-3 og Tabell 2-4, for både olje- og kondensatbrønner.

Modellerte scenarier er:

- **Utviklingsboring**
- **Produksjon** (inkludert komplettering og produserende brønner)

**Tabell 2-4** Rate- og varighetsfordeling med tilhørende sannsynligheter for overflate- og sjøbunnsutblåsning for **utviklingsboring** på Kraflafeltet basert på utblåsningsstudie (Equinor, 2021).

Utslippssted	Fordeling overflate/sjøbunn	Rate Sm <sup>3</sup> /d	Varigheter (dg) og sannsynlighetsfordeling					Sannsynlighet for ratene
			2	10	25	52	64	
<b>Olje</b>								
Overflate	21 %	6430	65,7 %	13,9 %	4,7 %	11,4 %	4,3 %	50 %
		11280						50 %
Sjøbunn	79 %	6460	53,5 %	17,0 %	7,5 %	16,1 %	5,9 %	50 %
		11530						50 %
<b>Kondensat</b>								
Overflate	21 %	3800	65,7 %	13,9 %	4,7 %	11,4 %	4,3 %	50 %
		3970						50 %
Sjøbunn	79 %	3810	53,5 %	17,0 %	7,5 %	16,1 %	5,9 %	50 %
		3975						50 %

**Tabell 2-5** Rate- og varighetsfordeling med tilhørende sannsynligheter for overflate- og sjøbunnsutblåsning for **produksjon og komplettering** på Kraflafeltet basert på utblåsningsstudie (Equinor, 2021).

Utslippssted	Fordeling overflate/sjøbunn	Rate Sm <sup>3</sup> /d	Varigheter (dg) og sannsynlighetsfordeling					Sannsynlighet for ratene
			2	10	25	52	64	
<b>Olje</b>								
Overflate	50 %	8030	65,7 %	13,9 %	4,7 %	11,4 %	4,3 %	100 %
Sjøbunn	50 %	8130	53,5 %	17,0 %	7,5 %	16,1 %	5,9 %	100 %
<b>Kondensat</b>								
Overflate	64 %	2880	65,7 %	13,9 %	4,7 %	11,4 %	4,3 %	100 %
Sjøbunn	36 %	2950	53,5 %	17,0 %	7,5 %	16,1 %	5,9 %	100 %

### 2.3.2 Normalt produksjonsår

Rate-/ varighetsmatrisen for Kraflafeltet i et normalt produksjonsår er presentert i Tabell 2-5, for utslipp av både olje og kondensat. Modellerte scenarier er for produksjon med utslipp fra sjøbunn.

**Tabell 2-6** Rate- og varighetsfordeling med tilhørende sannsynligheter for sjøbunnsutblåsning for **produksjon** på Kraflafeltet basert på utblåsningsstudie (Equinor, 2021).

Utslippssted	Fordeling overflate/sjøbunn	Rate Sm <sup>3</sup> /d	Varigheter (dg) og sannsynlighetsfordeling					Sannsynlighet for ratene
			2	10	25	52	64	
<b>Olje</b>								
Sjøbunn	100 %	8130	53,5 %	17,0 %	7,5 %	16,1 %	5,9 %	100 %
<b>Kondensat</b>								
Sjøbunn	100 %	2950	53,5 %	17,0 %	7,5 %	16,1 %	5,9 %	100 %

### 2.3.3 Lekkasje-scenarier

Lekkasje-scenariene inkludert i analysen er for to ulike hullstørrelser på Krafla SPS KP 0.1, med en lang varighet (90 dager) for den minste lekkasjen, og en kort varighet (2 dager) for 30 mm lekkasje-scenariet. Det er også inkludert et scenarie midtveis på eksportørledningen mellom UPP og NOA PdQ (Tabell 2-7). Lekkasjen fra Krafla SPS KP 0.1 (30 mm) er videre lagt til grunn for presentasjon av miljøkonsekvenser, da dette scenariet ga størst miljøpåvirkning.

**Tabell 2-7** Rate- og varighetsfordeling med tilhørende sannsynligheter for **lekkasje** fra rørledning på Kraflafeltet basert på lekkasjerate og -frekvensberegninger fra Equinor (Equinor, 2021b; Equinor, 2021c; DNV, 2022). Uthevet scenarie er videre vist i kap. 6.

Scenarie	Overflate/ sjøbunn	Rate Sm <sup>3</sup> /d	Varighet (dager)	Oljetype	Dyp	Frekvens (per år)	GOR
Krafla SPS KP 0.1, 5 mm	Sjøbunn	76	90	Oseberg Sør	106	3,47E-03	351
<b>Krafla SPS KP 0.1, 30 mm</b>	<b>Sjøbunn</b>	<b>1957</b>	<b>2</b>	<b>Oseberg Sør</b>	<b>106</b>	<b>4,27E-03</b>	<b>348</b>
Eksportør fra UPP til NOA PdQ, 10 mm	Sjøbunn	458	7	Oseberg Sør	115	6,16E-05	50

### 3 OLJEDRIFTSMODELLERING

I følgende kapittel presenteres referanseoljers egenskaper, oljedriftsmodellen og dens begrensninger, samt resultater fra oljedriftsmodelleringen.

I modelleringen av oljedrift gitt en utblåsning fra Krafla feltet er det benyttet to ulike oljetyper, Oseberg Sør olje som referanseolje for oljebrønnene, og Martin Linge kondensat som referansefluid for gass/kondensatbrønnene. Egenskapene for Oseberg Sør olje og Martin Linge kondensat er presentert kort nedenfor mens det henvises til forvitningsstudiene for mer utfyllende informasjon (SINTEF, 2013; SINTEF, 2016).

#### 3.1 Oljetyper og oljens egenskaper

Både levetid til olje på sjø, grad av nedblanding i vannmassene og de tilhørende mulige miljøeffektene avhenger av oljetype. Det samme gjelder egnetheten til og effekten av ulike typer oljevernberedskap (mekanisk og kjemisk bekjempelse). Det forventes hydrokarboner ved en utblåsning fra operasjoner og brønner på Krafla.

Oseberg Sør er en parafinsk råolje med medium tetthet på 839 kg/m<sup>3</sup> med lav asfalteninnhold (0,11 vekt %) og medium voksinnhold (5,6 vekt %) som resulterer i relativt høy fordampning på sjøoverflaten. Oseberg Sør danner stabil vann/oljeemulsjon og taper nesten ikke vann selv etter flere dager på sjø (SINTEF, 2013).

Martin Linge kondensat er et parafinsk kondensat med tetthet 814 kg/m<sup>3</sup> og et relativt høyt voksinnhold (4,8 vekt %) og lavt asfalten innhold (0,07 vekt %). Kondensatet har høy fordampning som påvirker forvitringsegenskapene og fører til en rask økning i voksinnhold og viskositet. Kondensatet emulgerer raskt, men danner ustabile og løse emulsjoner (SINTEF, 2016).

Karakteristikk for Oseberg Sør olje og Martin Linge kondensat er sammenfattet i Tabell 3-1.

**Tabell 3-1** Parametere for Oseberg Sør olje og Martin Linge kondensat benyttet i spredningsberegningene for Krafla feltet (SINTEF, 2013; SINTEF, 2016).

Parameter	Oseberg sør olje (SINTEF, 2013)	Martin Linge kondensat (SINTEF, 2016)
Oljetetthet [kg/ m <sup>3</sup> ]	839	814
Maksimum vanninnhold ved 5 °C [volum%]	80	72
Voksinnhold, fersk olje [vekt%]	5,6	4,8
Asfalteninnhold, fersk olje [vekt%]	0,11	0,07
Viskositet ved 13/ 15 °C [cP]	98/484	6/49

#### 3.2 Oljedriftsmodellen og utblåsningsscenarier

Oljedriftsmodellen som er anvendt er SINTEFs OSCAR modell (Oil Spill Contingency And Response), MEMW v.11.0.1. Modelloppsettet av OSCAR er basert på beste praksis (NOROG, 2020). En beskrivelse av modellen og dens begrensninger og krav til inngangsdata er gitt i Appendix A.

Oljedriftsberegningene er gjennomført for en feltlokasjon (se Tabell 1-1). Spredningsmodelleringer er gjennomført for overflate- og sjøbunnsutblåsninger fra Kraflafeltet. De statistiske oljedriftsresultatene er presentert i et rutenett som har en horisontal oppløsning på 10×10 km.



### 3.3 Oljedriftsmodellering Krafla – Resultater

Figurene nedenfor er basert på oljedriftscenariene presentert i kapittel 2.3, og skiller mellom utblåsning av olje og kondensat. Basert på lik rate, varighet og varighetsfordeling for aktivitetene på feltet, i både høyaktivitetsår så vel som normalår, presenteres helårlege resultater for sjøbunn- og overflateutblåsning.

#### 3.3.1 Spredning av olje på overflaten

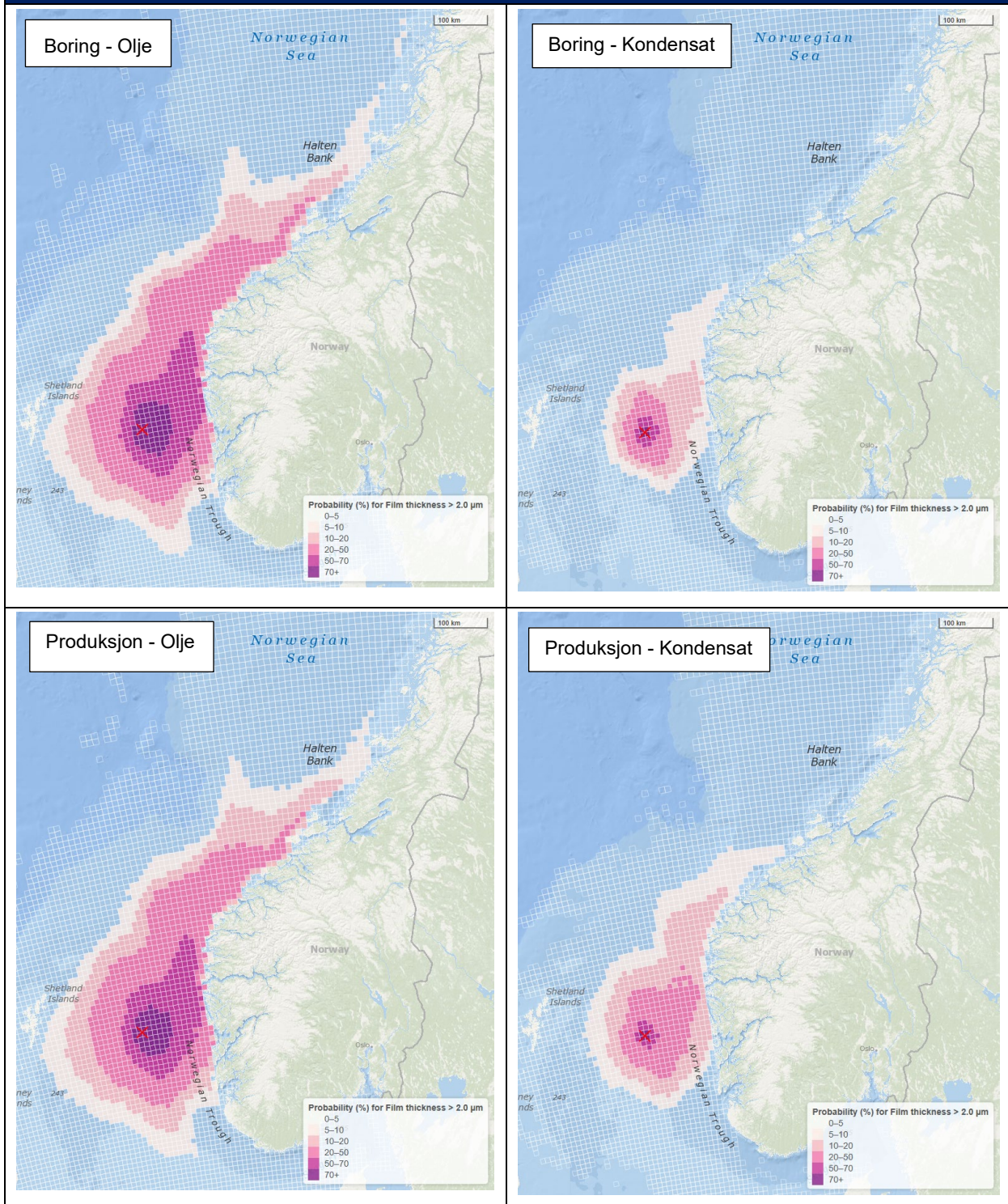
For modellerte utblåsninger er det skapt helårlig oljedriftsstatistikk på rutenivå (10×10 km ruter). Influensområdet er definert ved sannsynlighet for oljefilmtykkelse over effektgrensen på 2 µm og er vist nedenfor for de ulike aktivitetene:

- Utviklingsboring i høyaktivitetsår
- Produksjon (inkludert komplettering og produsenter) i høyaktivitetsår
- Produksjon normalår
- Lekkasje fra rørledning

Influensområdet viser ikke omfanget av en enkelt oljeutblåsning, men er området som berøres av oljens drift og spredning for alle modellerte enkeltsimuleringene som gir oljefilmtykkelse på sjøoverflaten over 2 µm. Se Figur 3-4 for et eksempel på overflatestrømmer i Nordsjøen/Norskehavet.

Influensområdet (over 5 % treffsannsynlighet) på sjøoverflaten er størst gitt en utblåsning av olje på Kraflafeltet, og er relativt likt under boring, produksjon i høyaktivitetsår og produksjon i normalår (Figur 3-1, Figur 3-2). Influensområdet strekker seg langs kysten fra Stavanger i sør og til Namsos i nord. I et begrenset område rundt feltet er det over 70 % sannsynligheten for oljefilmtykkelse >2 µm. Influensområdet er mer begrenset ved utblåsning av kondensat, men berører mye av kysten spesielt ved produksjon i høyaktivitetsår. For lekkasjescenariet er influensområdet begrenset til feltets nærområde (Figur 3-3).

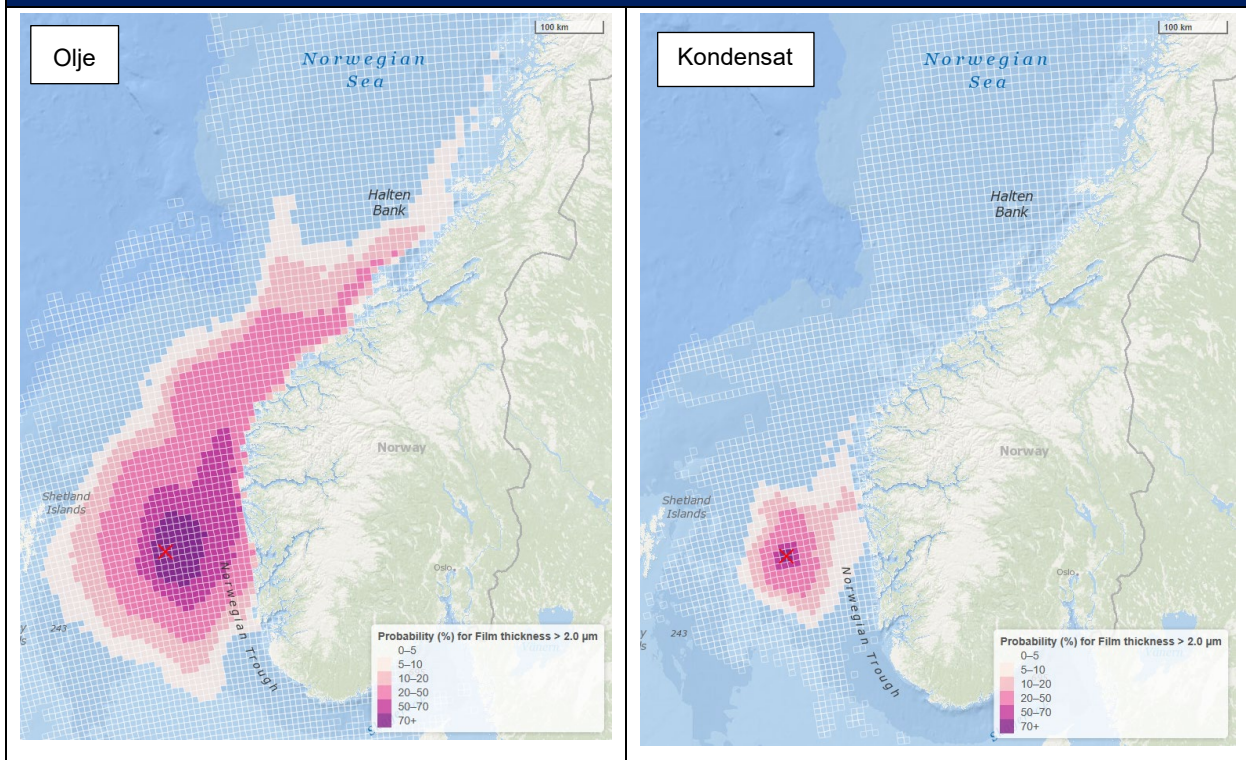
## Høyaktivitetsår



**Figur 3-1** Sannsynlighet for oljefilmtykkelser over 2 µm i 10×10 km ruter gitt utblåsning av både olje og kondensat ved boring (øverst) og produksjon (nederst) i et høyaktivitetsår.

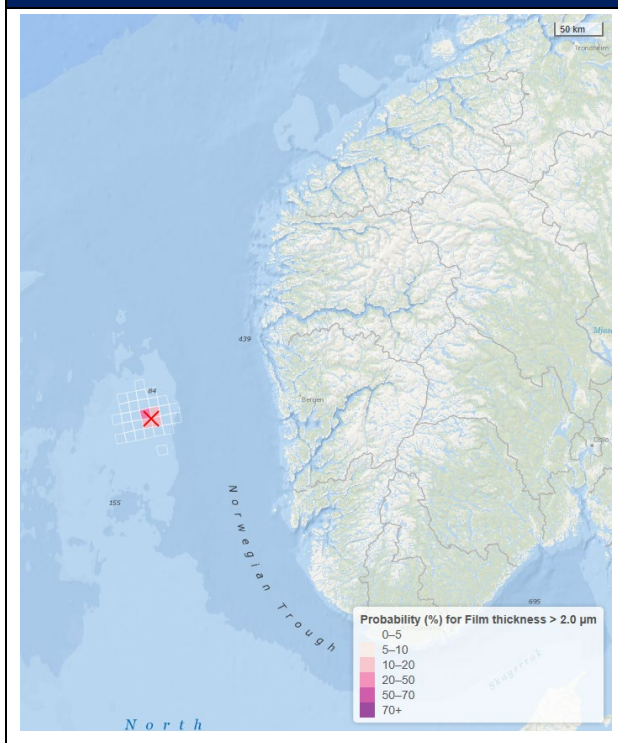


## Normalt produksjonsår

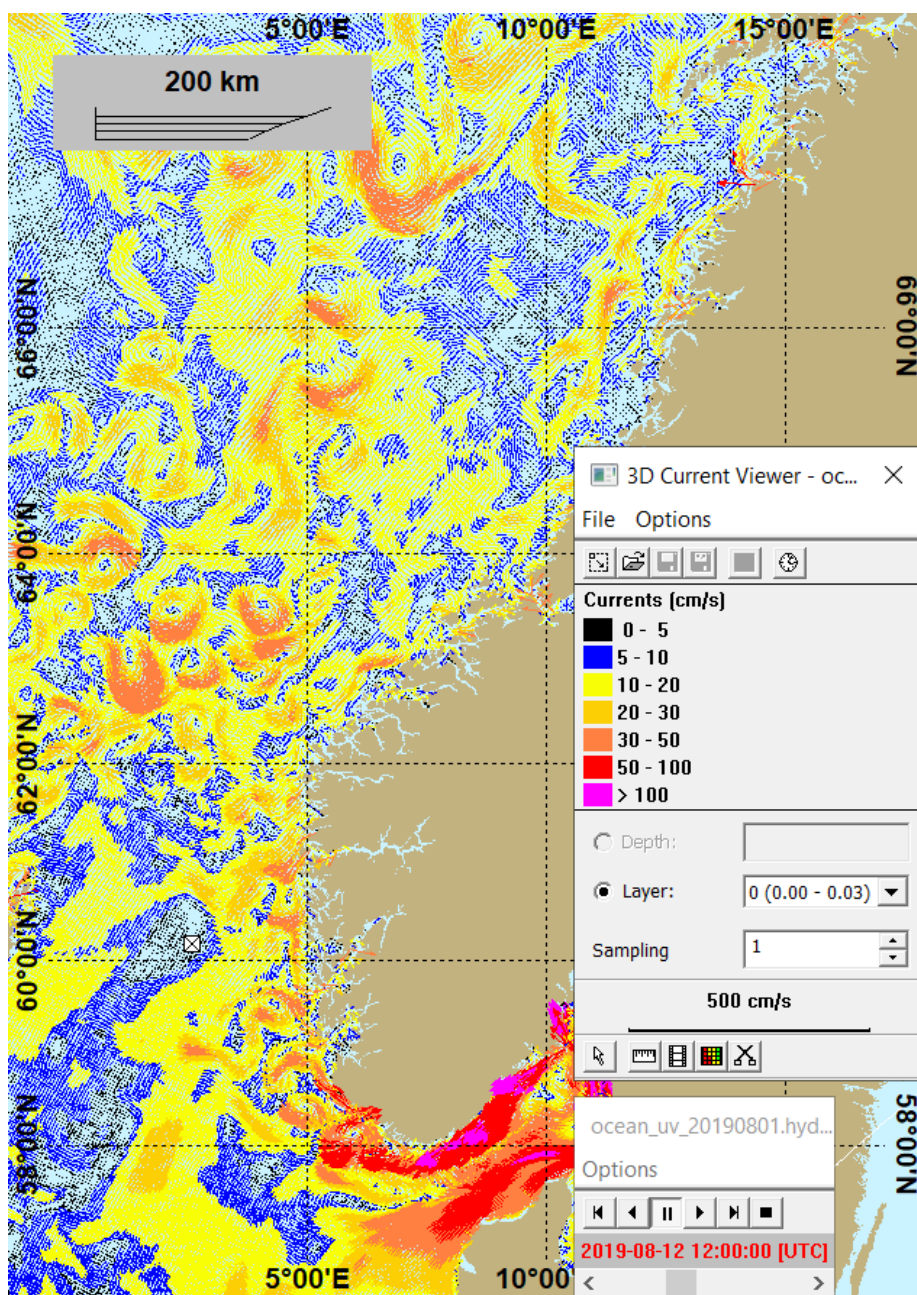


Figur 3-2 Sannsynlighet for oljefilmtykkelser over 2 µm i 10×10 km ruter gitt utblåsing av både olje og kondensat ved produksjon i et normalt år.

## Lekkasje



Figur 3-3 Sannsynlighet for oljefilmtykkelser over 2 µm i 10×10 km ruter ved lekkasje.



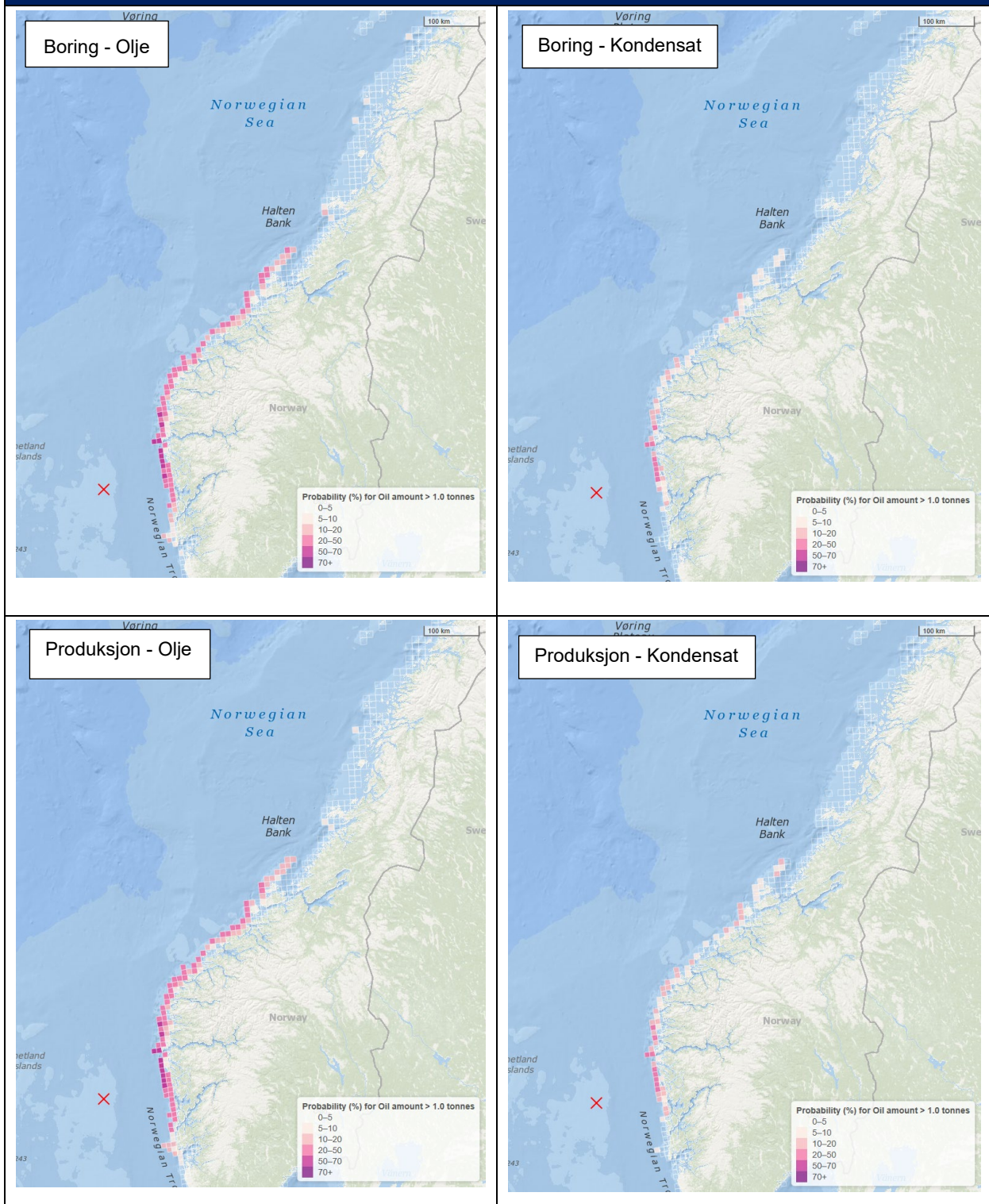
**Figur 3-4** Øyeblikksbilde av overflatestrømmer i Nordsjøen/Norskehavet 12.08.2019 (Meteorologisk Institutt: SVIM arkivet for strøm- og isdata: <ftp://ftp.met.no/projects/SVIM-public/SVIMresults/>). Lokasjon for Kraflafeltet er merket inn med en firkant med kryss i.

### 3.3.2 Stranding av olje i kyst- og strandsonen

Sannsynlighet for stranding av oljemengde over 1 tonn er presentert i 10x10 km ruter fra de statistiske oljedriftsberegningene for de ulike aktivitetene. Størst sannsynlighet for stranding er i tilknytning til utblåsning av olje på Kraflafeltet, hvor boring, produksjon i høyaktivitetsår og produksjon i normalår gir relativt like resultater (Figur 3-5, Figur 3-6). Berørt kystområde er mellom Boknafjorden i sør og Hitra i nord, med et fåtall berørte ruter nord for dette området. Høyest sannsynlighet for stranding er i kategorien 50-70 %, som strekker seg jevnt fra kysten utenfor Bergen til Florø. For utblåsning av kondensat er berøringsområdet langs kysten mer begrenset, men sannsynligheten for treff av oljemengde over 1 tonn kan fortsatt komme opp i 20-50 % i visse områder rundt Bergen. De få berørte rutene fra lekkasjescenariet har alle under 5 % treffsannsynlighet (Figur 3-7).

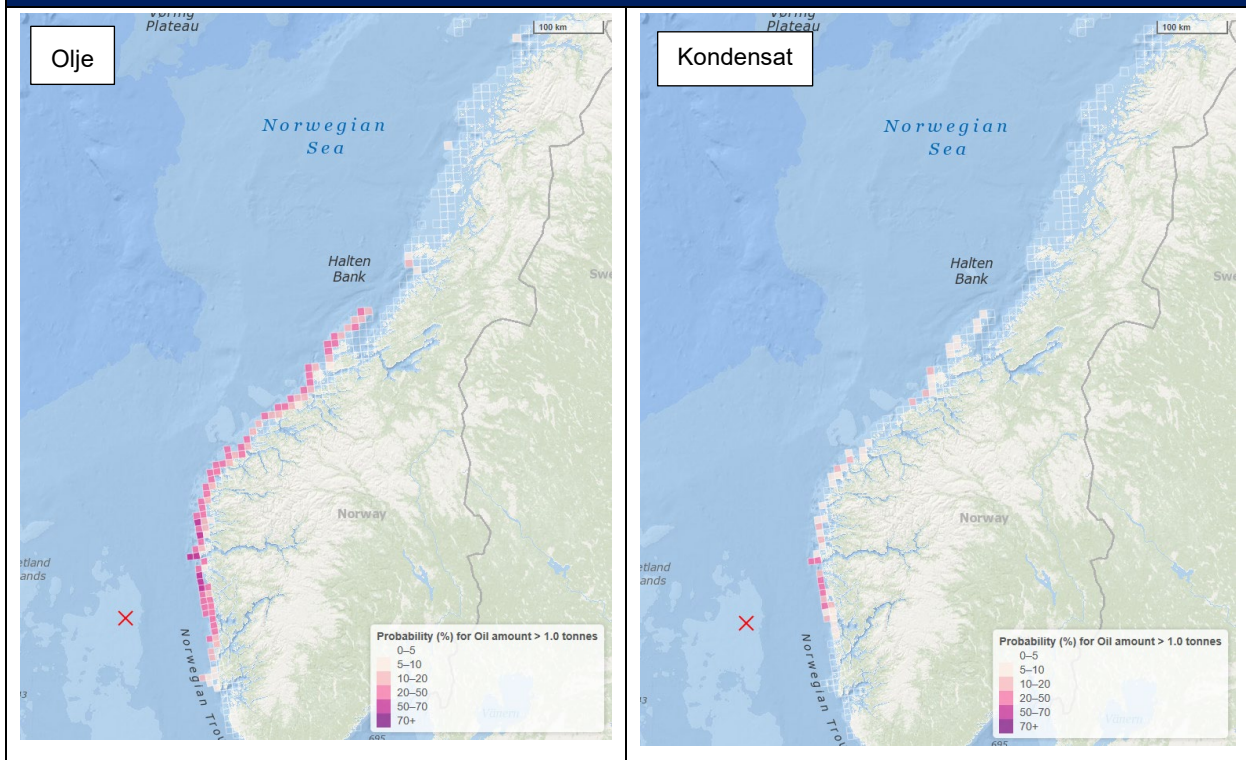


## Høyaktivitetsår



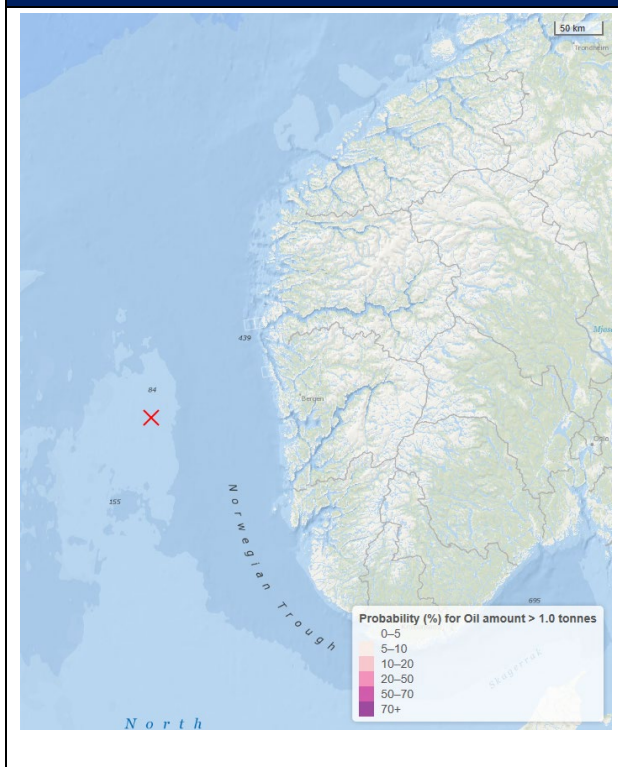
**Figur 3-5** Sannsynlighet for oljemengder over 1 tonn i 10x10 km kysteruter gitt utblåsning av både olje og kondensat ved boring (øverst) og produksjon (nederst) i et høyaktivitetsår.

## Normalt produksjonsår



Figur 3-6 Sannsynlighet for oljemengder over 1 tonn i 10×10 km kysteruter gitt utblåsning av både olje og kondensat ved produksjon i et normalt år.

## Lekkasje



Figur 3-7 Sannsynlighet for oljemengder over 1 tonn i 10×10 km kysteruter ved lekkasje.

### 3.3.3 Strandingsstatistikk

#### 3.3.3.1 Høyaktivitetsår

Korteste ankomsttid til land og største strandingsmengder av emulsjon er beregnet sesongvis for vektet utblåsningsrate ved boring og vektet varighet i et høyaktivitetsår (8966 m<sup>3</sup>/d) (Tabell 3-2). Resultatene for strandet emulsjon og drivtid presentert stammer ikke nødvendigvis fra samme simulering. 95-persentilen for strandingsmengde er høyest i sommersesongen gitt en utblåsning i et høyaktivitetsår med maksimalt 73914 tonn oljeemulsjon. 95-persentilen av korteste drivtid er 5,4 døgn i vintersesongen.

**Tabell 3-2** Strandingsmengder av oljeemulsjon og korteste drivtid til den norske kystlinje (95-persentil) gitt en utblåsning i høyaktivitetsåret (vektet rate) på Kraflafeltet. Alle simuleringene for overflate- og sjøbunnsutblåsning i hver av sesongene er lagt til grunn for tallene presentert.

Scenario	Strandet oljeemulsjon (tonn)				Korteste drivtid (døgn)			
	Vår	Sommer	Høst	Vinter	Vår	Sommer	Høst	Vinter
<b>Høyaktivitetsår – 90-persentil rate</b>	39497	73914	69952	54240	6,9	8,7	5,6	5,4

Tabell 3-3 angir 95-persentilen av korteste drivtid til land og strandingsmengde inn i de definerte eksempelområdene med drivtid 20 døgn eller kortere. I høstsesongen er det åtte eksempelområder der forventet drivtid er kortere enn 20 døgn. Ytre Sula er området med høyest andel strandet oljeemulsjon, 6336 tonn oljeemulsjon i høstsesongen i høyaktivitetsåret. Kortest drivtid er også beregnet til Ytre Sula med 6,5 døgn i vintersesongen.

**Tabell 3-3** Strandingsmengder av emulsjon og korteste drivtid til de definerte eksempelområdene (under 20 døgn drivtid) gitt en utblåsning i høyaktivitetsåret på Kraflafeltet. 95-persentil oppgitt for hver sesong.

Scenario	Strandet oljeemulsjon (tonn)				Korteste drivtid (døgn)			
	Vår	Sommer	Høst	Vinter	Vår	Sommer	Høst	Vinter
<b>Frøya og Froan</b>	709	5990	5270	2404	30,2	2401	17,4	20,1
<b>Smøla</b>	635	4140	3421	2363	27,0	21,4	16,2	18,4
<b>Sandøy</b>	245	936	471	287	24,8	20,5	16,4	17,2
<b>Runde</b>	1998	4043	3142	1950	15,4	15,6	12,3	12,3
<b>Sverslingsosen-Skorpa</b>	1833	3257	3206	2426	12,9	14,9	10,7	10,2
<b>Ytre Sula</b>	3762	4943	<b>6336</b>	5776	8,8	11,7	6,8	<b>6,5</b>
<b>Onøy Øygarden</b>	741	879	1677	1102	14,8	21,0	10,8	12,5
<b>Austevoll</b>	1737	1523	1619	1452	11,4	15,5	11,8	11,1

#### 3.3.3.2 Normalt produksjonsår

Korteste ankomsttid til land og største strandingsmengder av emulsjon er beregnet sesongvis for for 90-persentil utblåsningsrate ved produksjon og vektet varighet i et normalt produksjonsår (8130 m<sup>3</sup>/d) (Tabell 3-4). Resultatene for strandet emulsjon og drivtid presentert stammer ikke nødvendigvis fra samme simulering. 95-persentilen for strandingsmengde er høyest i høstsesongen gitt en utblåsning i et normalt produksjonsår med maksimalt 54538 tonn oljeemulsjon. 95-persentilen av korteste drivtid er 6,1 døgn i vintersesongen.



**Tabell 3-4** Strandingsmengder av oljeemulsjon og korteste drivtid til den norske kystlinje (95-persentil) gitt en utblåsning i et normalt produksjonsår (90-persentil rate) på Kraflafeltet. Alle simuleringene for overflate- og sjøbunnsutblåsning i hver av sesongene er lagt til grunn for tallene presentert.

Scenario	Strandet oljeemulsjon (tonn)				Korteste drivtid (døgn)			
	Vår	Sommer	Høst	Vinter	Vår	Sommer	Høst	Vinter
Normalt produksjonsår – 90-persentil rate	28092	54336	54538	38046	7,3	9,7	6,4	6,1

Tabell 3-5 angir 95-persentilen av korteste drivtid til land og strandingsmengde inn i de definerte eksempelområdene med drivtid 20 døgn eller kortere. I høstsesongen er det åtte eksempelområder der forventet drivtid er kortere enn 20 døgn. Ytre Sula er området med høyest andel strandet oljeemulsjon, 5411 tonn oljeemulsjon i høstsesongen i et normalt produksjonsår. Kortest drivtid er også beregnet for Ytre Sula med 7,1 døgn i høstsesongen.

**Tabell 3-5** Strandingsmengder av emulsjon og korteste drivtid til de definerte eksempelområdene (under 20 døgn drivtid) gitt en utblåsning i et normalt produksjonsår på Kraflafeltet. 95-persentil oppgitt for hver sesong.

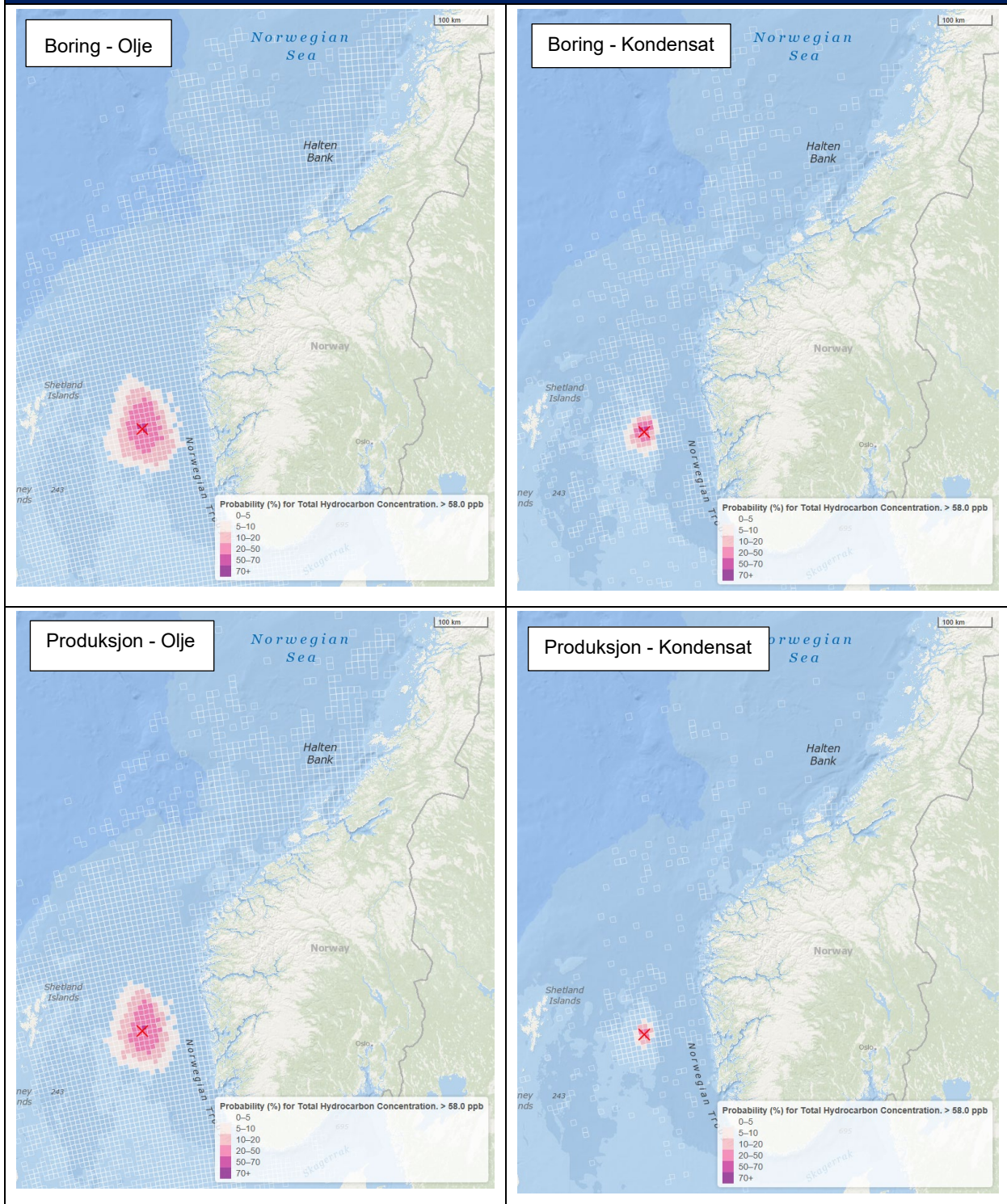
Scenario	Strandet oljeemulsjon (tonn)				Korteste drivtid (døgn)			
	Vår	Sommer	Høst	Vinter	Vår	Sommer	Høst	Vinter
Frøya og Froan	764	5118	4678	2262	30,5	27,3	17,3	20,3
Smøla	604	3589	3160	2017	27,3	21,3	16,8	18,8
Sandøy	200	897	434	176	25,0	21,0	19,0	19,1
Runde	1227	3565	2324	985	17,3	17,9	13,4	15,7
Sverslingsosen-Skorpa	1136	2642	1832	1072	13,2	17,2	12,2	11,5
Ytre Sula	3355	4041	<b>5411</b>	4537	10,1	13,3	<b>7,1</b>	7,5
Onøy Øygarden	520	426	1247	616	15,9	29,8	13,4	16,3
Austevoll	1157	871	1242	1042	12,8	16,2	14,6	12,2

### 3.3.4 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.

Influensområdet (>5 % sannsynlighet) for THC-konsentrasjoner over 58 ppb er størst gitt en utblåsning av olje på Kraflafeltet, og strekker seg rundt 75 km under boring, produksjon i høyaktivitetsår og produksjon i normalår (Figur 3-8, Figur 3-9). Høyest sannsynlighet for å overstige 58 ppb (50-70 %) er begrenset til et fåtall ruter rundt utblåsningslokasjonen. Ved en utblåsning av kondensat er influensområdet mindre for alle tre aktiviteter, men gir fortsatt 50-70 % sannsynlighet for overstigning av effektgrensen i et par ruter rundt utblåsningslokasjonen. Konsentrasjonsgrensen på 58 ppb benyttes ettersom dette regnes som nedre effektgrense for skade på fiskeegg og –larver (Nilsen *et al.*, 2006). For lekkasjescenariet er det >10% sannsynlighet for THC konsentrasjon over 58 ppb kun rett ved utblåsningslokasjonen (Figur 3-10).

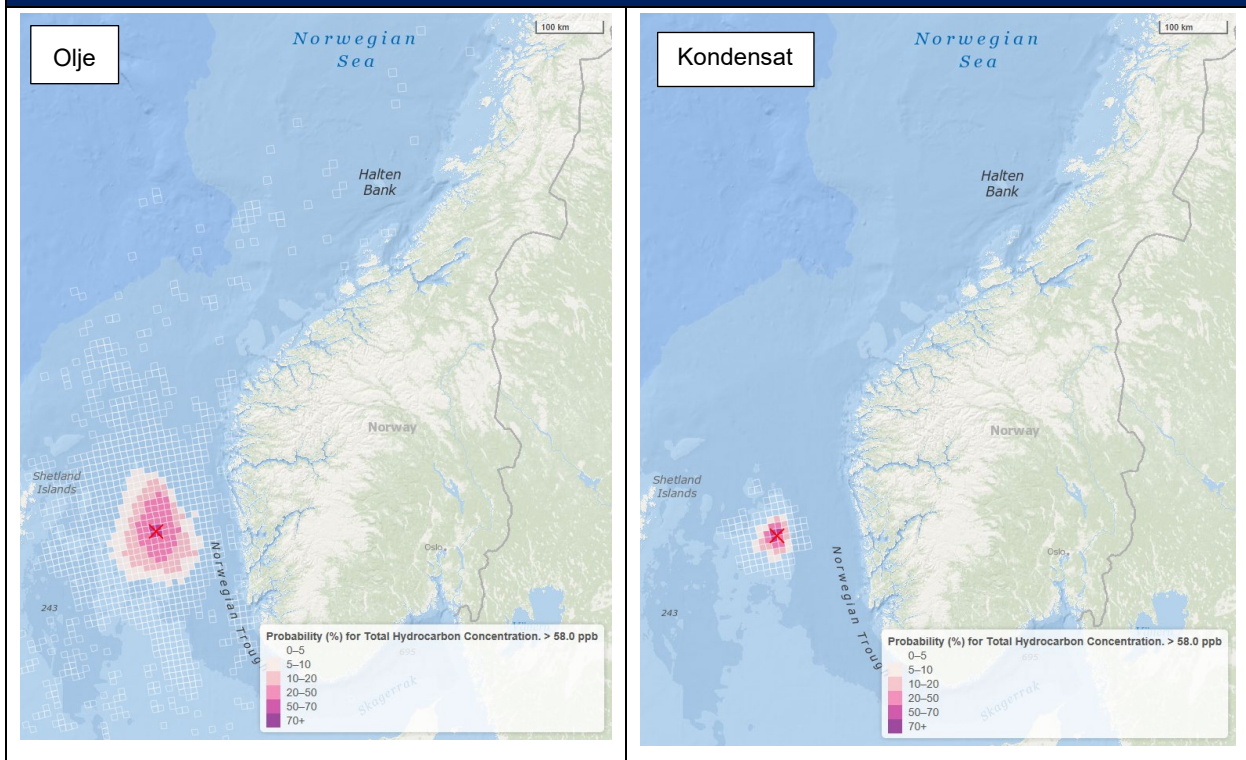
## Høyaktivitetsår



**Figur 3-8** Sannsynlighet for THC >58 ppb (LC5-verdi) i 10×10 km ruter gitt utblåsning av både olje og kondensat ved boring (øverst) og produksjon (nederst) i et høyaktivitetsår.

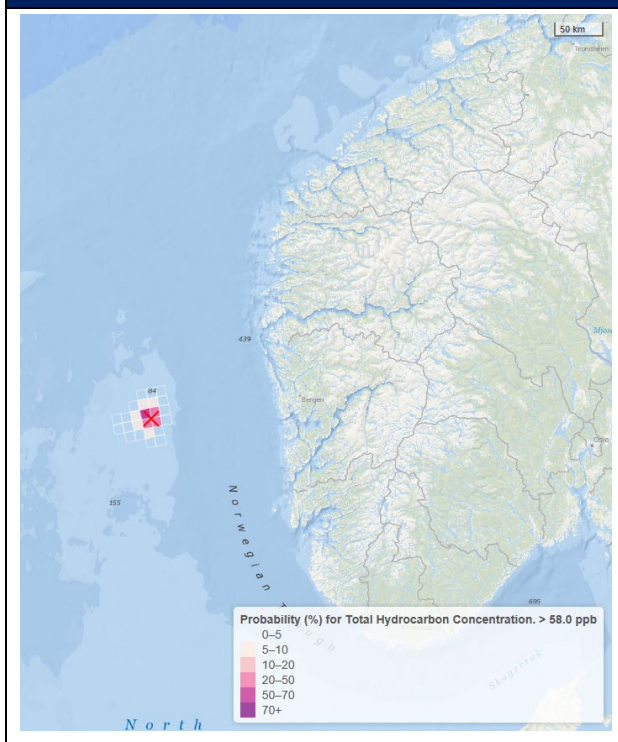


## Normalt produksjonsår



**Figur 3-9** Sannsynlighet for THC >58 ppb (LC5-verdi) i 10×10 km ruter gitt utblåsning av både olje og kondensat ved produksjon i et normalt år.

## Lekkasje



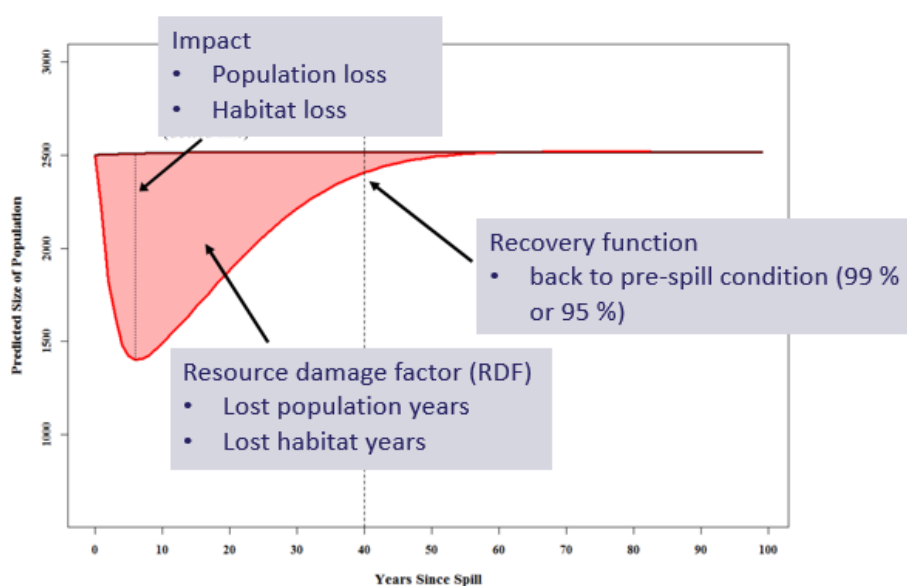
**Figur 3-10** Sannsynlighet for THC >58 ppb (LC5-verdi) i 10×10 km ruter ved lekkasje fra Krafla SPS.

## 4 METODIKK FOR MILJØRETTET RISIKOANALYSE

Analysen utføres i henhold til Norsk olje og gass veiledning for ERA Acute miljørisikoanalyse tilnærming (NOROG, 2020). For Kraflafeltet er det valgt å gjennomføre en skadebasert analyse for de antatt mest sårbare miljøressursene. Et sammendrag av metodikken i miljørisikoanalysen er beskrevet nedenfor med søkelys på VØK bestander, mens det henvises til veiledningen for mer utfyllende informasjon.

Kategorisering av resultater i pre-definerte miljøskadekategorier er vanlig praksis i miljørisikoanalyser for petroleumsvirksomhet.

I ERA Acute er det anbefalt at ressurskedefaktoren (Resource Damage Factor - RDF) benyttes som mål for miljøskade i forbindelse med beregning og vurdering av miljørisiko og risikonivåer og bedømme om selskapets akseptkriterier for skade på ytre miljø er oppfylt. Kategorier av miljøskade benyttes også til å presentere miljørisiko vha. risikomatriser.



**Figur 4-1** Illustrasjon av ressurskedefaktoren (RDF) som det røde arealet basert på påvirkning i form av bestand- eller habitattap (y-akse) og tilhørende restitusjonstid (x-akse). Figur bearbeidet etter <https://www.gulfspillrestoration.noaa.gov/restoration-planning/gulf-plan>

Kategorisering av RDF og de andre endepunktene er en viktig del av arbeidet med presentasjon av resultater og kommunisering av miljørisiko. Tabell 4-1, Tabell 4-2 og Tabell 4-3 viser anbefalte skadekategorier for endepunktene «påvirkning», «restitusjonstid og miljøskade i ERA Acute. Skadekategoriene basert på RDF benyttes som endepunkt i analysen og er samkjørt med konsekvenskategoriene i Equinor sin risikomatrix (se kapittel 1.3).

**Tabell 4-1** Anbefalte kategorier for påvirkning for illustrasjon av ERA Acute resultater.

VEC	Enhet	Påvirkningskategorier (impact)						
		Kat. 1	Kat. 2	Kat. 3	Kat. 4	Kat. 5	Kat. 6	Kat. 7
Sjøfugl, sjøpattedyr	% bestandstap	0-1	1-5	5-10	10-20	20-30	30-50	50-100
Fiske-egg/larver	% larvetap	0-1	1-5	5-10	10-20	20-30	30-50	50-100
Strandhabitat, Invertebrater (ESI 1-10)	km	0-1	1-50	50-250	250-500	500-1000	1000-2000	>2000
Strandhabitat, Flora (ESI 8-10)	km	0-1	1-30	30-150	150-300	300-600	600-1200	>1200

**Tabell 4-2** Anbefalte kategorier for restitusjonstid for illustrasjon av ERA Acute resultater.

VEC	Enhet	Skadekategorier (recovery)						
		Kat. 1	Kat. 2	Kat. 3	Kat. 4	Kat. 5	Kat. 6	Kat. 7
Sjøfugl, sjøpattedyr og fisk	År	0-1	1-5	5-10	10-20	20-30	30-50	40-200
Strandhabitat, Invertebrater og flora	År	0-1	1-3	3-5	5-7	7-9	9-11	11-13

**Tabell 4-3** Anbefalte kategorier for miljøskade basert på RDF for klassifisering av skade i ERA Acute. Samme skadekategorier brukt i risikomatriksen til Equinor.

VØK	Enhet	Skadekategorier (RDF)						
		Ubetydelig	Liten	Moderat	Alvorlig	Svært alvorlig	Stor	Katastrofal
Sjøfugl, sjøpattedyr	Tapte bestands-år	0-10	10-50	50-100	100-200	200-400	400-800	>800
Fiske-egg/larver	Tapte bestands-år	0-10	10-50	50-100	100-200	200-400	400-800	>800
Strandhabitat, Invertebrater (ESI 1-10)	Kilometer-år	0-10	10-350	350-2000	2000-4000	4000-8000	8000-16000	>16000
Strandhabitat, Flora (ESI 8-10)	Kilometer-år	0-5	5-150	150-750	750-1500	1500-3000	3000-6000	>6000

## 4.1 Usikkerhet i miljørisikoanalyser

I henhold til Ptils 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. Det innebærer også å gjøre enkelte konservative valg for å håndtere de verdiene en ikke har tilstrekkelig kunnskap om, og på den måten ivareta usikkerheten ved en føre-var holdning. Når en leser miljørisikoanalyser får man gjerne inntrykk av at miljørisiko er en eksakt kvantitativ størrelse som uten forbehold kan avgjøre om planlagt aktivitet er akseptabel eller uakseptabel i forhold til mulig miljøpåvirkning. Det er lett å glemme at bak tallene ligger en rekke parametere som rommer større eller mindre grad av usikkerhet, eksempelvis:

- a) Metodikk
- b) Miljøressurser
- c) Oljetype
- d) Frekvenser og sannsynligheter

## 5 MILJØRESSURSER

Kraflafeltet er lokalisert i Nordsjøen. En mulig utblåsning fra brønnen spres rundt utslippspunktet, og trekkes nordover med kyststrømmen. Det er valgt å sette søkelys på naturressurser i havområde Nordsjøen i foreliggende analyse. En kort beskrivelse av miljøressurser inkludert i analysen 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 Kraflafeltet. 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 mulig 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 til stede 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 5.1 og er nærmere beskrevet nedenfor.

#### 5.2.1 Sjøfugl

Tabell 5-1 viser utvalgte sjøfuglarter på åpent hav og kystnært inkludert i miljørisikoanalysen for Kraflafeltet. Datasettene for pelagiske sjøfugl er fra SEATRACK (Fauchald m.fl., 2019) og for kystnære sjøfugl fra SEAPOP (2017 med oppdatering av høyarktiske arter 2018). Datasettet for kystnære sjøfugl fra SEAPOP inneholder nasjonale data (No), mens SETRACK dataene er regionale bestander (Nordsjøen (Ns), Norskehavet (Nh), Barentshavet (Bh)).

Havert og steinkobbe har høyest sårbarhet under kaste- og hårfellingsperioden da de samler seg i kolonier i kystnære områder. Influensområdet til Kraflafeltet strekker seg i nordlig retning, og inn mot kystområdene, så det er derfor valgt å



inkludere risikoberegninger for havert og steinkobbe i videre screening. En oversikt over datasett og inngangsparameterne som er benyttet er gitt i Tabell 5-1.

En screening av datasettene i forhold til overlapp med influensområdene fra oljedriften har begrenset VØK utvalget til de artene som er uthevet i tabellen. Sjøpattedyr og våtmarkstilknyttede sjøfuglarter er derfor ikke inkludert videre i risikoanalysen, da de vil bli mindre påvirket enn de utvalgte sjøfuglartene.

Tabell 5-1 VØK datasett i miljørisikoanalysen for Kraflafeltet, hvor utvalgte VØKer er uthevet (Fauchald m. fl., 2019; SEAPOP, 2017; NOROG, 2020).  $P_{phy}$  er sannsynlighet for død gitt eksponering over effektgrense og  $p_{beh}$  er sannsynlighet for eksponering. Gjenvekstrate angir forventet bestandsøkning i etterkant av hendelse, gitt definerte  $P_{phy}$  og  $P_{beh}$  forhold. Rødlistekategorier fra Artsdatabanken ([www.artsdatabanken.no](http://www.artsdatabanken.no)).

Artsgruppe	Art	Nasjonal rødliste	$P_{phy}$	$P_{beh}$	Gjenvekstrate
Pelagisk dykkende	Alkekonge (BH)	LC	90 %	88 %	110 %
	Alke (NO)	VU/EN <sup>1)</sup>	90 %	88 %	110 %
	<b>Lunde (NS)</b>	<b>VU</b>	<b>90 %</b>	<b>88 %</b>	<b>110 %</b>
	<b>Lunde (NH)</b>	<b>VU</b>	<b>90 %</b>	<b>88 %</b>	<b>110 %</b>
	Lunde (BH)	VU	90 %	88 %	110 %
	<b>Lomvi (NH)</b>	<b>CR</b>	<b>90 %</b>	<b>88 %</b>	<b>110 %</b>
	Lomvi (BH)	CR	90 %	88 %	110 %
	Polarlomvi (BH)	EN	90 %	88 %	110 %
Pelagisk overflatebeitende	<b>Krykkje (NS)</b>	<b>EN</b>	<b>90 %</b>	<b>51 %</b>	<b>110 %</b>
	<b>Krykkje (NH)</b>	<b>EN</b>	<b>90 %</b>	<b>51 %</b>	<b>110 %</b>
	Krykkje (BH)	EN	90 %	51 %	110 %
	<b>Havhest (NS)</b>	<b>EN</b>	<b>90 %</b>	<b>51 %</b>	<b>105 %</b>
	<b>Havhest (NH)</b>	<b>EN</b>	<b>90 %</b>	<b>51 %</b>	<b>105 %</b>
	Havhest (BH)	EN/LC <sup>1)</sup>	90 %	51 %	105 %
	<b>Havsule (NO)</b>	<b>LC</b>	<b>90 %</b>	<b>51 %</b>	<b>115 %</b>
	Tyvjo (NO)	NT	90 %	51 %	105 %
	Ismåke (NO)	VU	90 %	51 %	115 %
	Sabinemåke (NO)	VU	90 %	51 %	115 %
	<b>Storjo (NO)</b>	<b>LC</b>	<b>90 %</b>	<b>51 %</b>	<b>105 %</b>
Kystbundne dykkende	<b>Svartand (NO)</b>	<b>NT</b>	<b>90 %</b>	<b>76 %</b>	<b>120 %</b>
	Storlom (NO)	LC	90 %	76 %	120 %
	<b>Ærfugl (NO)</b>	<b>NT</b>	<b>90 %</b>	<b>76 %</b>	<b>120 %</b>
	Islom (NO)	NA	90 %	76 %	120 %
	Laksand (NO)	LC	90 %	76 %	120 %
	<b>Toppskarv (NO)</b>	<b>LC</b>	<b>90 %</b>	<b>76 %</b>	<b>120 %</b>
	Storskarv (NO)	LC	90 %	76 %	120 %
	Praktærfugl (NO)	NT <sup>1)</sup>	90 %	76 %	120 %
	Siland (NO)	LC	90 %	76 %	120 %
	Smålom (NO)	LC	90 %	76 %	120 %
	Stellerand (NO)	VU	90 %	76 %	120 %
	Sjørørre (NO)	LC	90 %	76 %	120 %
	Gulnebbblom (NO)	NT	90 %	76 %	120 %

Artsgruppe	Art	Nasjonal rødliste	P_phy	P_beh	Gjenvekstrate
	Havelle (NO)	NT	90 %	76 %	120 %
	Teist (NO)	VU	90 %	76 %	110 %
Kystbundne overflatebeitende	Rødnebbterne (NO)	LC	90 %	36 %	115 %
	Svartbak (NO)	LC	90 %	36 %	115 %
	Fiskemåke (NO)	NT	90 %	36 %	115 %
	<b>Makrellterne (NO)</b>	EN	90 %	36 %	115 %
	Polarmåke (NO)	NT <sup>1)</sup>	90 %	36 %	115 %
	Gråmåke (NO)	LC	90 %	36 %	115 %
	Sildemåke (NO)	LC	90 %	36 %	115 %
Våtmarkstilknnyttede	Hvitkinggås (NO)		90 %	54 %	120 %
	Ringgås (NO)	NT <sup>1)</sup>	90 %	54 %	120 %
	Brunnakke (NO)	LC	90 %	54 %	120 %
	Dverggås (NO)	CR	90 %	54 %	120 %
	Stokkand (NO)	LC	90 %	54 %	120 %
	Grågås (NO)	<b>LC</b>	<b>90 %</b>	<b>54 %</b>	<b>120 %</b>
	Kortnebbgås (NO)		90 %	54 %	120 %
Marine pattedyr	Havert (No)		10 %	95 %	113 %
	Havert (Mi)		<b>10 %</b>	<b>95 %</b>	<b>113 %</b>
	Havert (So)		10 %	95 %	113 %
	Steinkobbe (No)		10 %	95 %	113 %
	Steinkobbe (Mi)		10 %	95 %	113 %
	Steinkobbe (So)		10 %	95 %	113 %

NO = Norsk bestand, NS = Nordsjøen, NH = Norskehavet, BH = Barentshavet, SO = Sør-Norge, MI = Midt-Norge, NO = Nord-Norge

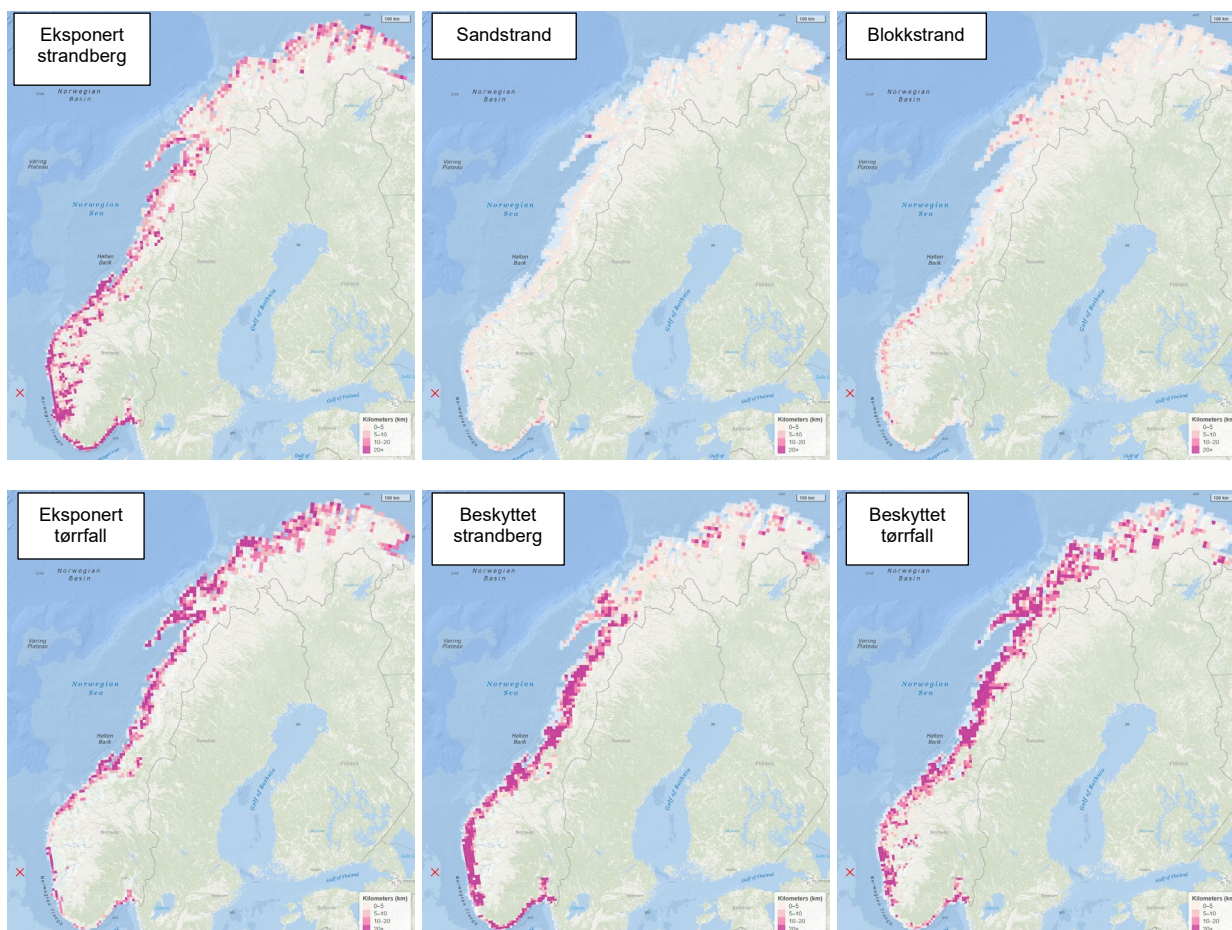
## 5.2.2 Strand

I tråd med ERA Acute metodikk er det foretatt analyser på strandtyper/habitater klassifisert med Environmental Sensitivity Index (ESI). Indeksen rangerer strandlinjen i forhold til deres sensitivitet for oljeeksponering og er delt inn i 10 hovedklasser (Tabell 5-2). De lavest rangerte klassene representerer områder som er minst sårbare for oljeeksponering og ESI ivaretar forhold som: relativ eksponering for bølger og tidevann, biologisk produktivitet og sensitivitet, substrat (kornstørrelse, permeabilitet, mobilitet), helningsgrad samt mulighet for beredskapstiltak og restitusjonstid.

**Tabell 5-2** Oversikt over ESI strandtyper.

ESI Rank	Description of ESI shoreline types (estuarine)
ESI 1	Exposed, rocky shores and cliffs with boulder talus base, man-made structures
ESI 2	Exposed wave-cut platforms in bedrock, mud, or clays and scarps and steep slopes in clay
ESI 3	Fine to medium-grained sand beaches, scarps and steep slopes in sand and tundra cliffs
ESI 4	Coarse-grained sand beaches
ESI 5	Mixed sand and gravel beaches
ESI 6	Gravel beaches and riprap
ESI 7	Exposed tidal flats
ESI 8	Sheltered, scarps in bedrock, mud, clay, rocky shores, solid man-made structures, riprap, rocky rubble shores, peat shorelines
ESI 9	Sheltered tidal flats, vegetated low banks, hypersaline tidal flats
ESI 10ABE	Salt- and brackish-water marshes, freshwater marshes and inundated low-lying tundra
ESI 10CD	Swamps and scrub-shrub wetlands

Datsett for Norskekysten er utarbeidet spesifikt for ERA Acute analyser i ERA Acute JIP og dokumentert i Akvaplan-Niva og DNV GL (2019). Datsettet omfatter ESI type 1 (eksponert strandberg), 4 (sandstrand), 6 (blokkstrand), 7 (eksponert tørrfall), 8 (beskyttet strandberg) og 9 (beskyttet tørrfall, leirstrand) (Figur 5-1).



**Figur 5-1** Forekomst av antall km kyst (i 10x10 km ruter) av ESI1 - strandberg (øverst venstre), ESI4 - sandstrand (øverst midt), ESI6 – blokkstrand (øverst høyre), ESI7 – eksponert tørrfall (nederst venstre), ESI8 – beskyttet strandberg (nederst midten) og ESI9 – beskyttet tørrfall, leirstrand (nederst høyre).

### 5.2.3 Fisk

Det er foretatt kvantitative analyser på tobis på Vikingbanken. NOROG's Beste Praksis-gruppe (Akvaplan-niva, DNV og IKM Acona) har laget et tobisdatsett som benyttes i standard miljørisiko-analyser på norsk sokkel. I datsettet er det antatt at alle larvene forekommer innenfor analyserutene som berører SVO-Vikingbanken. Forekomst i hver analyse-rute er jevnt fordelt over alle rutene, dvs. andel larver i hver 10x10 km rute er ca. 7,7%. Totalt dekker datsettet et areal på 1 300 km<sup>2</sup>. For videre vurdering av konsekvenser for tobisbestanden er populasjonsmodellen for fisk i ERA Acute benyttet. Modellen er i samarbeid med IKM Acona spesifikt tilpasset tobis med parametere som angitt i **Tabell 5-3**. I dette studiet er det benyttet en Critical oil mortality på 1% dvs. en død larve tilsvarer en død rekrutt, som må anses som svært konservativt.

**Tabell 5-3** Oversikt over parameterverdier for tobis i ERA Acute populasjonsmodell (etter IKM Acona, 2022)

Parameter	Beskrivelse	Verdi*
CritOilMor	Valg av modell, «standard» eller «gate» modellen	1%
NatMort Immatures	Naturlig dødelighet til larver og yngel	0,7
NatMort Adults	Naturlig dødelighet til voksen	0,4
AGE_RECRUIT	Alder ved rekrutering	1
AGE_FIRST_SPAWN	Alder ved 1. gyting	2
AGE_MAX	Levealder	10
CritDens	Kritisk bestandsgrense	5%
M Small Abund	Naturlig dødelighet til voksen hvis bestanden er under kritisk grense	0,3
tm Small Abund	Alder ved 1. gyting hvis bestanden er under kritisk grense	1
ClimStart	Stokastisk eller deterministisk modellering av bestanden	0

\* Verdier for parametere der det hittil ikke har vært definert en Beste Praksis er valgt i samarbeid med IKM Acona i forbindelse med deres arbeid med samlet påvirkning av tobis ved Vikingbanken.

## 6 MILJØKONSEKVENSER OG MILJØRISIKO

Miljøskade er presentert for sjøfugl, for kyst og strandhabitater og for fisk (vannsøyle), for utslipp av både olje og kondensat. For sjøfugl beskrives først bestandstap med årlig oppsummering av sannsynlighet for ulike tapsandeler i gitte tapskategorier iht. Tabell 4-1. Videre er det presentert gjennomsnittlig og maksimalt bestandstap for de mest utsatte artene for hver måned. Avslutningsvis er det oppsummert sannsynlighet for ulike miljøskader i form av bestandstapsår (RDF – Resource Damage Factor) i definerte skadekategorier iht. Tabell 4-3.

For kyst og strand presenteres antall berørte kilometer for ulike ESI kategorier og oppsummert sannsynlighet for ulike miljøskader i form av bestandstapsår (RDF – Resource Damage Factor) i definerte skadekategorier iht. Tabell 4-3.

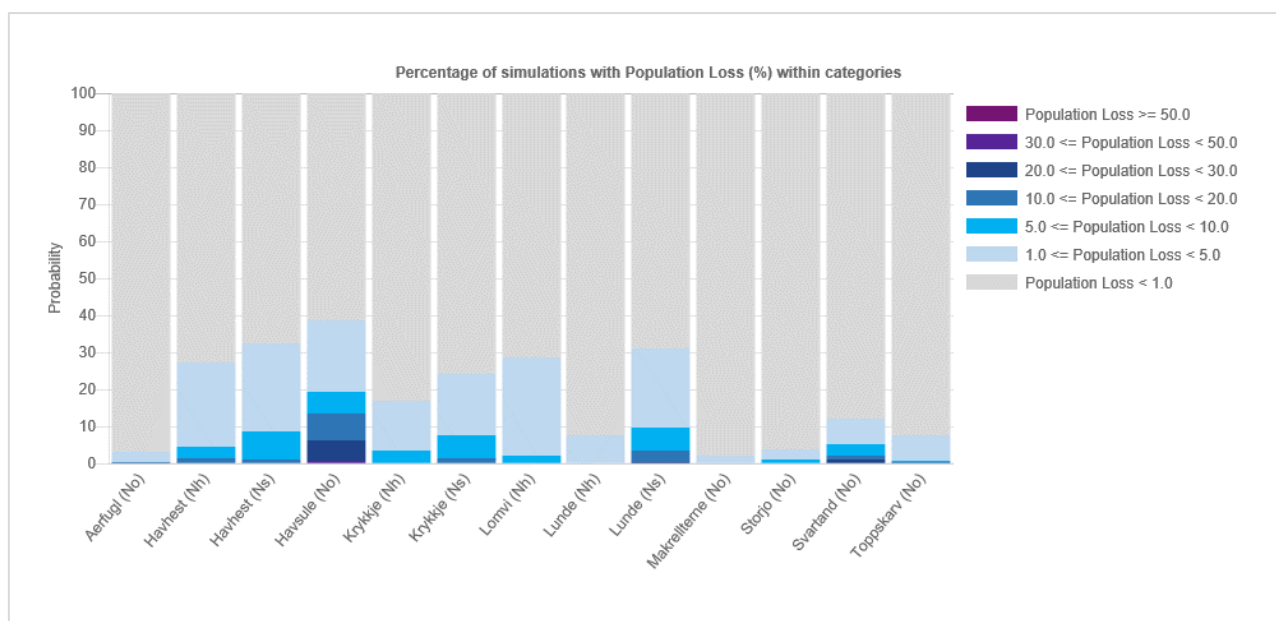
For fisk er det presentert gjennomsnitt og maksimale tapsandeler for de mest utsatte årene. For fisk er larvetapet beregnet videre til bestandstap ved hjelp av fiskepopulasjonsmodellen som er utviklet i ERA Acute. Bestandstapet er oppsummert i skadekategorier som for sjøfugl og sjøpattedyr i form av bestandstapsår (jfr. Tabell 4-3). Grunnet begrenset larvetap er ikke miljøskade presentert med figurer.

Miljørisiko er presentert på VØK-nivå, samlet for all aktivitet innenfor et gitt produksjonsår. Dette innebærer at det er totalt seks matriser, tre for høyaktivitetsåret og tre for det normale produksjonsåret. Nedre sannsynlighetsgrense i risikomatrisen er satt til  $10^{-6}$ , noe som innebærer at frekvenser lavere enn dette ikke er inkludert.

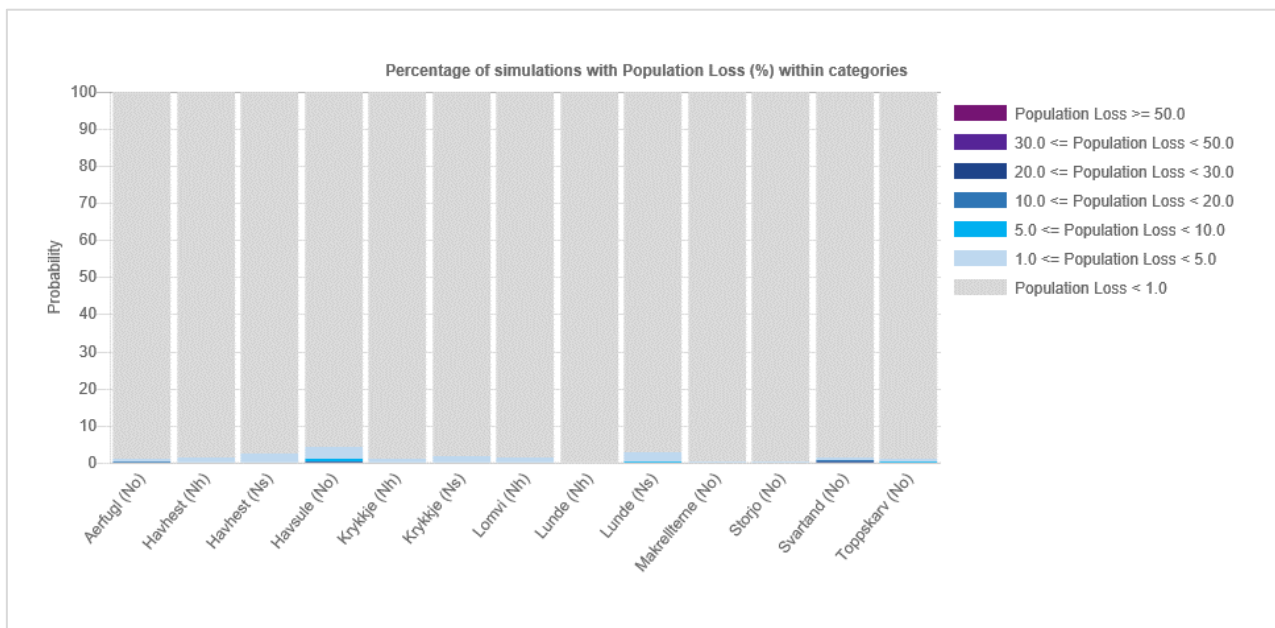
### 6.1 Konsekvenser for sjøfugl

#### 6.1.1 Boreaktivitet – Høyaktivitetsår

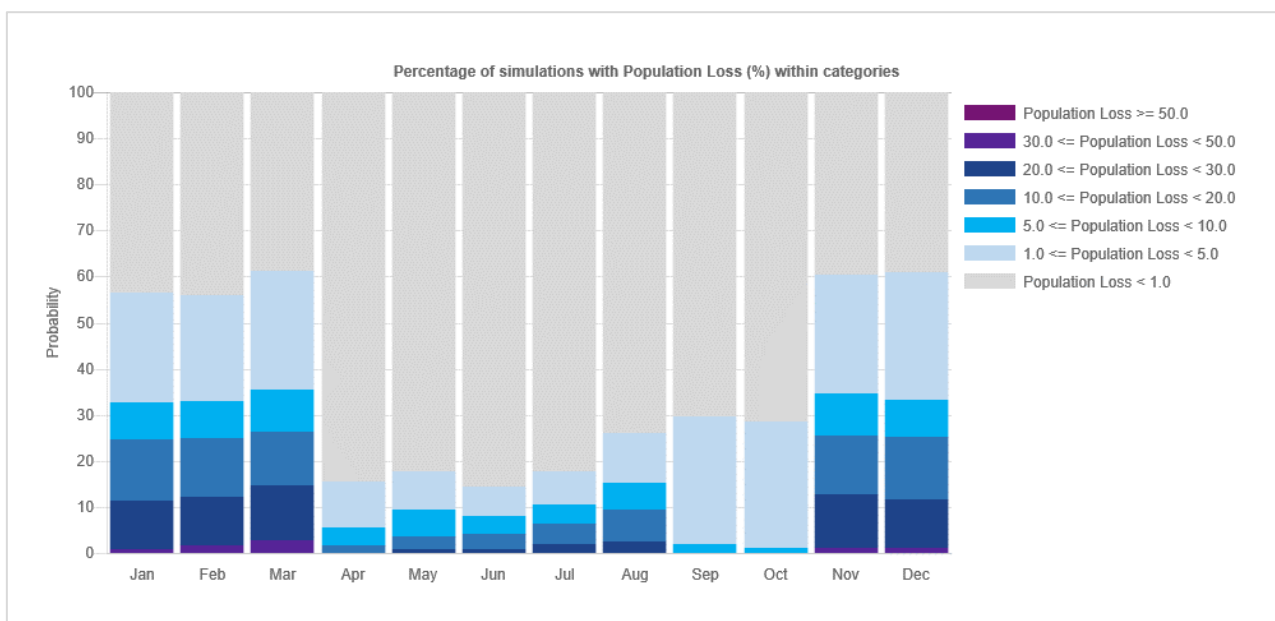
Beregnet sannsynlighet for ulike bestandstap på sjøfugl under boreaktivitet på Kraflafeltet er vist for utslipp av olje og kondensat (Figur 6-1). Det er generelt stor sannsynlighet for små bestandstap under 1 %, og utslipp av olje påvirker artene i større grad sammenlignet med kondensat. Ved oljeutslipp kan størst påvirkning forventes på havsule og lunde (hekkefugl Nordsjøen) på åpent hav, og sannsynlighet for ulike bestandstap for hver måned for disse to artene er presentert i Figur 6-2. For havsule er det beregnet størst bestandstap fra november til mars, mens tapsandelen for lunde er høyest i mai måned.



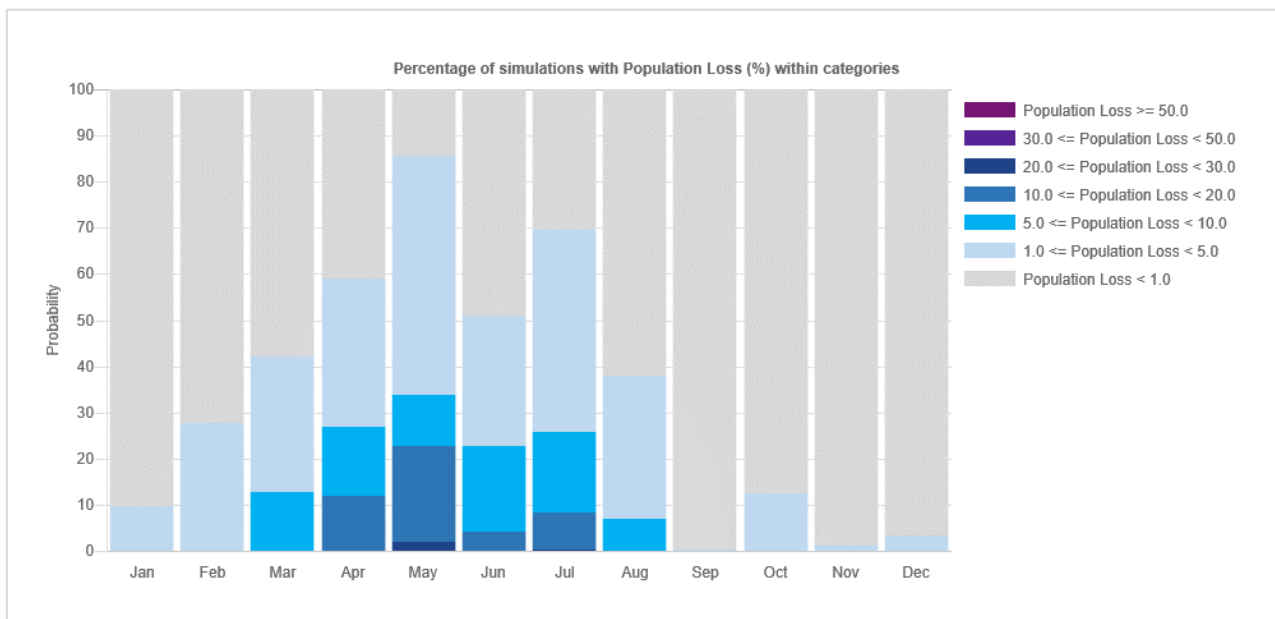




**Figur 6-1** Sannsynlighet for ulike bestandstap for sjøfugl som følge av utblåsning av **olje** (øverst) og **kondensat** (nederst) ved boring på Kraflafeltet.





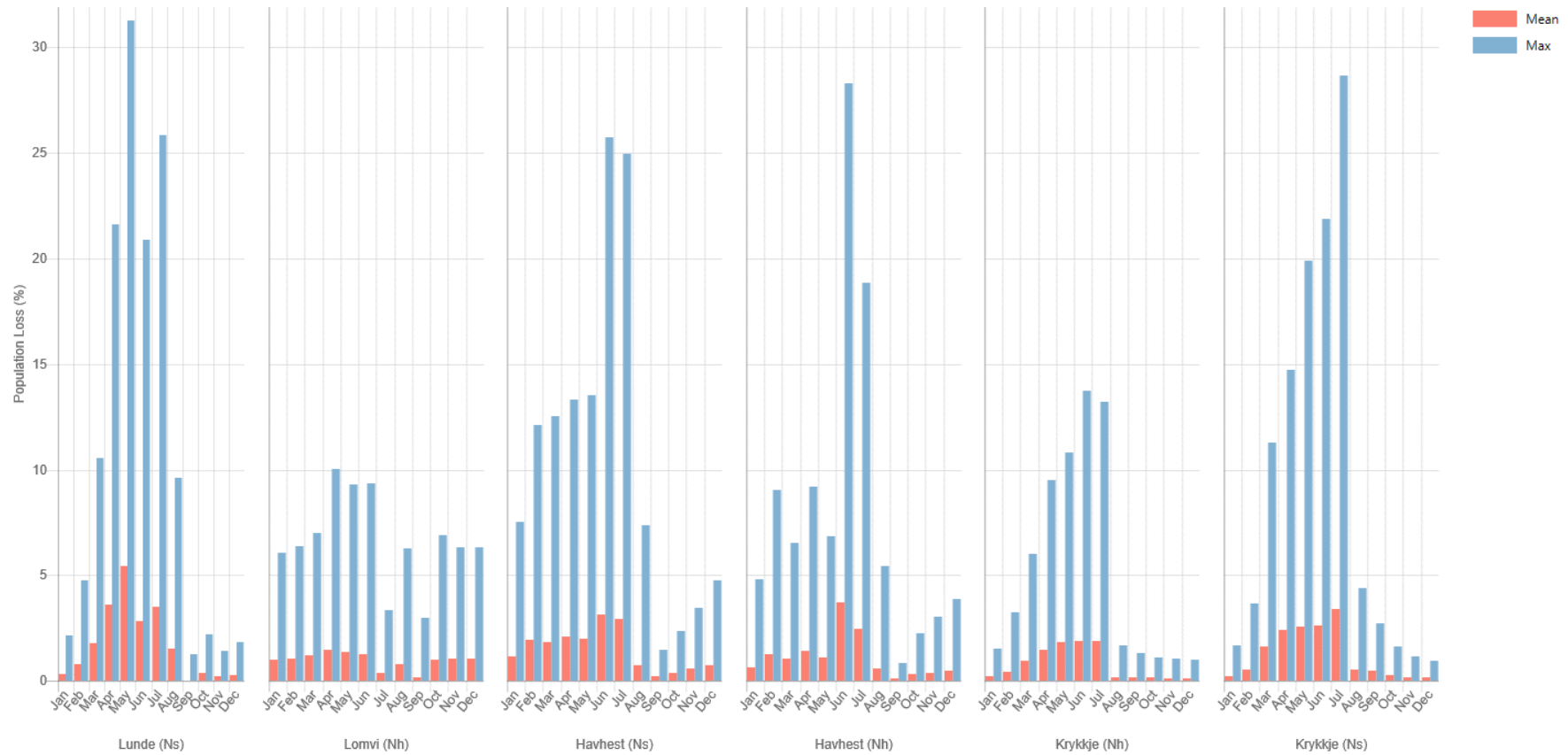


**Figur 6-2** Månedlig sannsynlighet for bestandstap for havsule (øverst) og lunde (nederst) som følge av utblåsning av olje ved boring på Kraflafeltet.

Månedlig gjennomsnittlig og maksimalt bestandstap for mest utsatte sjøfuglarter er vist for utblåsning av olje og kondensat (Figur 6-3) på Kraflafeltet. For olje er maksimale bestandstap (den simuleringen som viste størst tapsandel) på 41 % (havsule i månedene februar og mars), mens gjennomsnittlige beregnede bestandstap ligger under 7 % for alle arter i alle måneder. Av de kystnære artene er det svartand som slår høyest ut med maksimalt 31 % bestandstap fra desember til januar. For utblåsning av kondensat derimot er konsekvensbildet betydelig mindre. Maksimale bestandstap ligger på 23 % (havsule i månedene november og desember, og svartand fra oktober til januar), mens gjennomsnittlige beregnede bestandstap ligger under 0.7 % for alle arter i alle måneder.

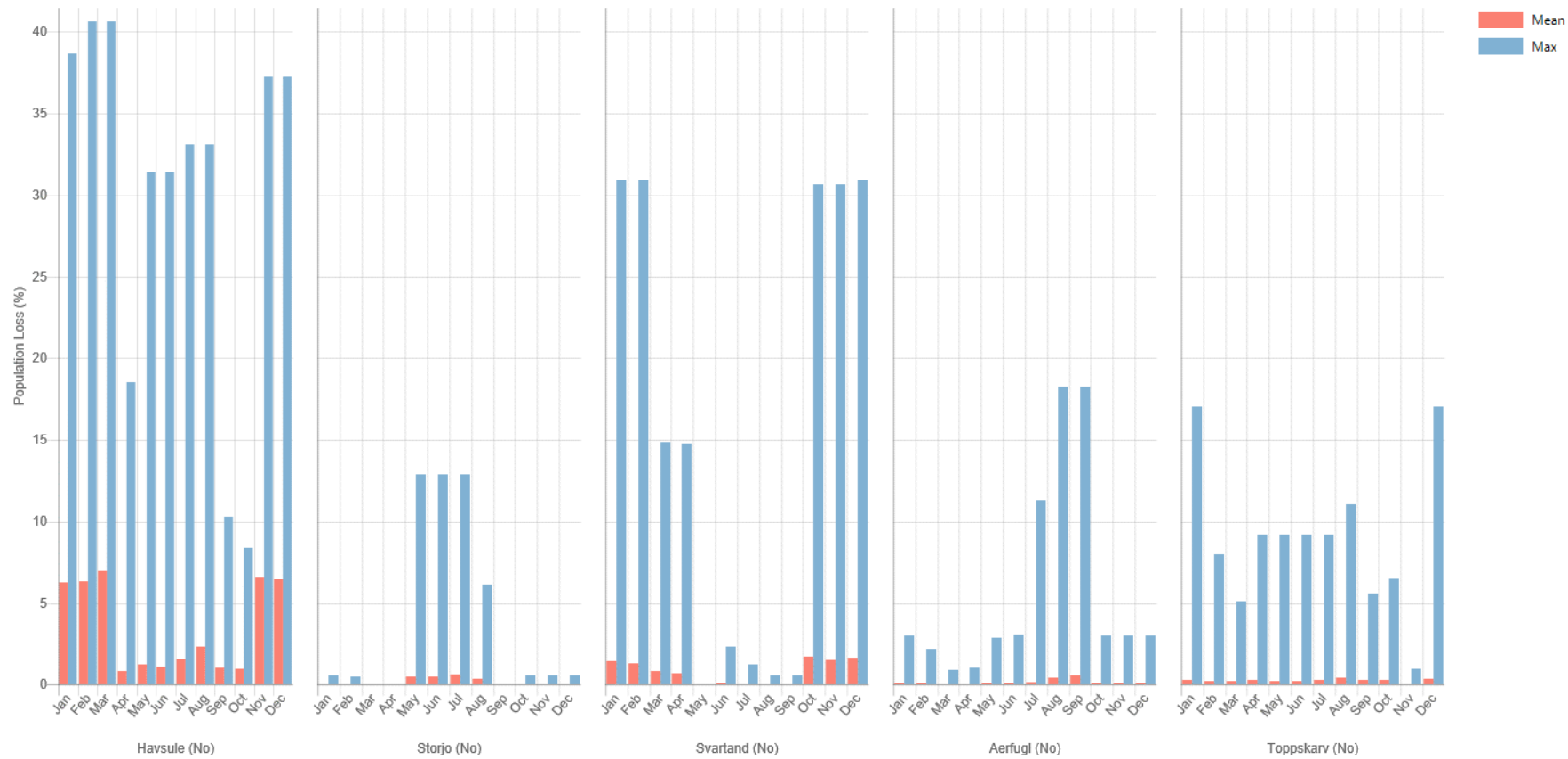
a)

Maximum and mean Population Loss (%) per month



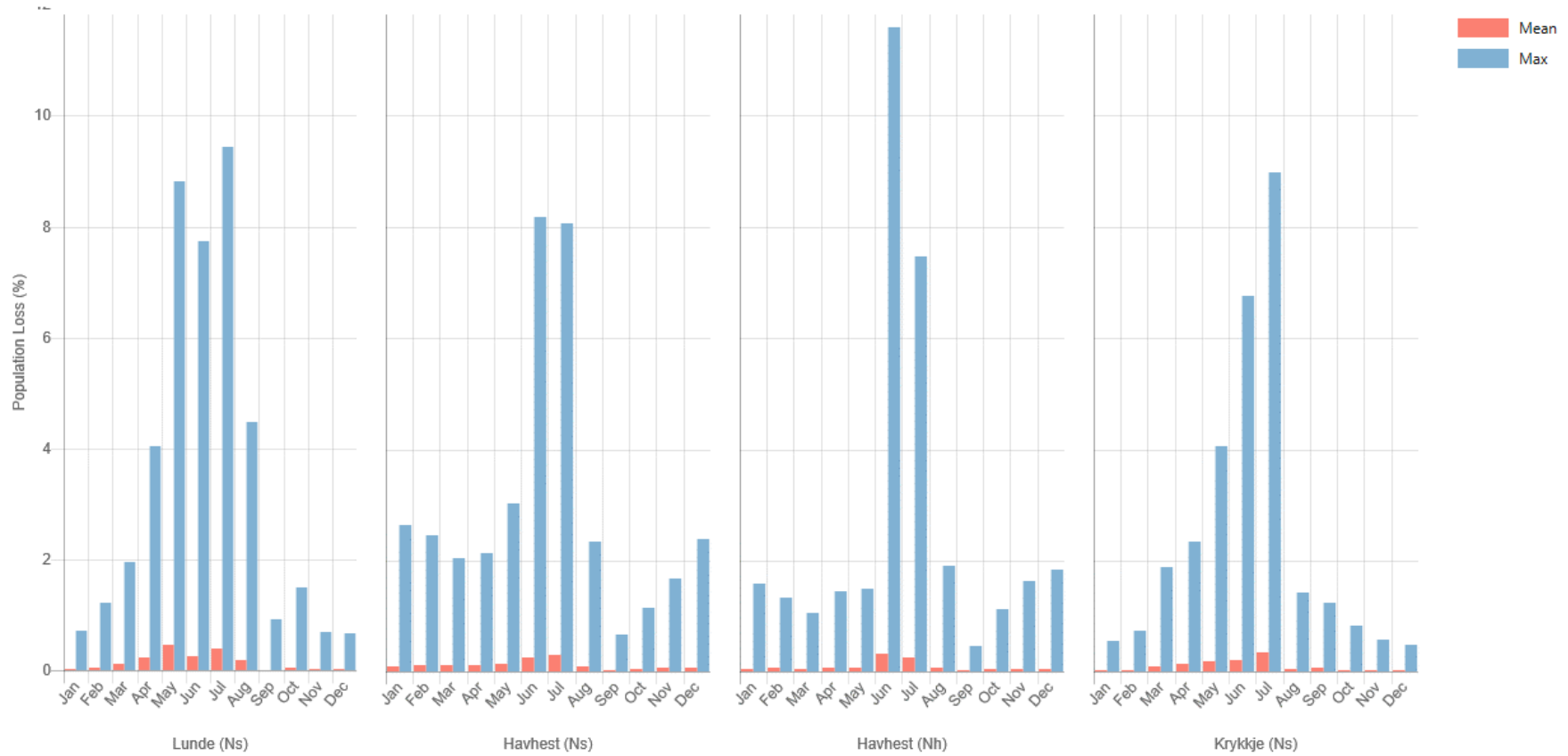
a)

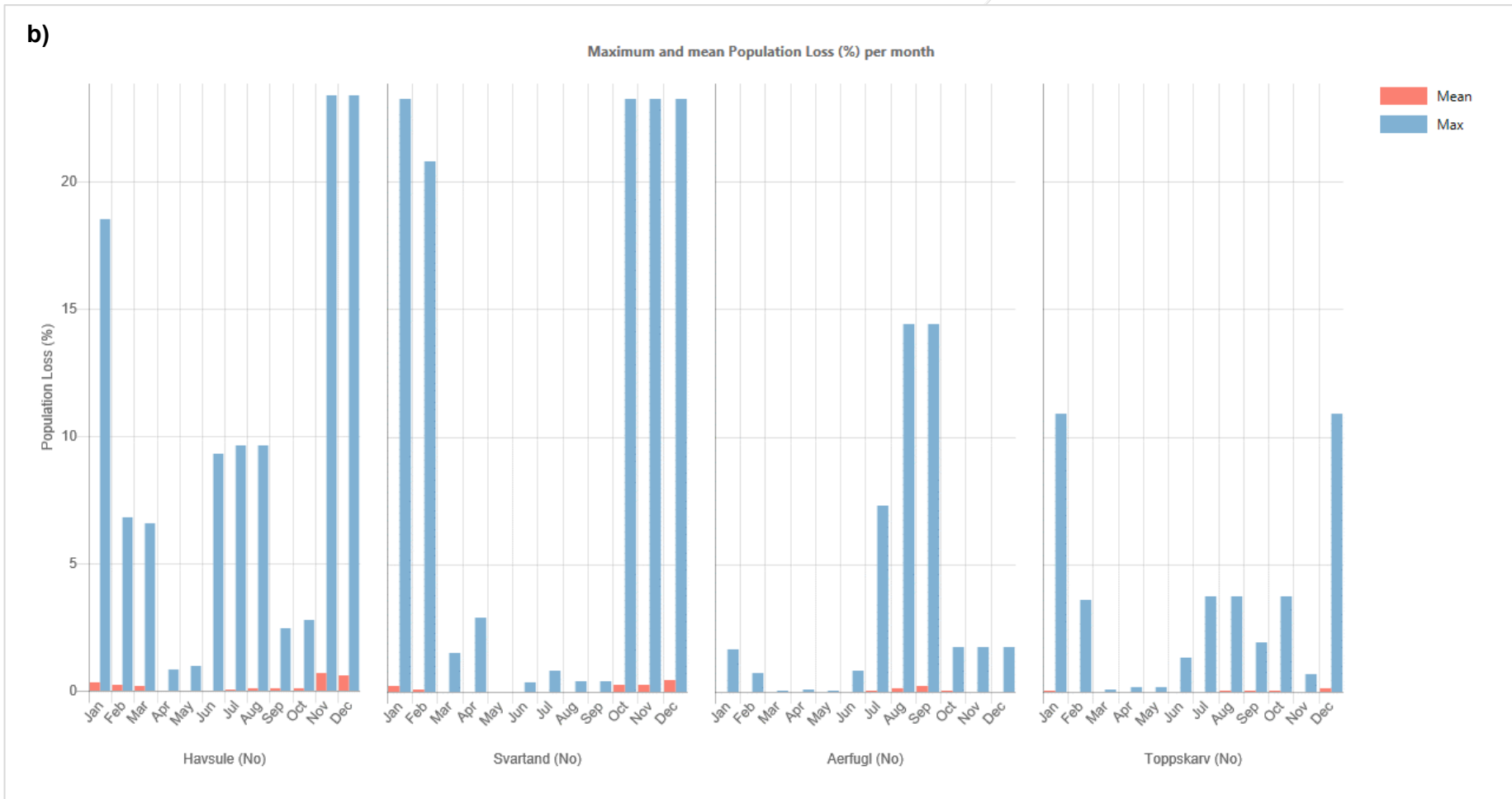
Maximum and mean Population Loss (%) per month



b)

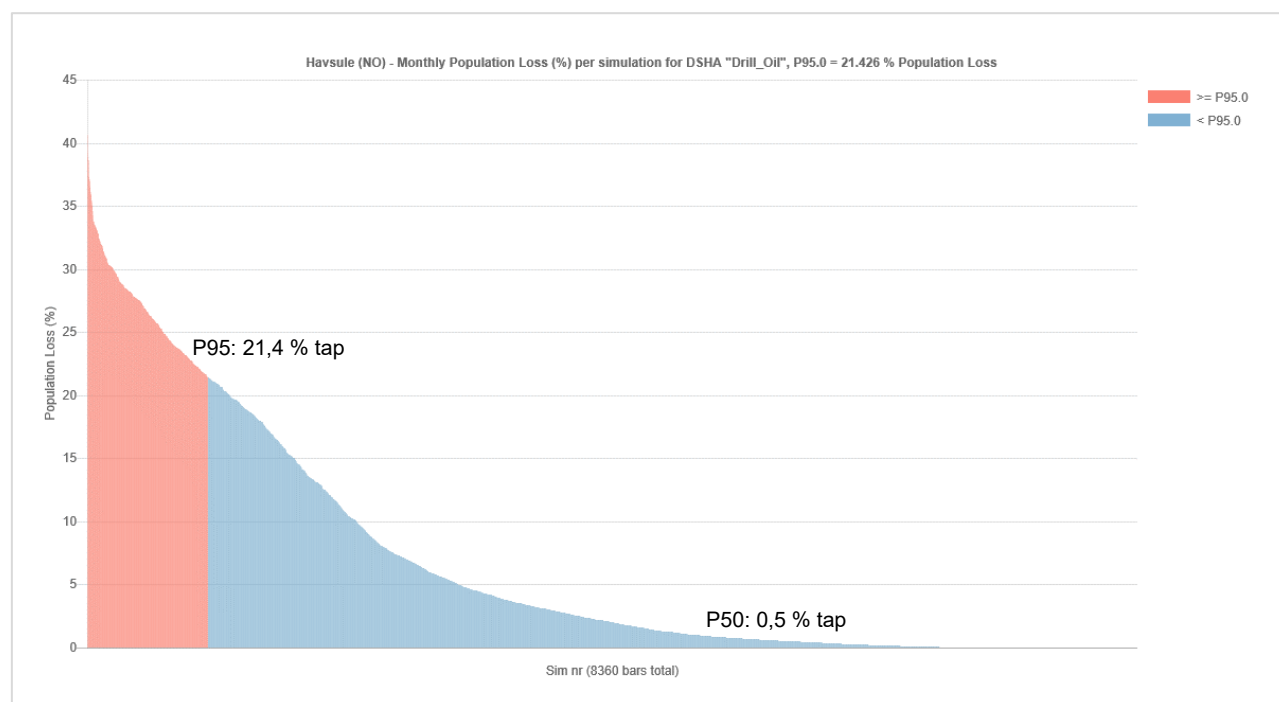
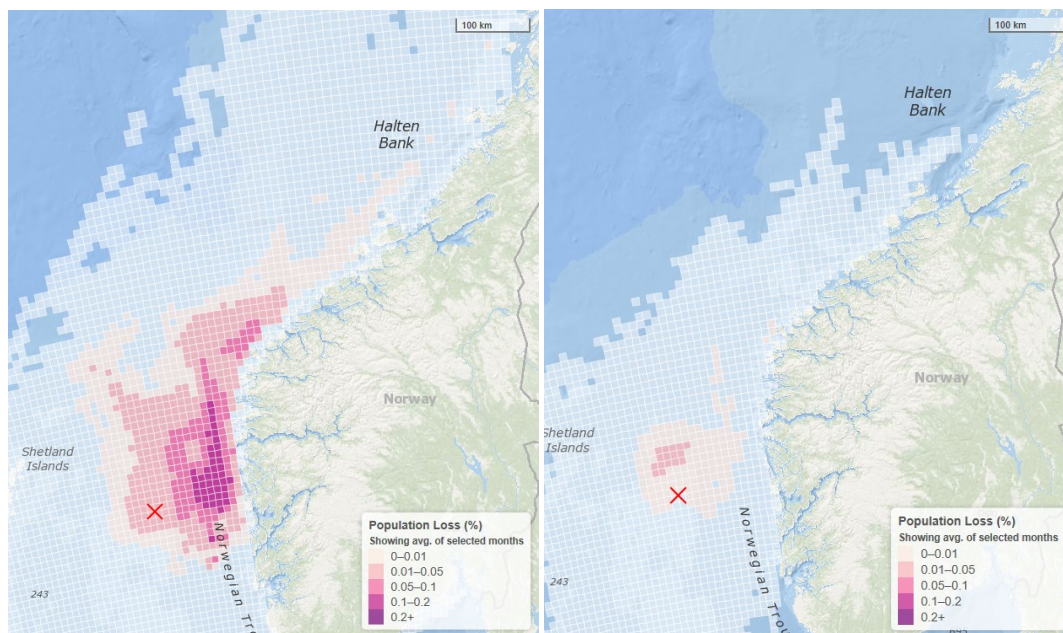
Maximum and mean Population Loss (%) per month





**Figur 6-3** Gjennomsnittlige (rød søyle) og maksimale (blå søyle) månedlige bestandstap for pelagisk og kystnær sjøfugl gitt en utblåsning av **olje** (a) og **kondensat** (b) ved boring på Kraflafeltet.

Figur 6-4 viser kart over hvor havsule kan bli påvirket ved utblåsning av olje. 95-persentil av høyeste påvirkning på 21,4 % bestandstap er vist sammen med forventet påvirkning (50-persentil) som er på 0,5 % bestandstap.



**Figur 6-4** Beregnet bestandstap for havsule som følge av utblåsning av olje ved boring på Kraflafeltet. 95-persentil og 50-persentil største bestandstap er avmerket i graf nederst og vist med påvirkningskart øverst (95-persentil til venstre og forventet utfall 50-persentil til høyre).

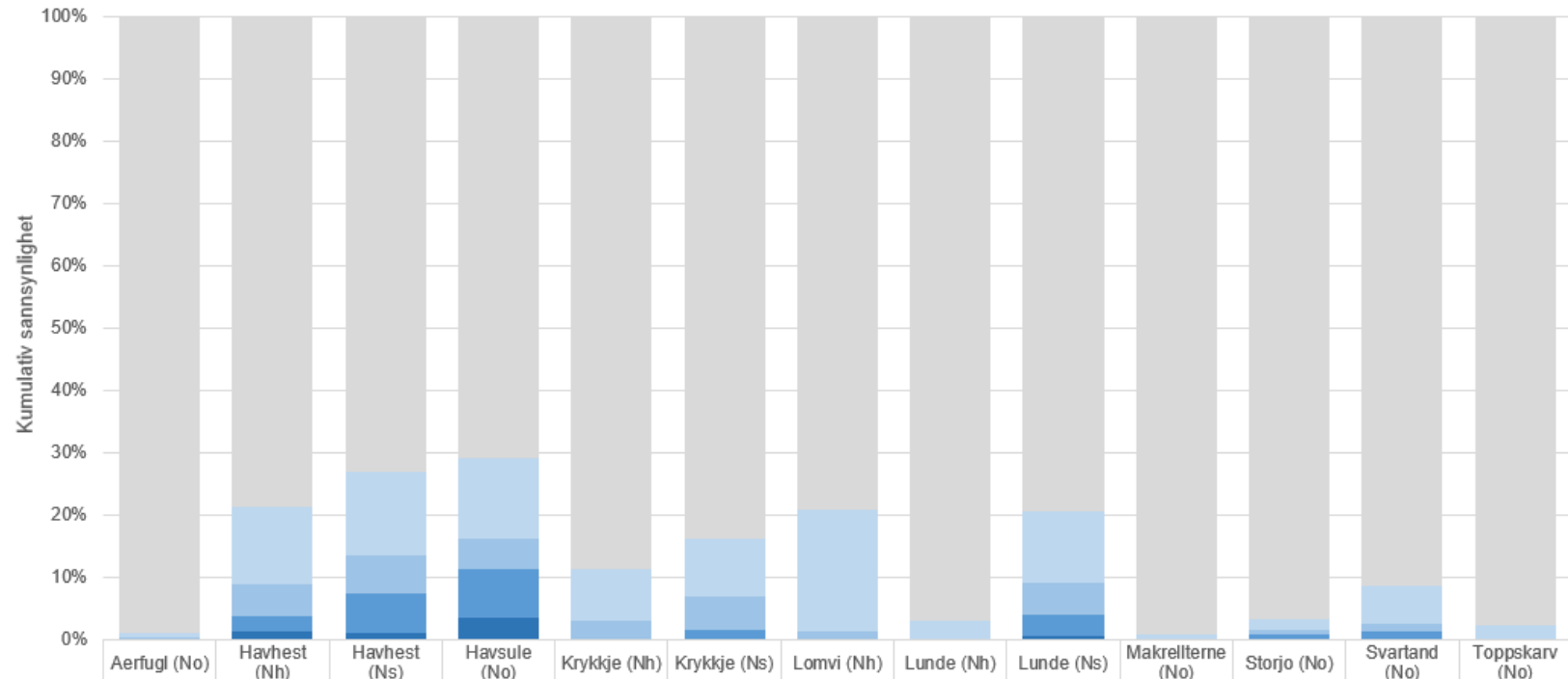
Beregnet miljøskade (basert på ressurskade faktoren RDF) er kategorisert i henhold til ERA Acute konsekvenskategorier Tabell 4-3. Sannsynlighet for ulike miljøskader etter utblåsning av olje er vist i Figur 6-5, og viser størst skadepotensiale for havhest (hekkebestand Nordsjøen) med 0,1 % sannsynlighet for stor konsekvens, 1,0 % sannsynlighet for svært alvorlig konsekvens, 6,3 % sannsynlighet for alvorlig konsekvens, 6,1 % sannsynlighet for moderat og 13,5 % for liten

---

konsekvens. Det betyr at de fleste simuleringene gir *ubetydelig* konsekvens (73,0 % sannsynlighet). Havsule er den arten med størst sannsynlighet for utslag over *ubetydelig* miljøskade med 13,1 % sannsynlighet for *liten konsekvens*, 4,8 % sannsynlighet for *moderat*, 7,9 % sannsynlighet for *alvorlig*, og 3,5 % sannsynlighet for *svært alvorlig* konsekvens. For andre sjøfuglarter er konsekvenspotensialet gitt en utblåsning av olje fra Krafla lavere enn for havhest og havsule.

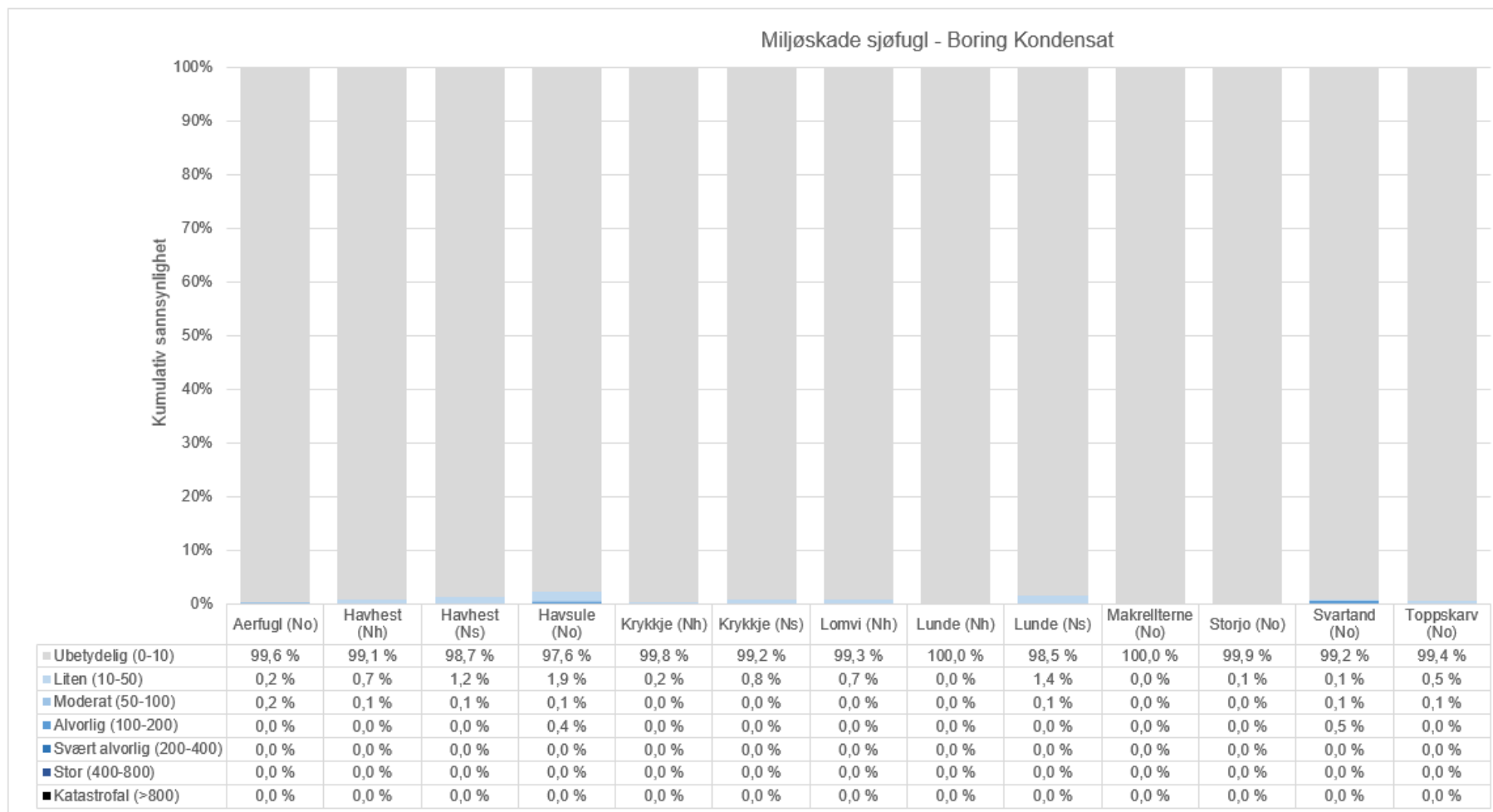
Sannsynlighet for ulike miljøskader er også analysert for utblåsning av kondensat (Figur 6-5), men viser minimalt med skadepotensiale for alle arter. Svartand er den mest utsatte arten med 0,5 % sannsynlighet for *alvorlig* konsekvens, 0,1 % sannsynlighet for *moderat konsekvens*, 0,1 % for *liten* konsekvens, og en *ubetydelig* konsekvens på 99,3 %. Ellers er havsule den arten med størst sannsynlighet for utslag over *ubetydelig* miljøskade med totalt 2,4 % lagt til andre skadekategorier.

### Miljøskade sjøfugl - Boring Olje



	Aerfugl (No)	Havhest (Nh)	Havhest (Ns)	Havsule (No)	Krykkje (Nh)	Krykkje (Ns)	Lomvi (Nh)	Lunde (Nh)	Lunde (Ns)	Makrellterne (No)	Storjo (No)	Svartand (No)	Toppskarv (No)
■ Ubetydelig (0-10)	99,0 %	78,7 %	73,0 %	70,9 %	88,8 %	83,9 %	79,1 %	97,0 %	79,5 %	99,2 %	96,8 %	91,5 %	97,7 %
■ Liten (10-50)	0,7 %	12,5 %	13,5 %	13,1 %	8,3 %	9,1 %	19,6 %	3,0 %	11,5 %	0,8 %	1,6 %	6,0 %	2,2 %
■ Moderat (50-100)	0,2 %	4,9 %	6,1 %	4,8 %	2,8 %	5,3 %	1,3 %	0,0 %	5,1 %	0,0 %	0,9 %	1,3 %	0,1 %
■ Alvorlig (100-200)	0,0 %	2,6 %	6,3 %	7,9 %	0,1 %	1,5 %	0,0 %	0,0 %	3,4 %	0,0 %	0,6 %	1,2 %	0,0 %
■ Svært alvorlig (200-400)	0,0 %	1,1 %	1,0 %	3,5 %	0,0 %	0,1 %	0,0 %	0,0 %	0,5 %	0,0 %	0,1 %	0,0 %	0,0 %
■ Stor (400-800)	0,0 %	0,1 %	0,1 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
■ Katastrofal (>800)	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 %

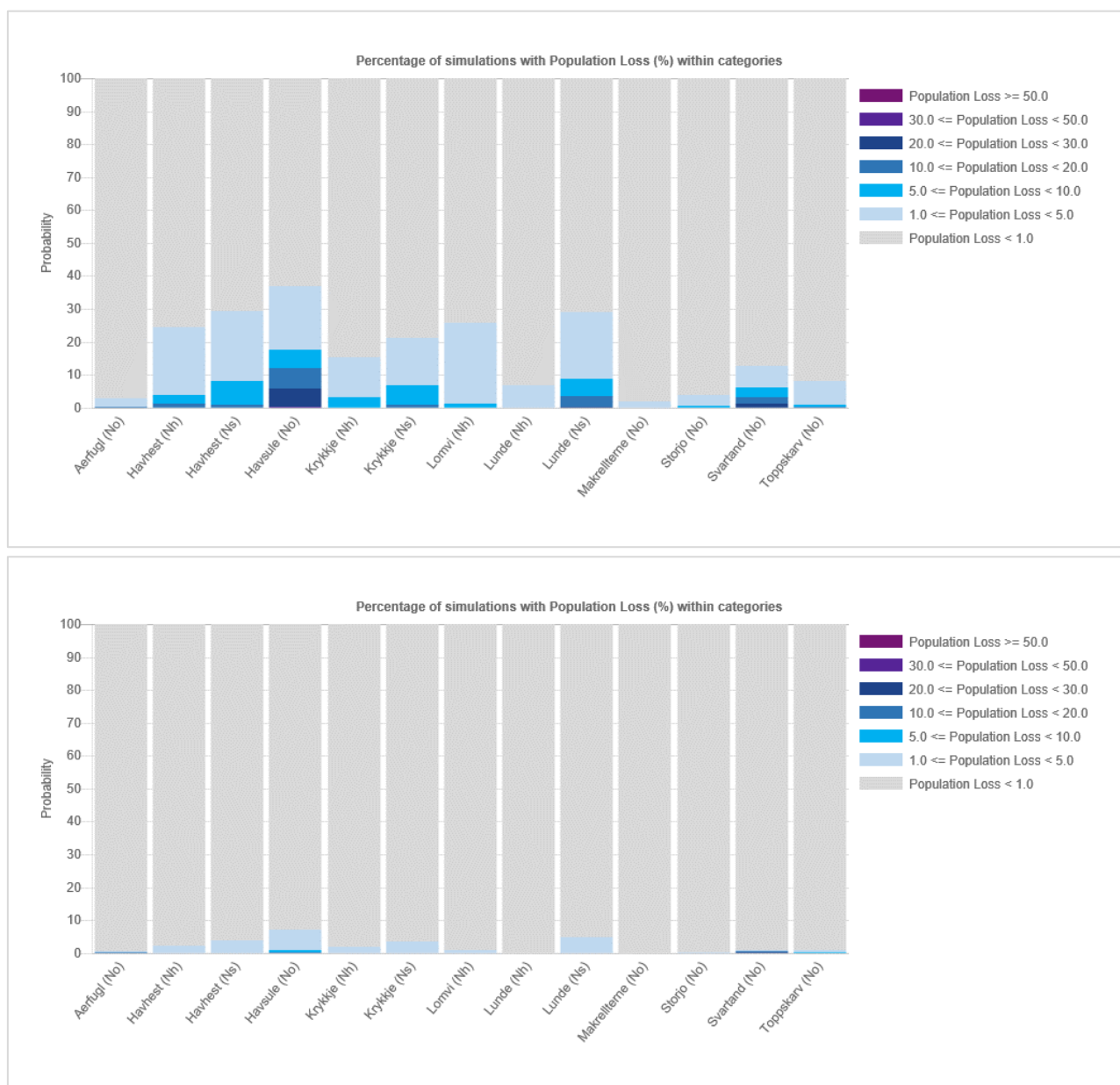




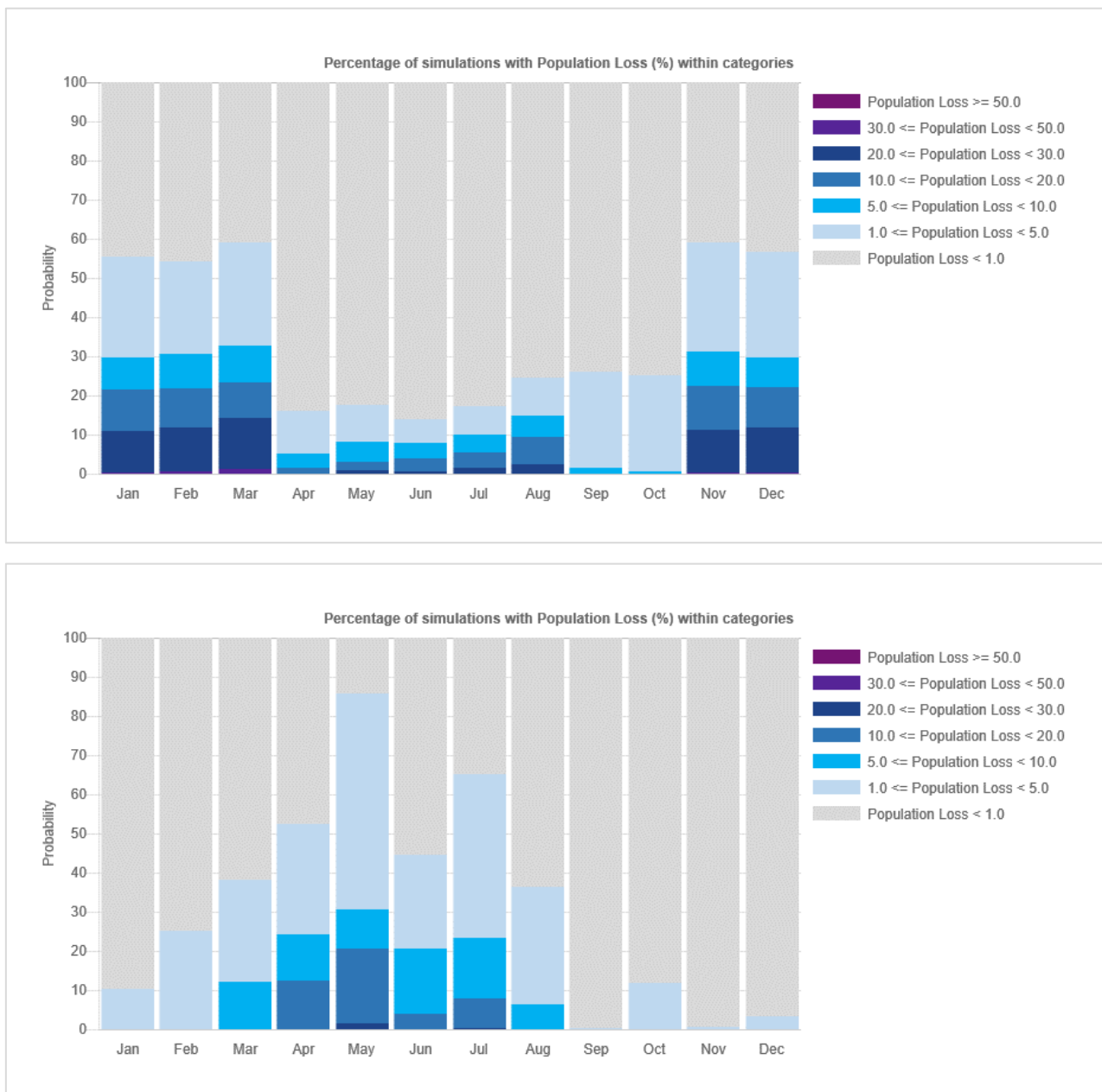
**Figur 6-5** Sannsynlighet for ulike miljøskader for sjøfugl som følge av utblåsning av **olje** (øverst) og **kondensat** (nederst) ved boring på Kraflafeltet

## 6.1.2 Produksjon og komplettering – Høyaktivitetsår

Beregnet sannsynlighet for ulike bestandstap på sjøfugl under produksjon høyaktivitetsår på Kraflafeltet er vist for utslipp av olje og kondensat (Figur 6-6). Det er generelt stor sannsynlighet for små bestandstap under 1 %, og utslipp av olje påvirker artene i større grad sammenlignet med kondensat. Ved oljeutslipp kan størst påvirkning forventes på havsule og lunde (hekkefugl Nordsjøen) på åpent hav, og sannsynlighet for ulike bestandstap for hver måned for disse to artene er presentert i Figur 6-7. For havsule er det beregnet størst bestandstap fra november til mars, mens tapsandelen for lunde er høyest i mai måned.

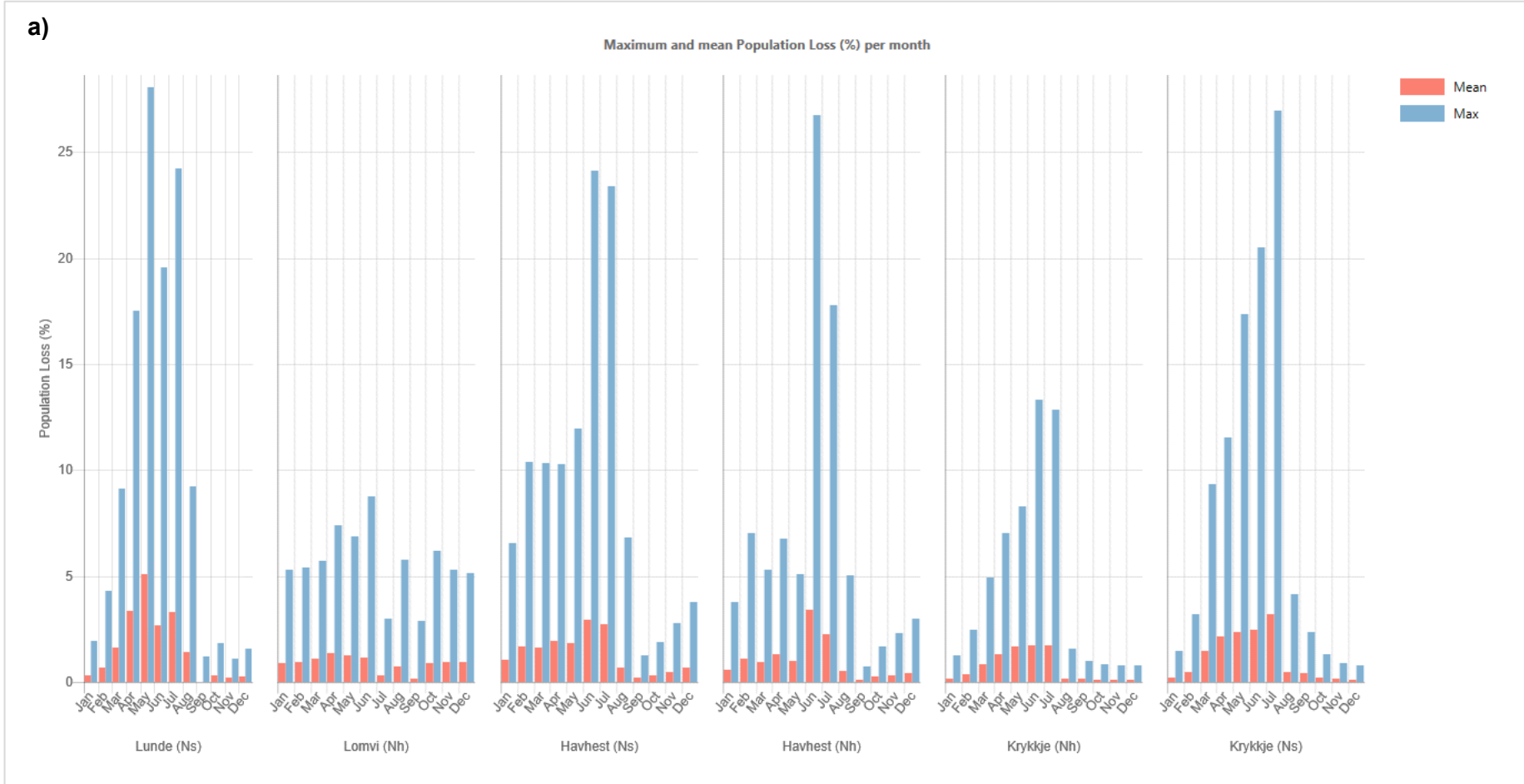


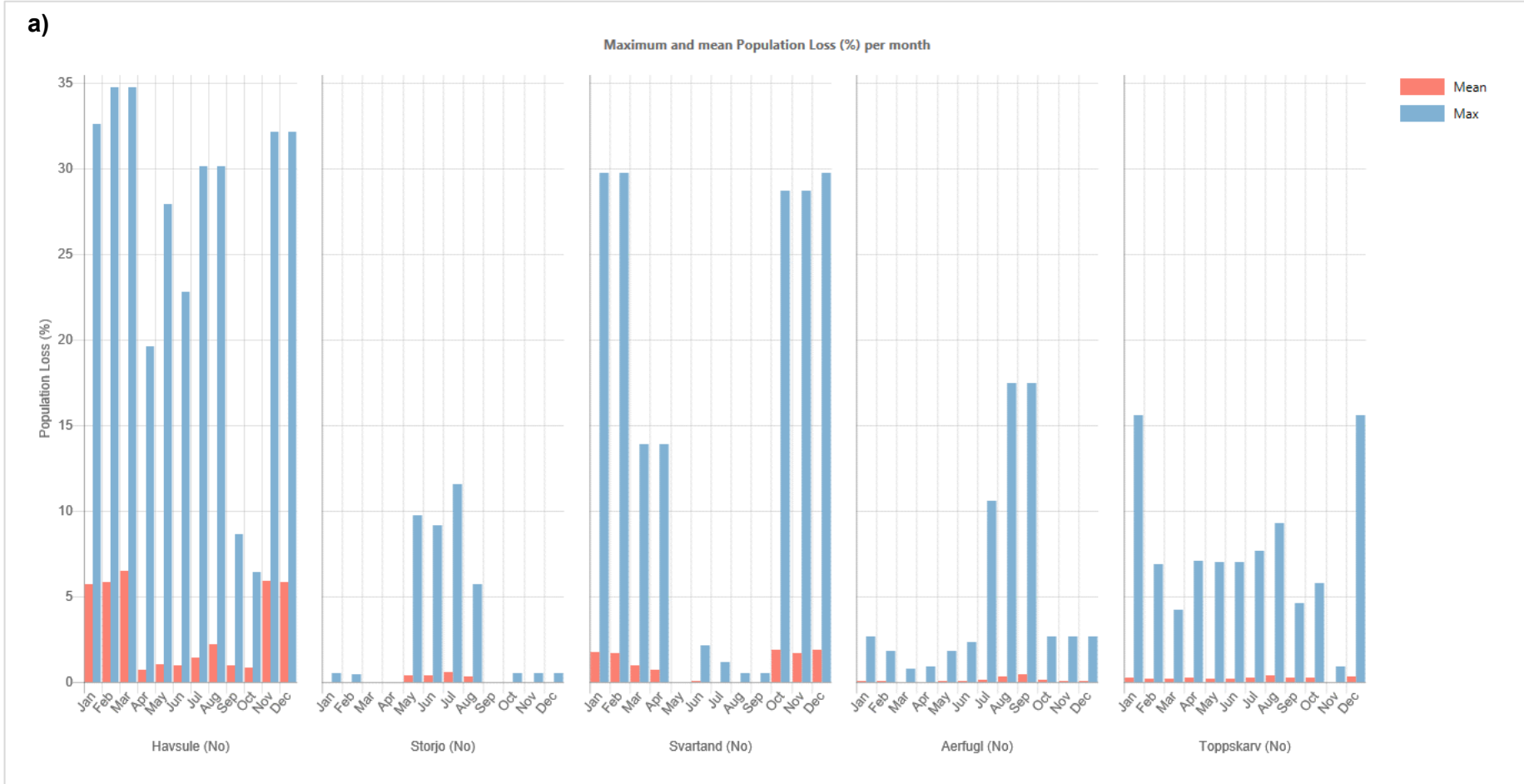
**Figur 6-6** Sannsynlighet for ulike bestandstap for sjøfugl som følge av utblåsning av **olje** (øverst) og **kondensat** (nederst) ved produksjon i et høyaktivitetsår på Kraflafeltet.

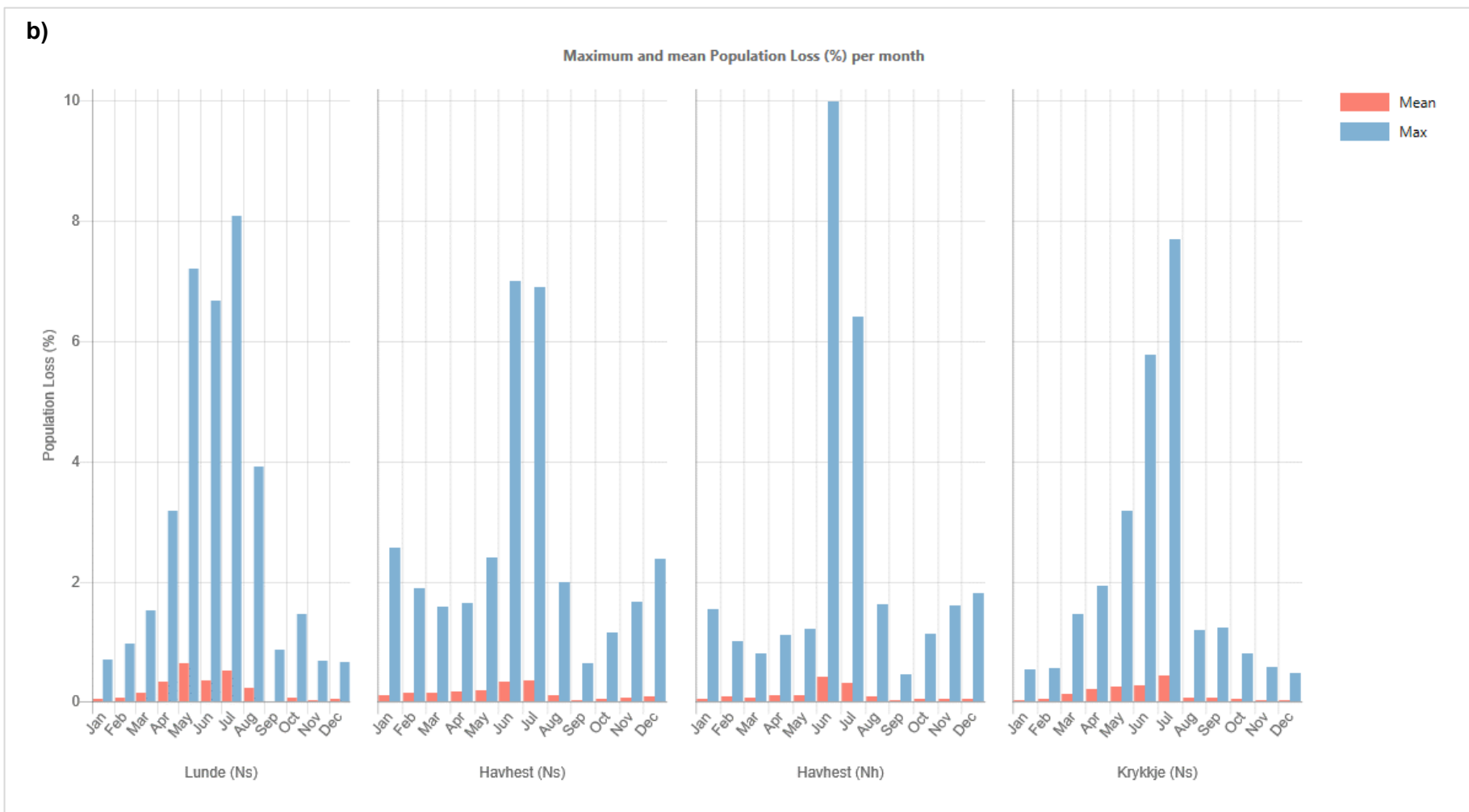


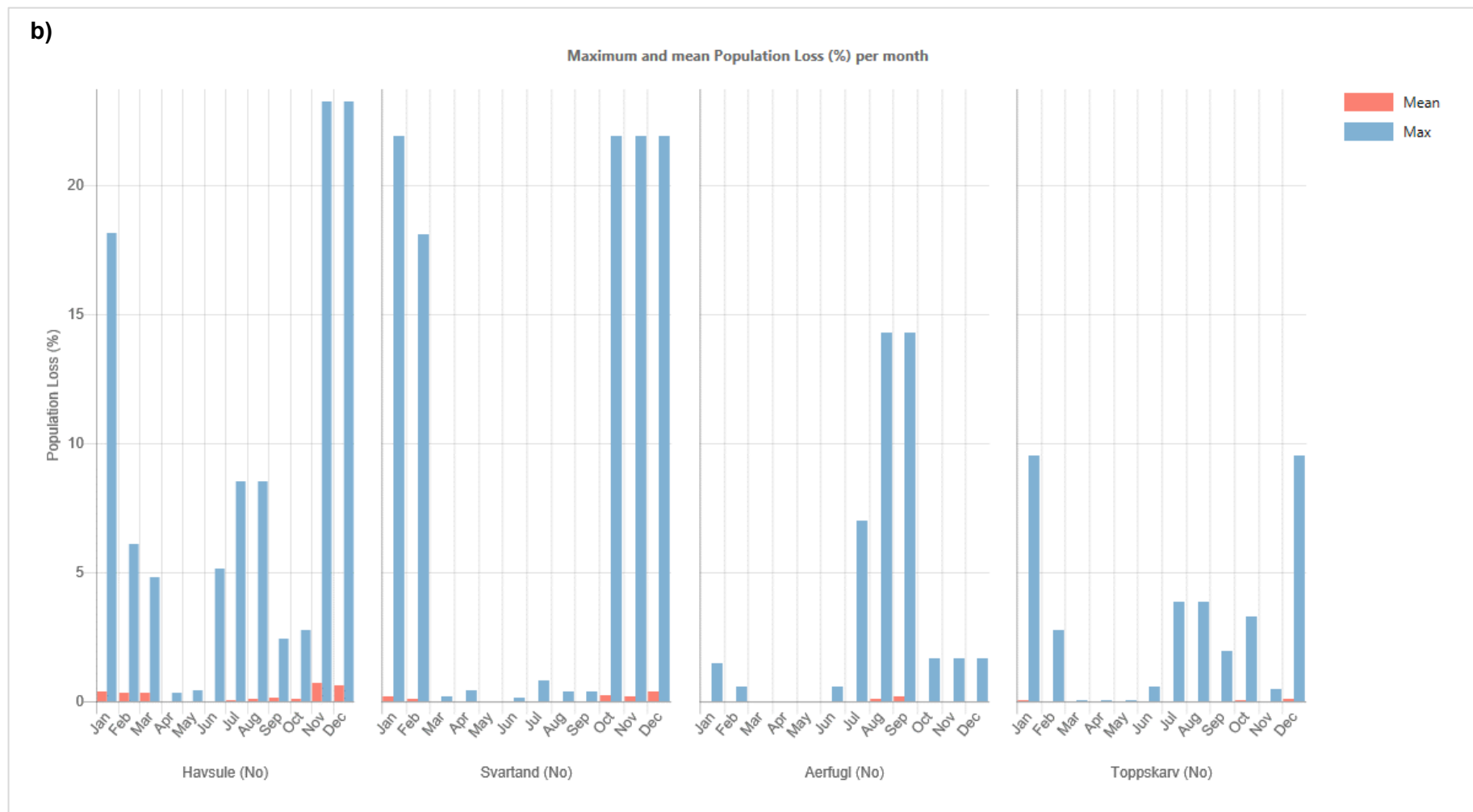
**Figur 6-7** Månedlig sannsynlighet for bestandstap for havsule (øverst) og lunde (nederst) som følge av utblåsning av olje ved produksjon i et høyaktivitetsår på Kraflafeltet.

Månedlig gjennomsnittlig og maksimalt bestandstap for mest utsatt sjøfugl er vist for utblåsning av olje og kondensat (Figur 6-8) på Kraflafeltet. For olje er maksimale bestandstap (den simuleringen som viste størst tapsandel) på 35 % (havsule i månedene februar og mars), mens gjennomsnittlige beregnede bestandstap ligger under 6,5 % for alle arter i alle måneder. Av de kystnære artene er det svartand som slår høyest ut med maksimalt 30 % fra desember til februar. For utblåsning av kondensat derimot er konsekvensbildet betydelig mindre. Maksimale bestandstap ligger på 23 % (havsule i månedene november og desember), mens gjennomsnittlige beregnede bestandstap ligger under 0,8 % for alle arter i alle måneder.





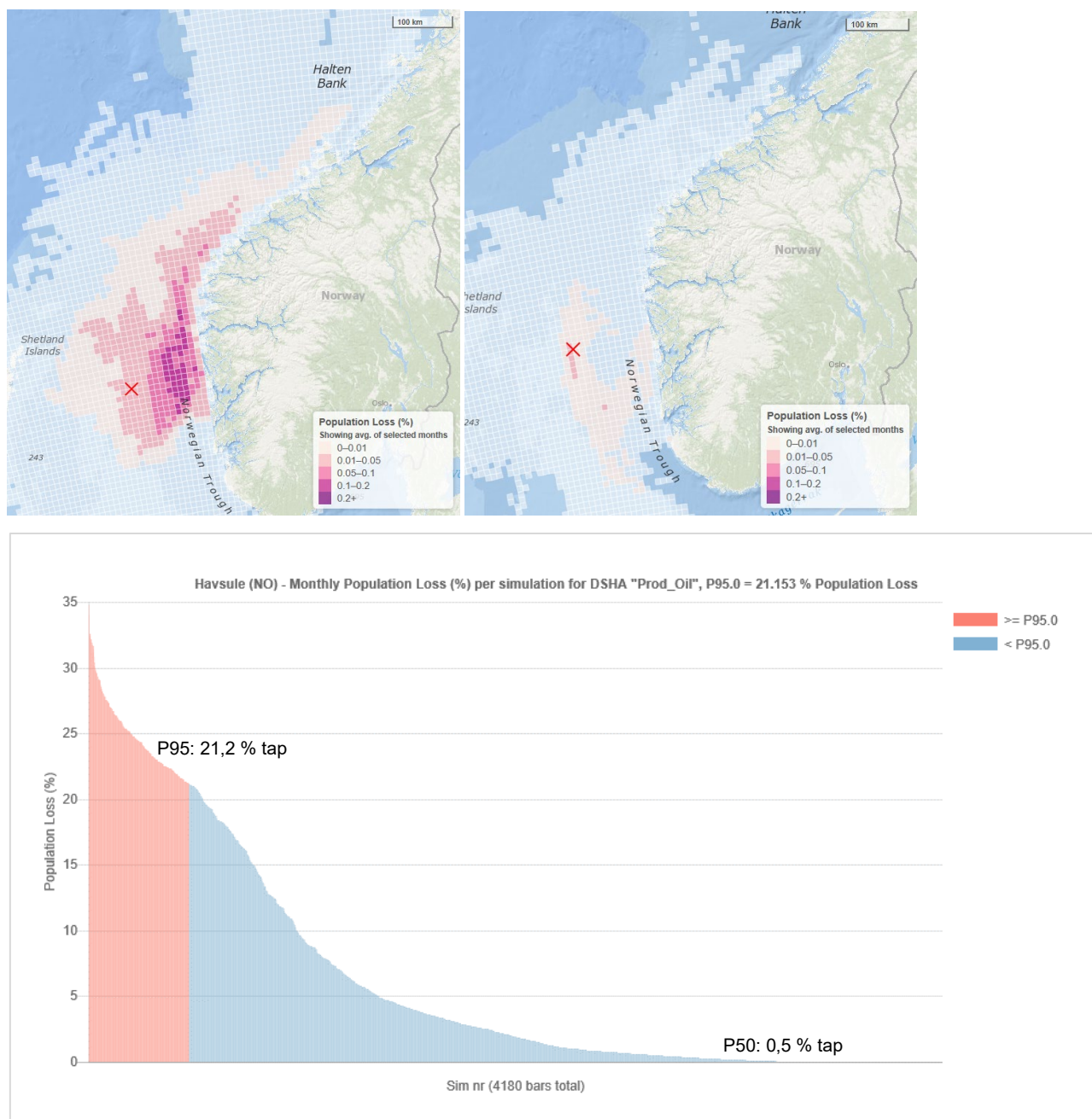




**Figur 6-8** Gjennomsnittlige (rød søyle) og maksimale (blå søyle) månedlige bestandstap for pelagisk og kystnær sjøfugl gitt en utblåsning av **olje** (a) og **kondensat** (b) ved produksjon i et høyaktivitetsår på Kraflafeltet.



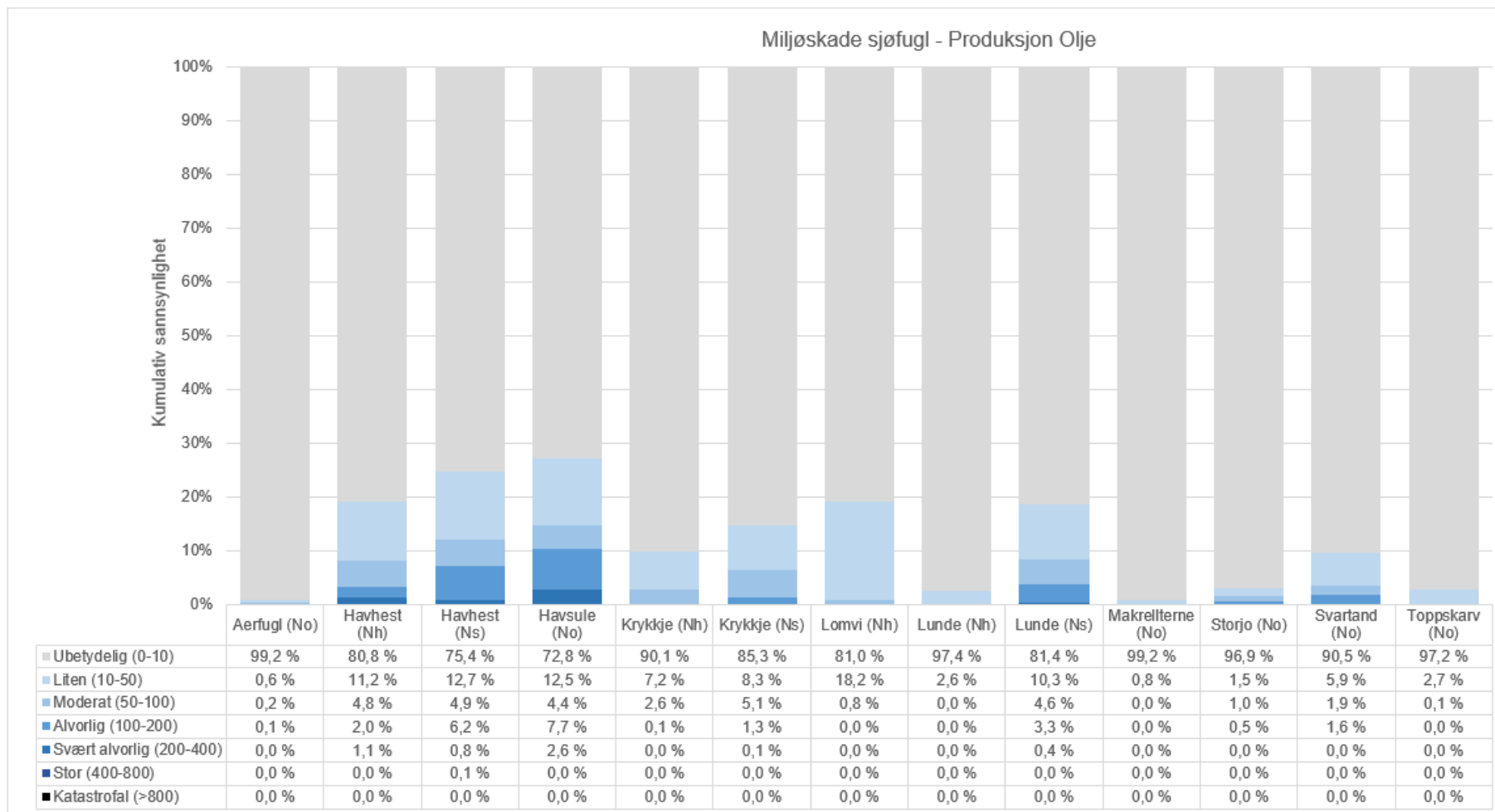
Figur 6-9 viser kart over hvor havsule kan bli påvirket ved utblåsning av olje. 95-persentil av høyeste påvirkning på 21,2 % bestandstap er vist sammen med forventet påvirkning (50-persentil) som er på 0,5 % bestandstap.



**Figur 6-9** Beregnet bestandstap for havsule som følge av utblåsning av olje ved produksjon i et høyaktivitetsår på Kraflafeltet. 95-persentil og 50-persentil største bestandstap er avmerket i graf nederst og vist med påvirkningskart øverst (95-persentil til venstre og forventet utfall 50-persentil til høyre).

Beregnet miljøskade (basert på ressurskedefaktoren RDF) er kategorisert i henhold til ERA Acute konsekvenskategorier Tabell 4-3. Sannsynlighet for ulike miljøskader etter utblåsning av olje er vist i Figur 6-10, og viser størst skadepotensiale for havhest (hekkebestand Nordsjøen) med 0,1 % sannsynlighet for *stor* konsekvens, 0,8 % sannsynlighet for *svært alvorlig* konsekvens, 6,2 % sannsynlighet for *alvorlig* konsekvens, 4,9 % sannsynlighet for *moderat* og 12,7 % for *liten* konsekvens. Det betyr at de fleste simuleringene gir *ubetydelig* konsekvens (75,4 % sannsynlighet). Havsule er den arten

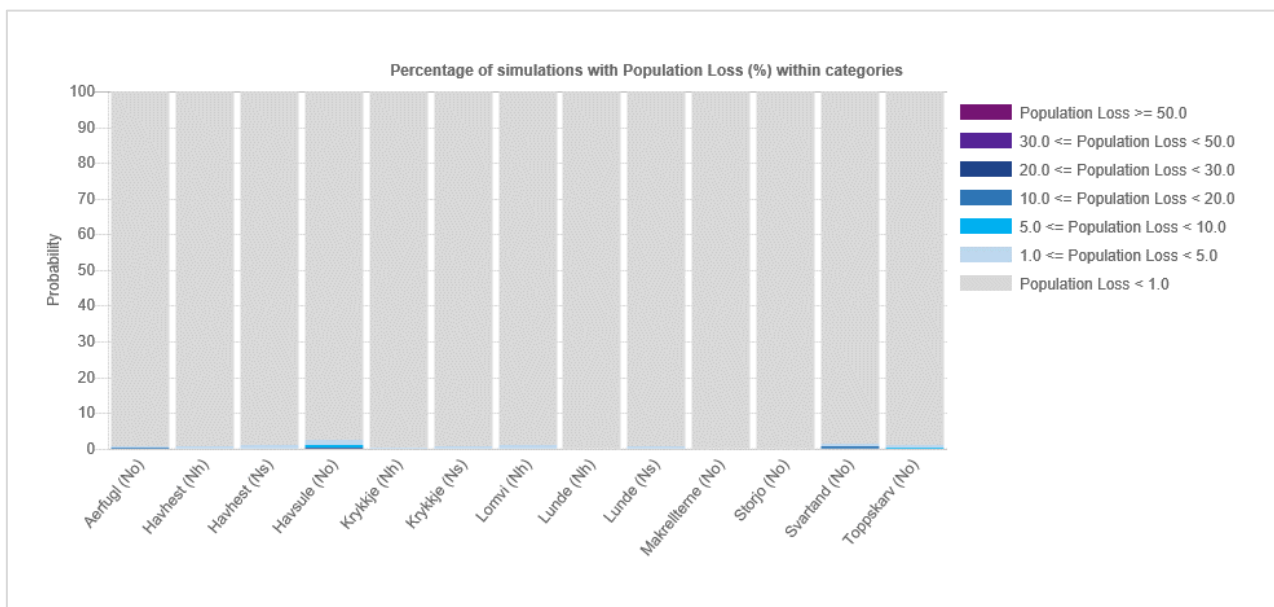
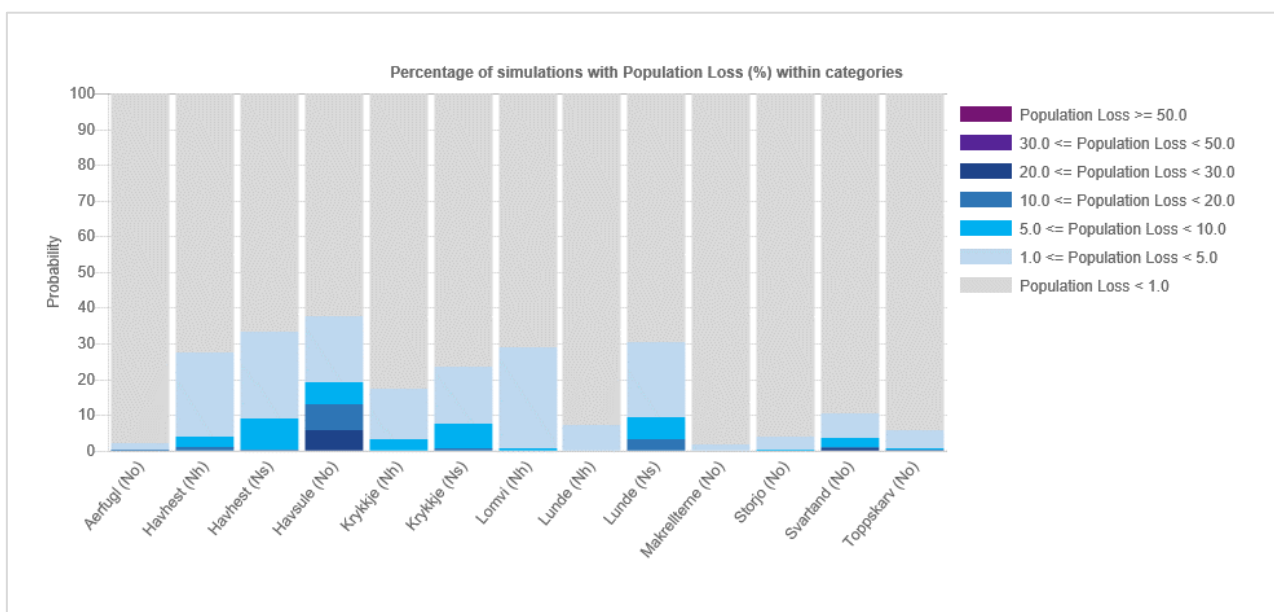
med størst sannsynlighet for utslag over *ubetydelig* miljøskade med 12,5 % sannsynlighet for *liten* konsekvens, 4,4 % sannsynlighet for *moderat*, 7,7 % sannsynlighet for *alvorlig*, og 2,6 % sannsynlighet for *svært alvorlig* konsekvens. For andre sjøfuglarter er konsekvenspotensialet gitt en utblåsning av olje fra Krafla lavere enn for havhest og havsule. Sannsynlighet for ulike miljøskader ble også analysert for utblåsning av kondensat, men viste i likhet med boreaktivitet på Krafla (Figur 6-5) minimalt med skadepotensiale for alle arter.



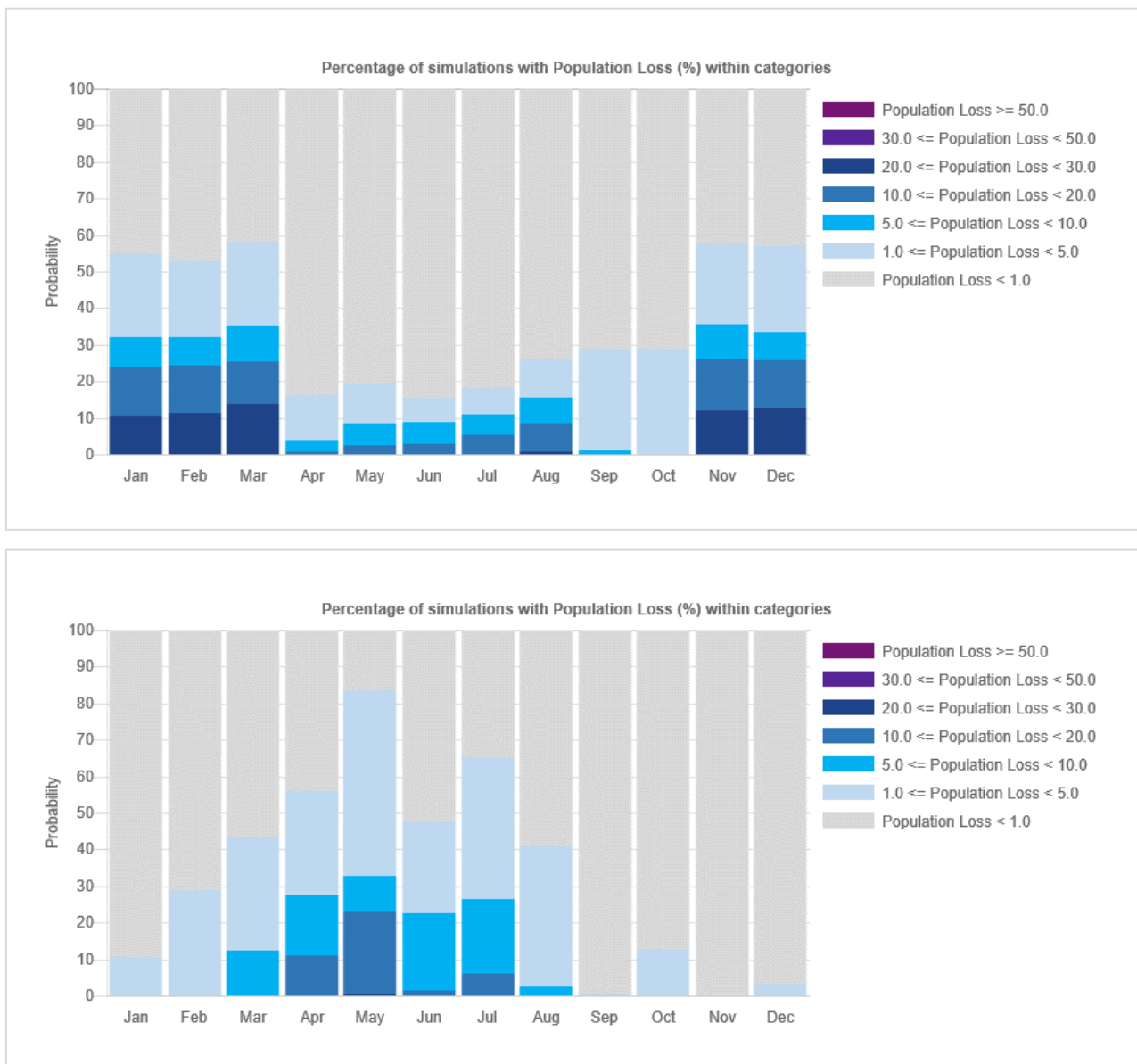
**Figur 6-10** Sannsynlighet for ulike miljøskader for sjøfugl som følge av utblåsning av olje ved produksjon i et høyaktivitetsår på Kraflafelte

### 6.1.3 Produksjon – Normalt produksjonsår

Beregnet sannsynlighet for ulike bestandstap på sjøfugl under produksjon i et normalt år på Kraflafeltet er vist for utslipp av olje og kondensat (Figur 6-11). Det er generelt stor sannsynlighet for små bestandstap under 1 %, og utslipp av olje påvirker artene i større grad sammenlignet med kondensat. Ved oljeutslipp kan størst påvirkning forventes på havsule og lunde (hekkefugl Nordsjøen) på åpent hav, og sannsynlighet for ulike bestandstap for hver måned for disse to artene er presentert i Figur 6-12. For havsule er det beregnet størst bestandstap fra november til mars, mens tapsandelen for lunde er høyest i mai måned.

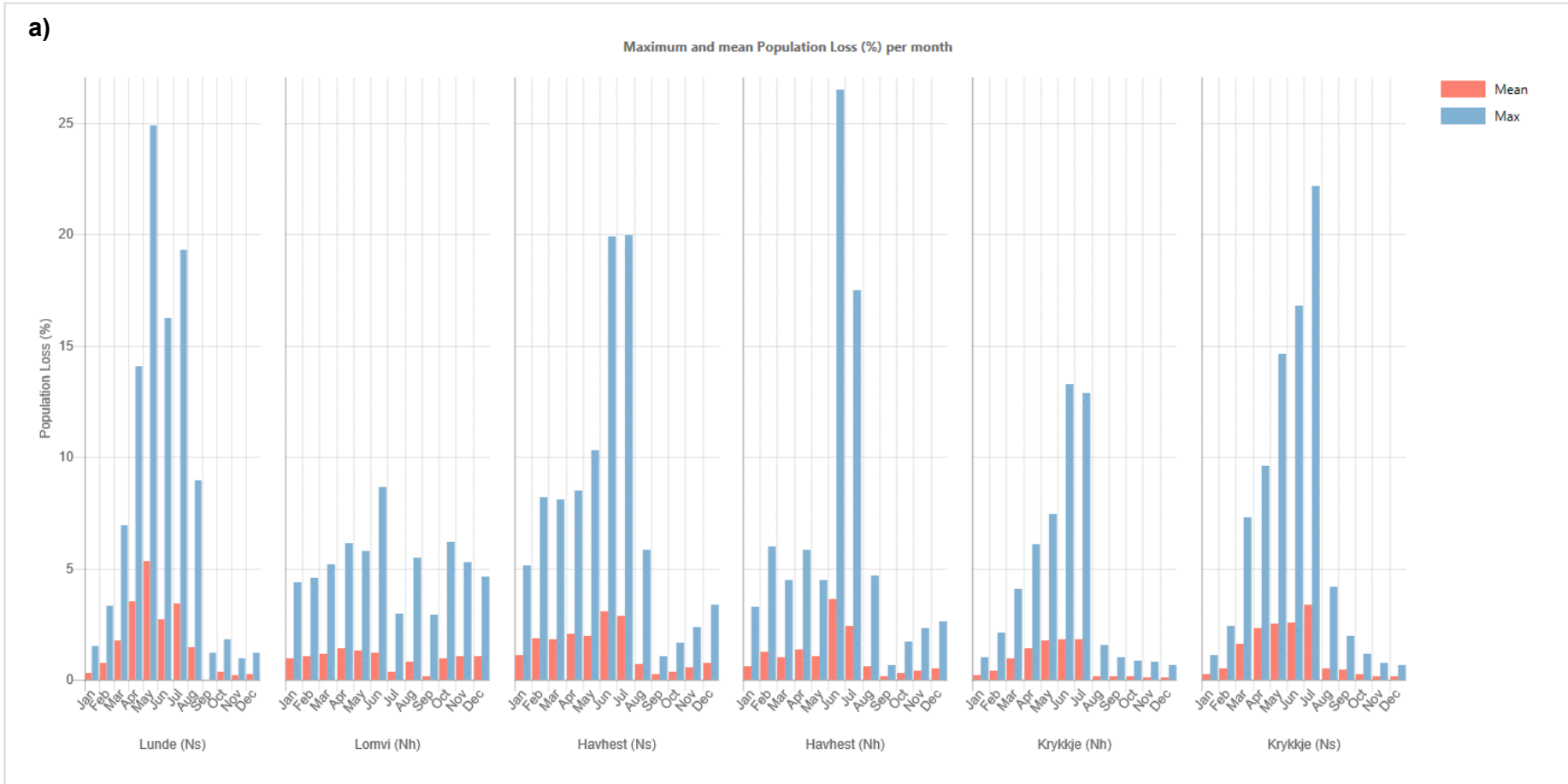


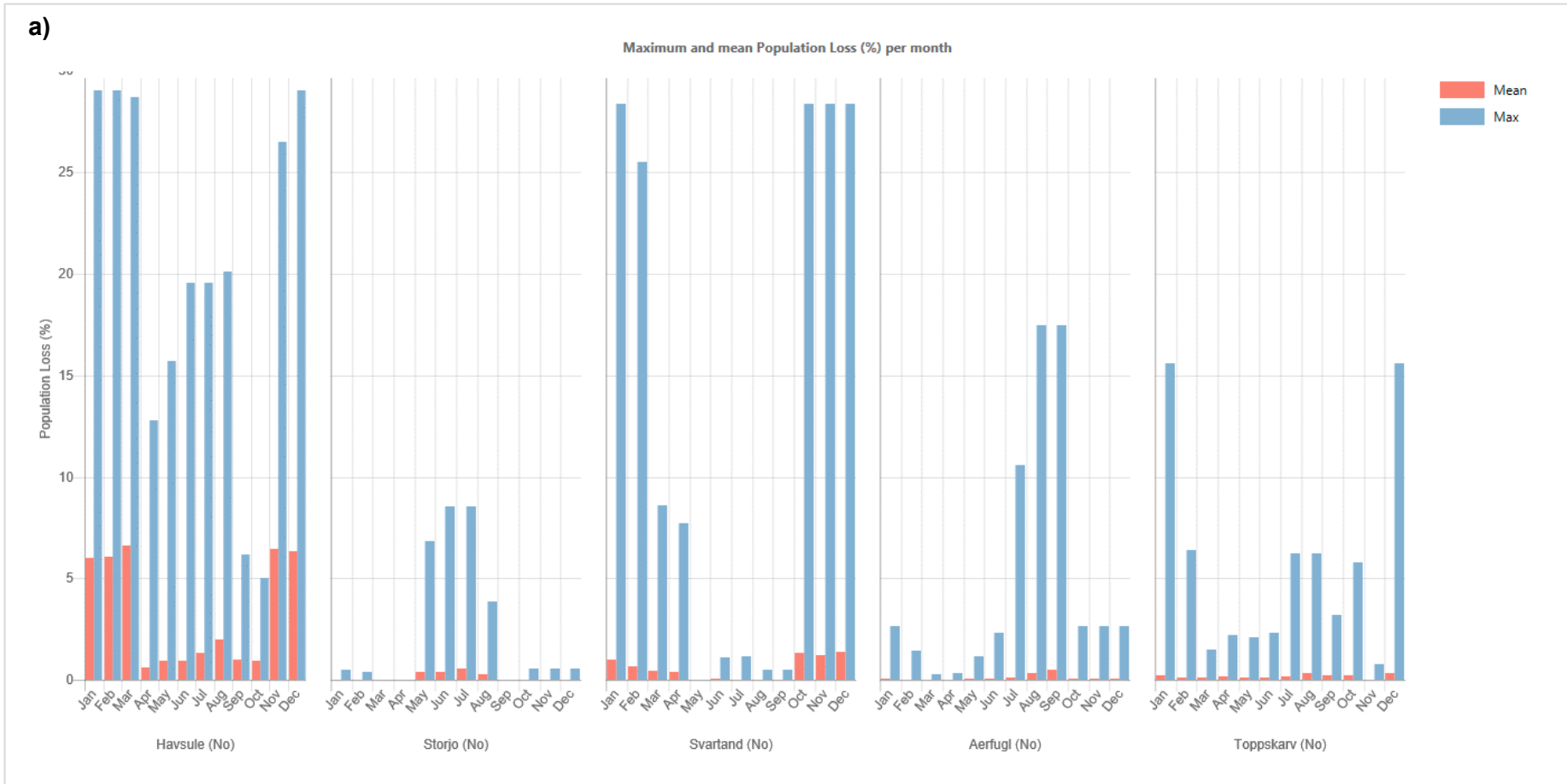
**Figur 6-11** Sannsynlighet for ulike bestandstap for sjøfugl som følge av utblåsning av olje (øverst) og kondensat (nederst) ved produksjon i et normalt år på Kraflafeltet.



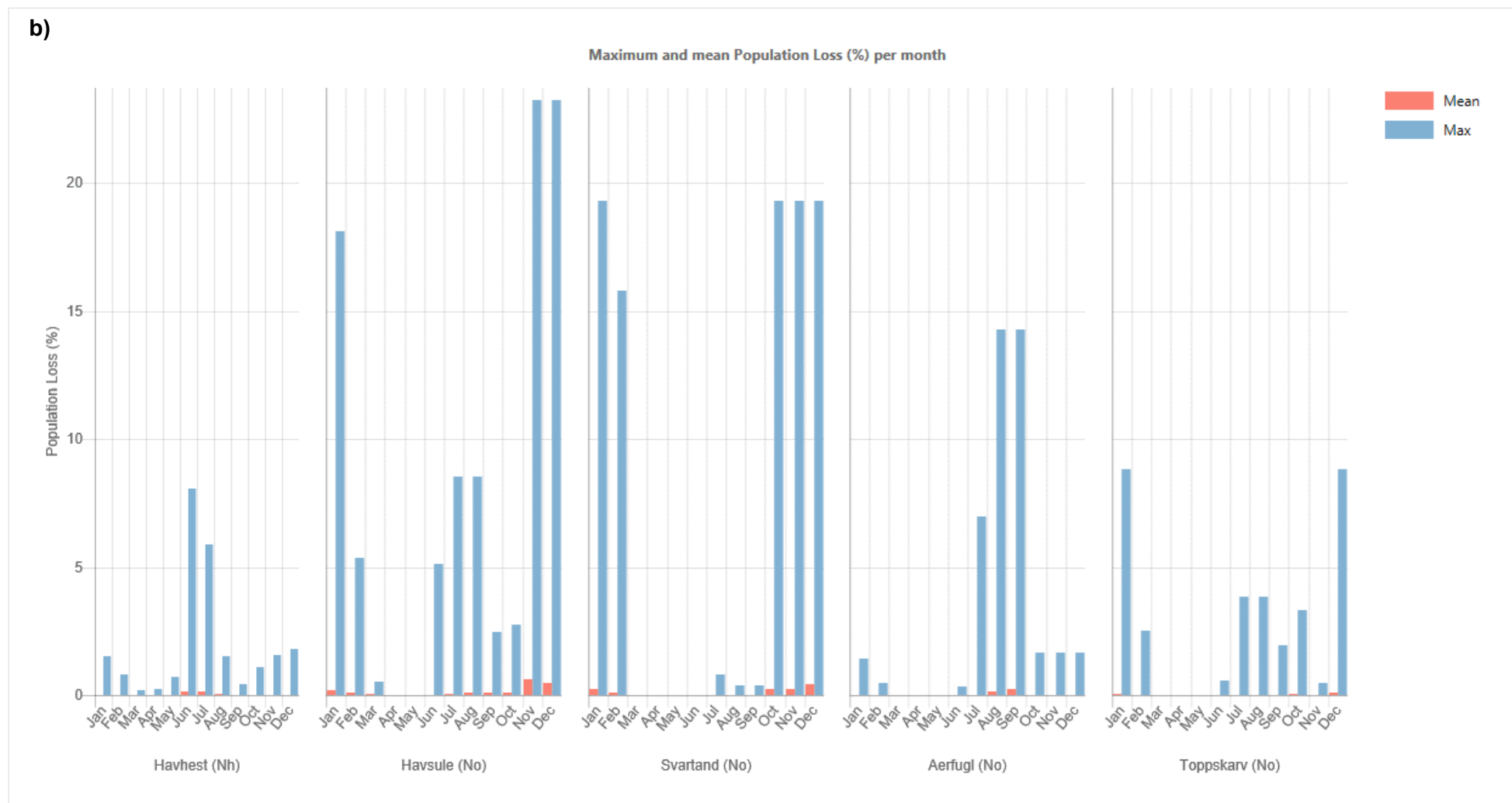
**Figur 6-12** Månedlig sannsynlighet for bestandstap for havsule (øverst) og lunde (nederst) som følge av utblåsning av olje ved produksjon i et normalt år på Kraflafeltet.

Månedlig gjennomsnittlig og maksimalt bestandstap for mest utsatt sjøfugl er vist for utblåsning av olje og kondensat (Figur 6-13) på Kraflafeltet. For olje er maksimale bestandstap (den simuleringen som viste størst tapsandel) på 29 % (havsule fra desember til mars), mens gjennomsnittlige beregnede bestandstap ligger under 6,6 % for alle arter i alle måneder. Av de kystnære artene er det svartand som slår høyest ut med maksimalt 28 % fra oktober til januar. For utblåsning av kondensat derimot er konsekvensbildet betydelig mindre. Maksimale bestandstap ligger på 23 % (havsule i månedene november og desember), mens gjennomsnittlige beregnede bestandstap ligger under 0,6 % for alle arter i alle måneder.



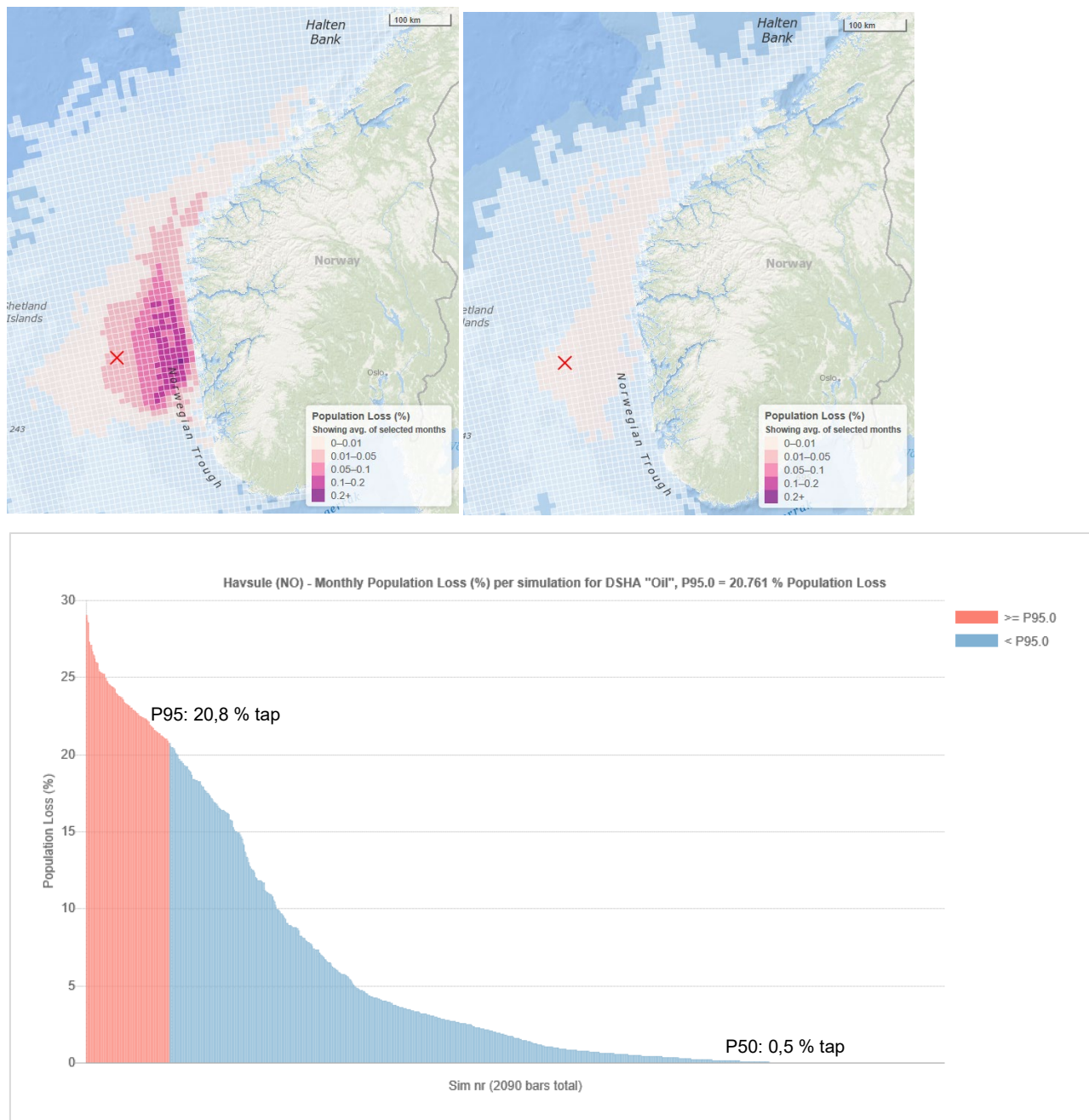






**Figur 6-13** Gjennomsnittlige (rød søyle) og maksimale (blå søyle) månedlige bestandstap for pelagisk og kystnær sjøfugl gitt en utblåsning av **olje** (a) og **kondensat** (b) ved produksjon i et normalt år på Kraflafeltet.

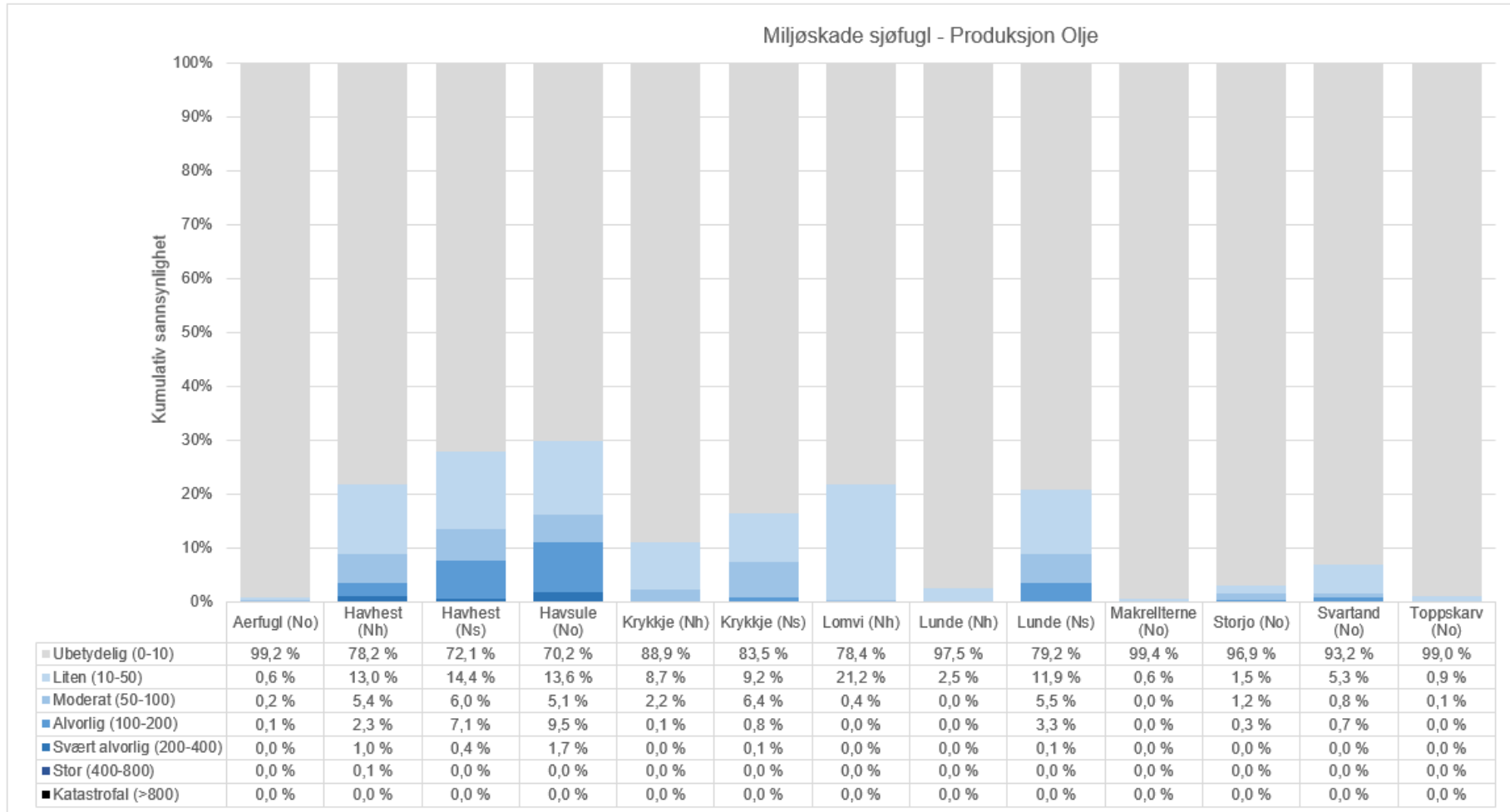
Figur 6-14 viser kart over hvor havsule kan bli påvirket ved utblåsning av olje. 95-persentil av høyeste påvirkning på 20,8 % bestandstap er vist sammen med forventet påvirkning (50-persentil) som er på 0,5 % bestandstap.



**Figur 6-14** Beregnet bestandstap for havsule som følge av utblåsning av olje ved produksjon i et normalt år på Kraflafeltet. 95-persentil og 50-persentil største bestandstap er avmerket i graf nederst og vist med påvirkningskart øverst (95-persentil til venstre og forventet utfall 50-persentil til høyre).

Beregnet miljøskade (basert på ressurskedefaktoren RDF) er kategorisert i henhold til ERA Acute konsekvenskategorier Tabell 4-3. Sannsynlighet for ulike miljøskader etter utblåsning av olje er vist i Figur 6-15, og viser størst skadepotensiale for havhest (hekkebestand Norskehavet) med 0,1 % sannsynlighet for stor konsekvens, 1,0 % sannsynlighet for svært

*alvorlig* konsekvens, 2,3 % sannsynlighet for *alvorlig* konsekvens, 5,4 % sannsynlighet for *moderat* og 13,0 % for *liten* konsekvens. Det betyr at de fleste simuleringene gir *ubetydelig* konsekvens (78,2 % sannsynlighet). Havsule er den arten med størst sannsynlighet for utslag over *ubetydelig* miljøskade med 13,6 % sannsynlighet for *liten* konsekvens, 5,1 % sannsynlighet for *moderat*, 9,5 % sannsynlighet for *alvorlig*, og 1,7 % sannsynlighet for *svært alvorlig* konsekvens. Havhest hekkende i Nordsjøen er også en sjøfuglart med høyt konsekvenspotensiale. Sannsynlighet for ulike miljøskader ble analysert for utblåsning av kondensat, men viste i likhet med boreaktivitet (Figur 6-5) og produksjon høyaktivitetsår at skadepotensialet var minimalt for alle arter.



**Figur 6-15** Sannsynlighet for ulike miljøskader for sjøfugl som følge av utblåsning av olje ved produksjon i et normalt år på Kraflafelt

### 6.1.4 Lekkasje fra rørledning

Modelleringsresultater for sjøfugl viser ingen sannsynlighet for tapsandeler over 1 % av bestanden under lekkasje på Kraflafeltet.

For alle sjøfuglarter er miljøskaden i nederste kategori *Ubetydelig*.

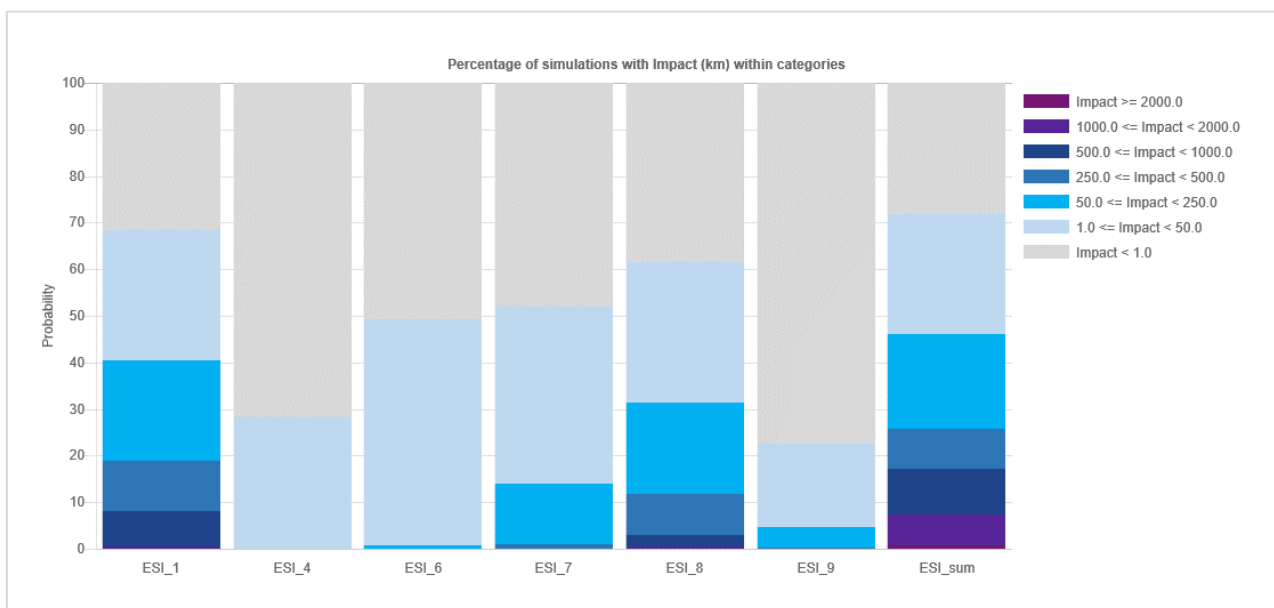
## 6.2 Konsekvenser for kyst og strand

Sannsynlighet for miljøpåvirkning på kyst og strand er beregnet både for strandfauna og strandflora for de aktuelle ESI strandtypene. Igjen skiller det også mellom utslipp av olje og kondensat på Kraflafeltet under hver aktivitet.

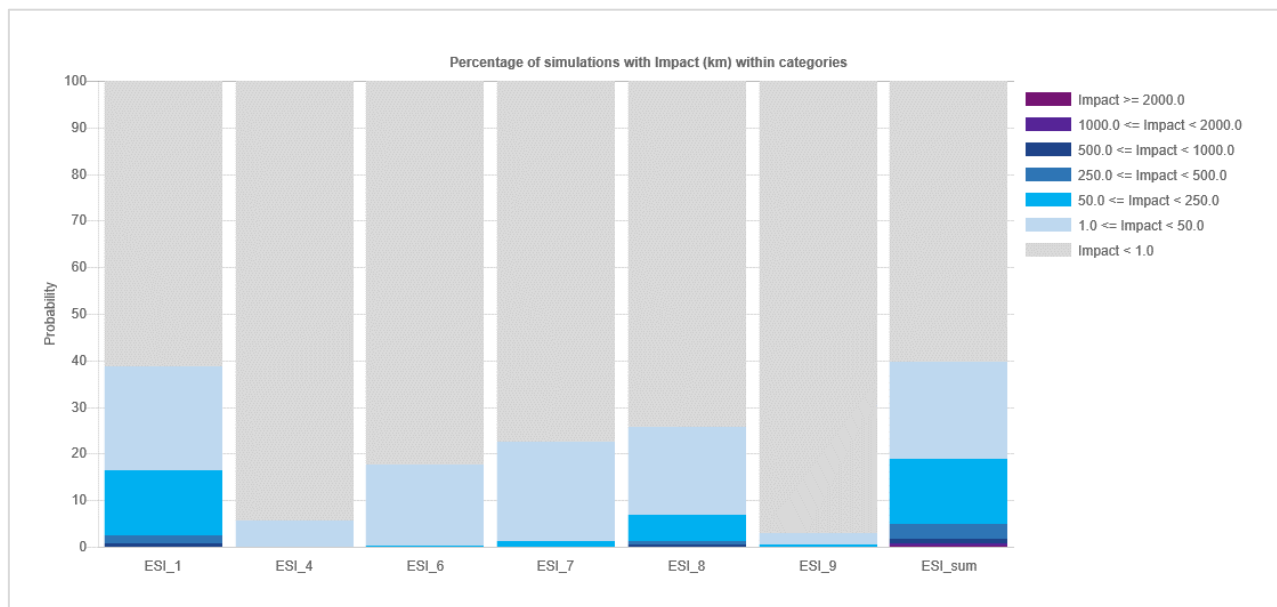
### 6.2.1 Boreaktivitet - Høyaktivitetsår

#### 6.2.1.1 Fauna

Sannsynlighet for påvirkning på strandfauna under boreaktivitet på Kraflafeltet er vist for utslipp av olje og kondensat (Figur 6-16). Utslipp av olje viser en samlet sannsynlighet på 0,8 % for å få en påvirkning på over 2000 km. Det er samtidig 74 % sannsynlig at påvirkning på strandfauna er under 250 km. Utslipp av kondensat derimot viser en samlet sannsynlighet på 95 % for påvirkning på under 250 km.

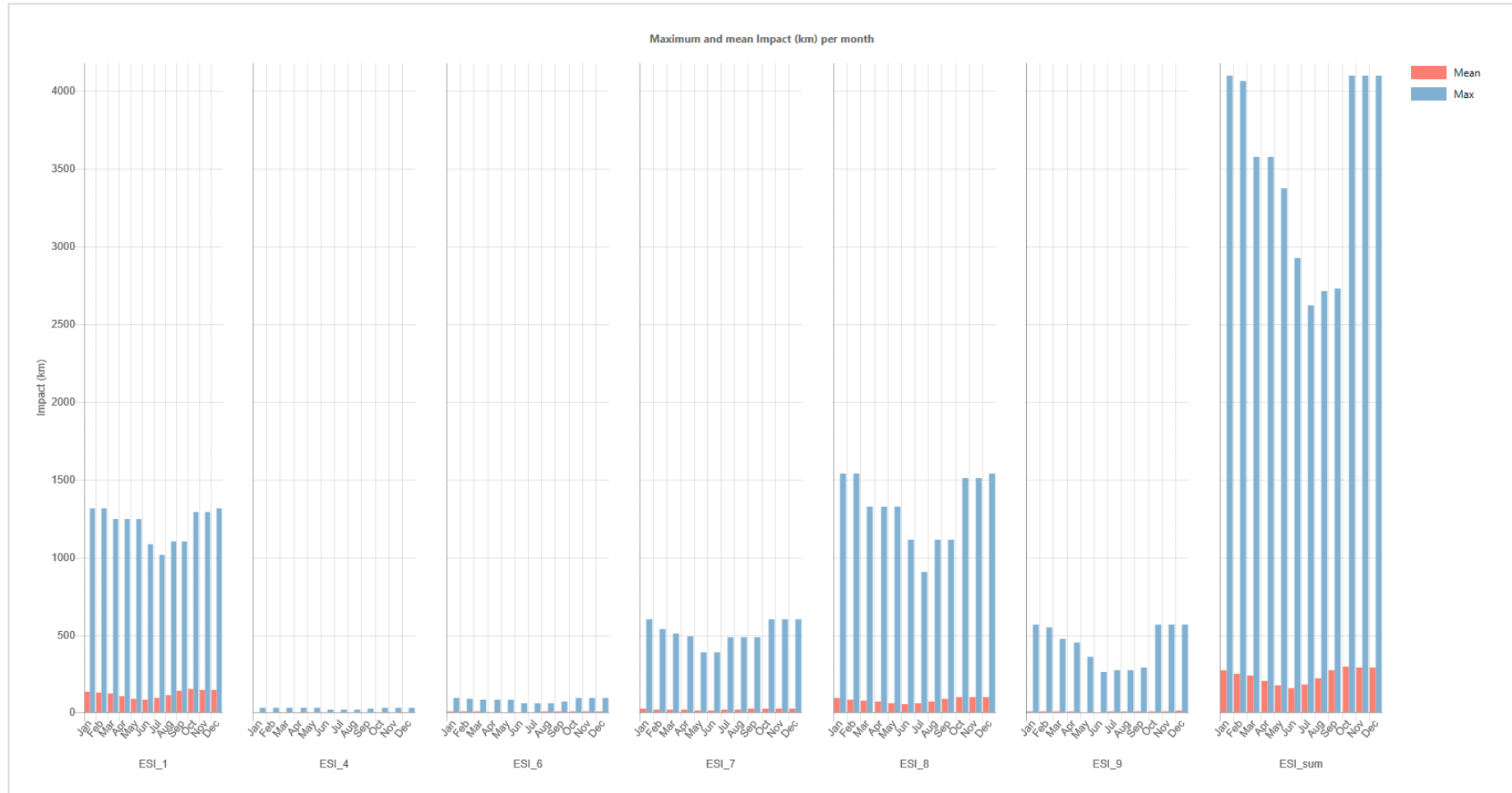


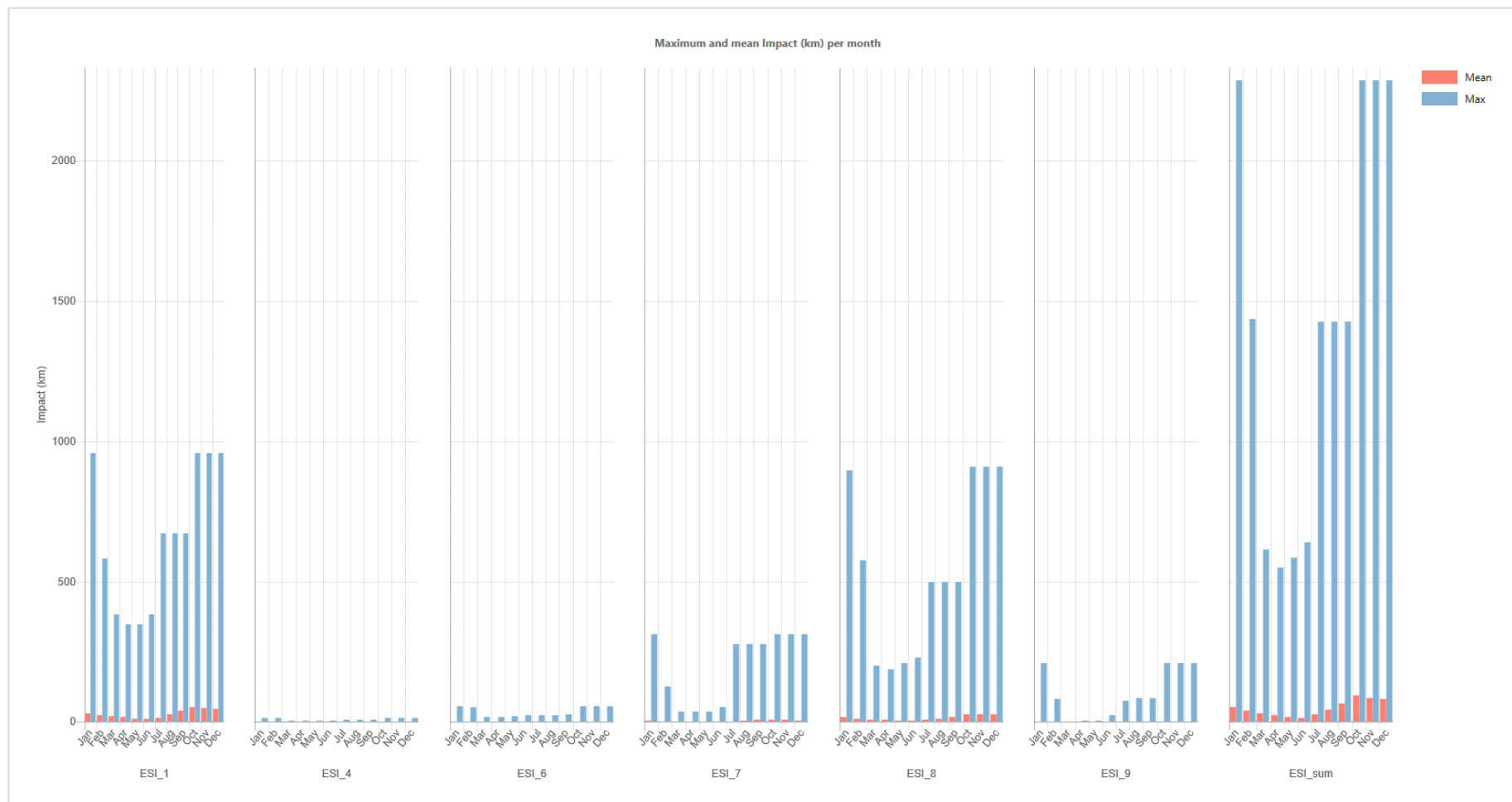




**Figur 6-16** Sannsynlighet for påvirkning av strandfauna (ulike ESI klasser) som følge av utblåsning av **olje** (øverst) og **kondensat** (nederst) ved boring på Kraflafeltet. ESI 1 – eksponert strandberg, ESI 4 – sandstrand, ESI 6 - blokkstrand, ESI 7 – eksponert tørrfall, ESI 8 – beskyttet strandberg og ESI 9 – beskyttet tørrfall.

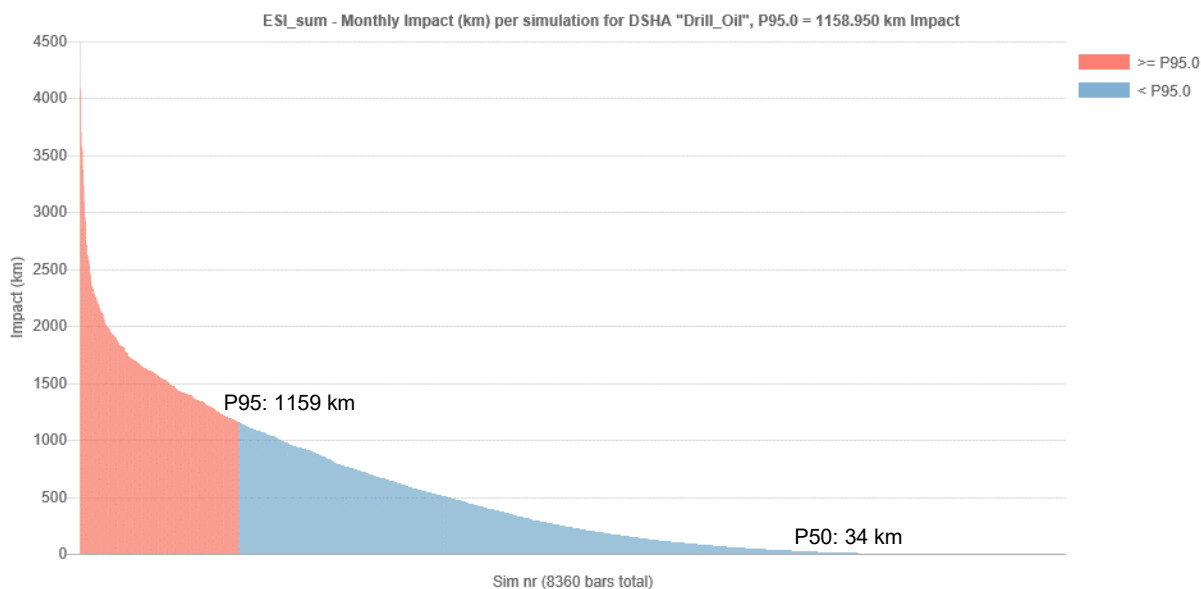
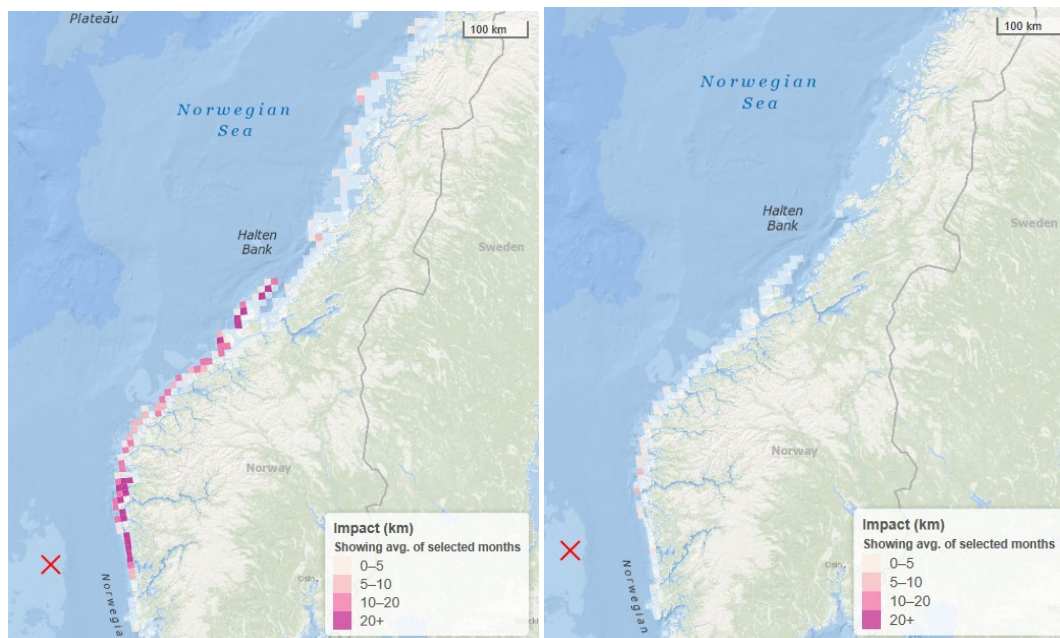
Månedlig gjennomsnittlig og maksimal påvirkning på strandfauna for ulike ESI strandtyper og samlet for alle ESI er vist for olje og kondensat (Figur 6-17). Oljeutslipp viser en maksimal påvirkning på inntil 4099 km i januar, hvor en slik påvirkning vil stamme fra en simulering med høyeste utblåsningsrate, lengste utblåsningsvarighet og under forhold som bringer mye olje til kysten. Gjennomsnittlig påvirkning er imidlertid begrenset med under 300 km påvirket strandfauna i alle årets måneder, og med størst påvirkning på eksponert (ESI 1) og beskyttet strandberg (ESI 8) i ytre del av kystsonen. Utslipp av kondensat viser en betraktelig lavere maksimal påvirkning på 2285 km i oktober-januar, og en gjennomsnittlig påvirkning på under 100 km i alle årets måneder (med eksponert og beskyttet strandberg som mest påvirket).





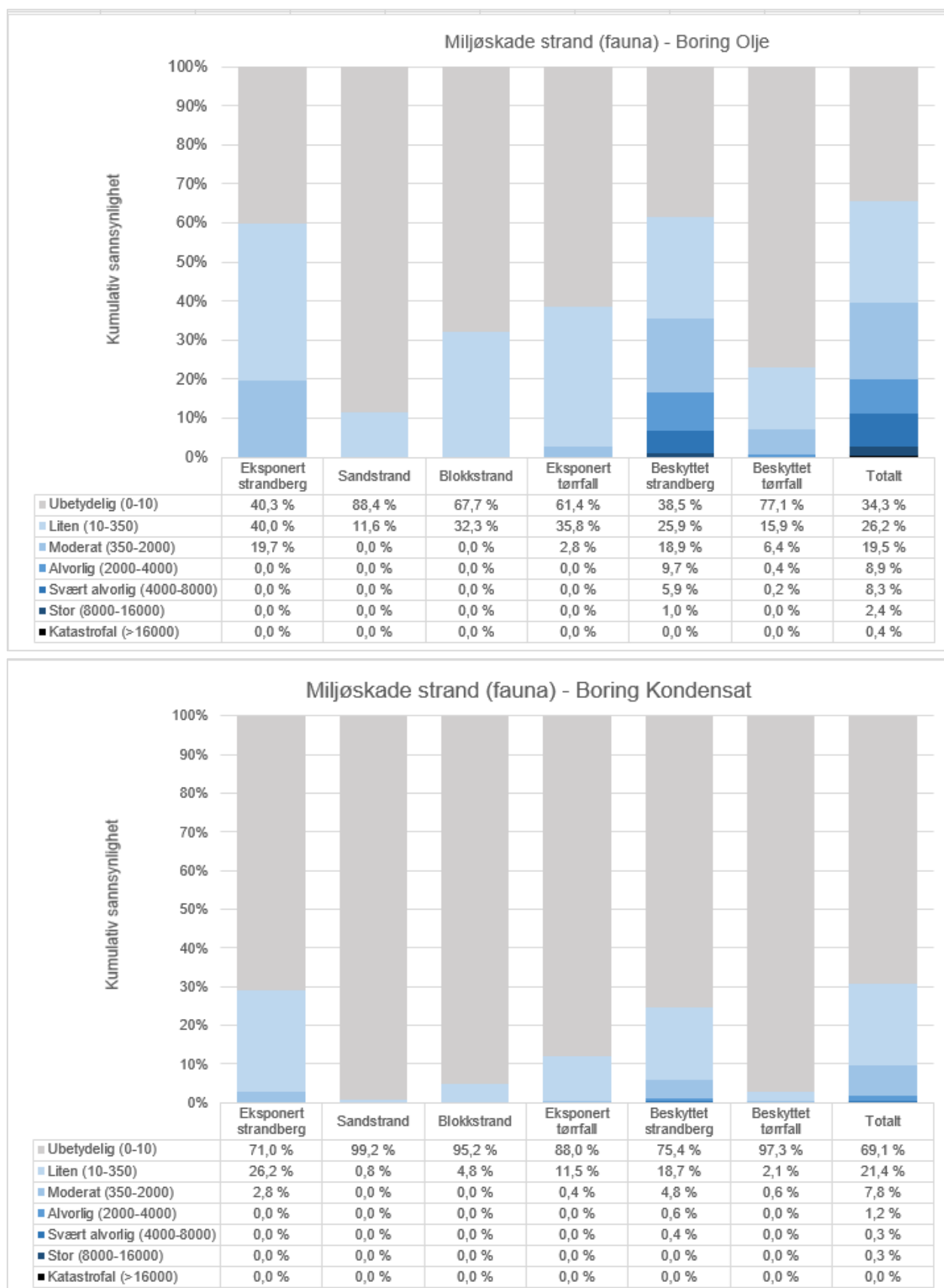
**Figur 6-17** Gjennomsnittlig (rød søyle) og maksimal (blå søyle) månedlig påvirkning av strandfauna (ulike ESI klasser) gitt en utblåsning av **olje** (øverst) og **kondensat** (nederst) ved boring på Kraflafeltet.

Kart som viser 95-persentil største påvirkning (1159 km) på strandfauna ved oljeutslipp er vist i Figur 6-18 og omfatter stranding av olje langs kysten fra Bergen og nordover til Halten. Fra Halten til innløpet av Vestfjorden er det kun stedvis beregnet påvirkning i kategorien 0-5 km kystlinje innenfor 10x10 km strandruter. 50-persentil gir et begrenset antall påvirkede ruter i kategorien 5-10 km i området rundt Sula.



**Figur 6-18** Påvirkning av strandfauna som følge av utblåsning av olje ved boring på Kraflafeltet. 95-persentil og 50-persentil verste utfall er avmerket i graf nederst og vist med påvirkningskart øverst (95-persentil verste påvirkning til venstre og forventet påvirkning 50-persentil til høyre).

Beregnet miljøskade for strandfauna (basert på ressurskedefaktoren RDF) er kategorisert i henhold til ERA Acute konsekvenskategorier (Tabell 4-3) og presentert for utslipp av både olje og kondensat i Figur 6-19. Det er sannsynlighet for miljøskade i alle konsekvenskategoriene, med unntak av kategorien *Katastrofal* ved utslipp av kondensat. Det er 34 % sannsynlighet for *Ubetydelig* påvirkning sammenlagt for olje, og hele 69% for kondensat.

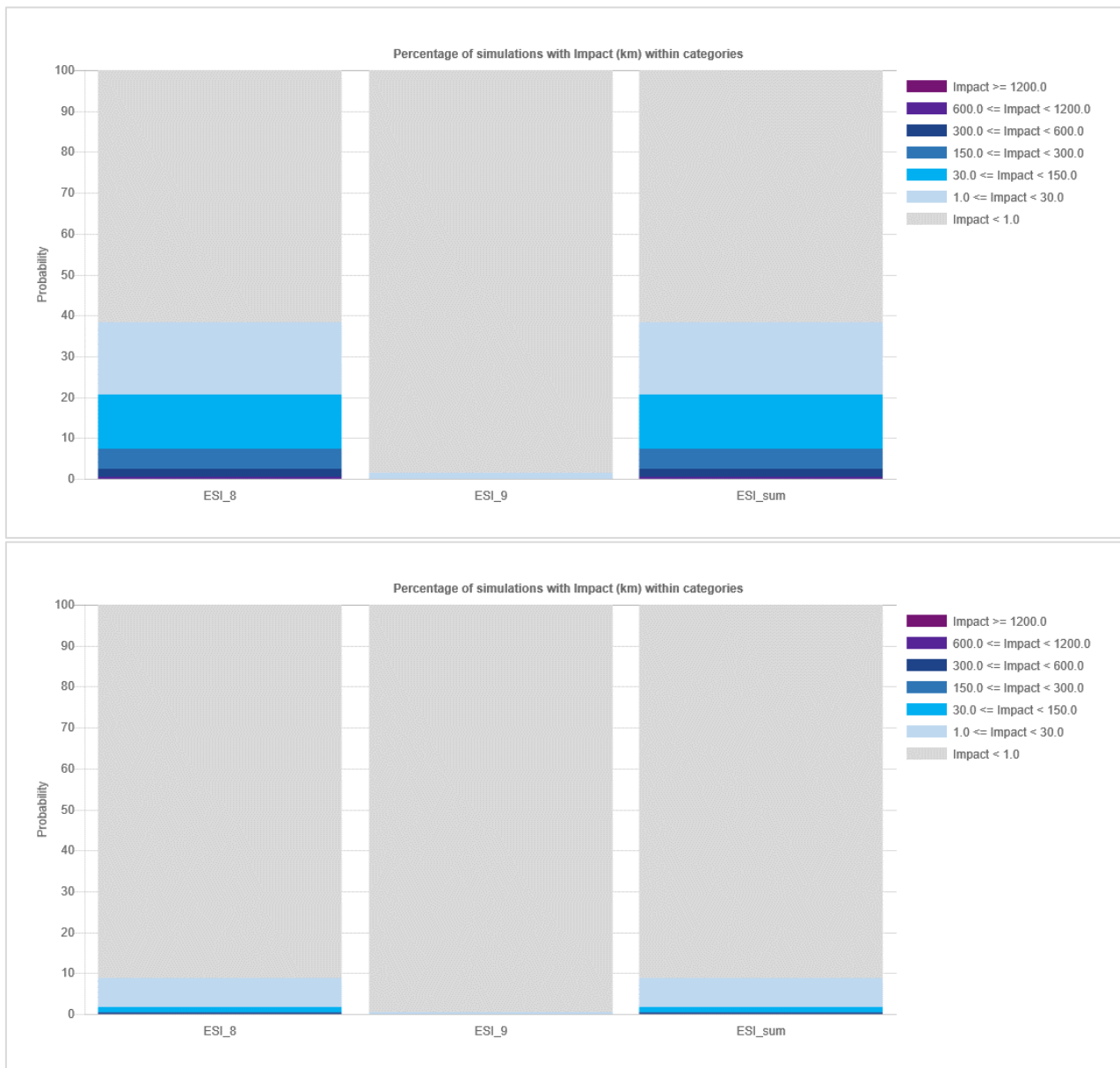


**Figur 6-19** Sannsynlighet for ulike miljøskader på strandfauna som følge av en utblåsning av **olje** (øverst) og **kondensat** (nederst) ved boring på Kraflafeltet. Skade er vist for ulike ESI klasser og samlet for alle strandtyper.



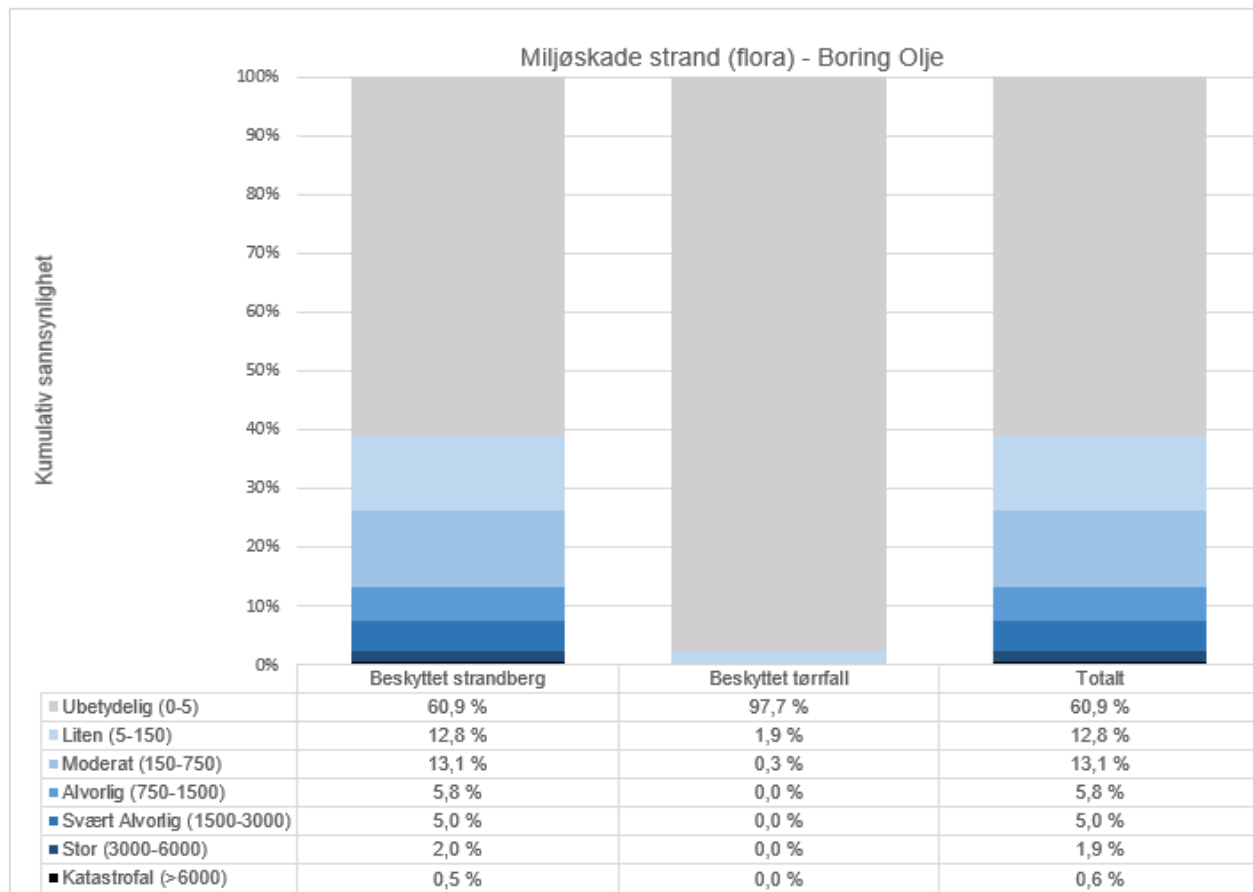
### 6.2.1.2 Flora

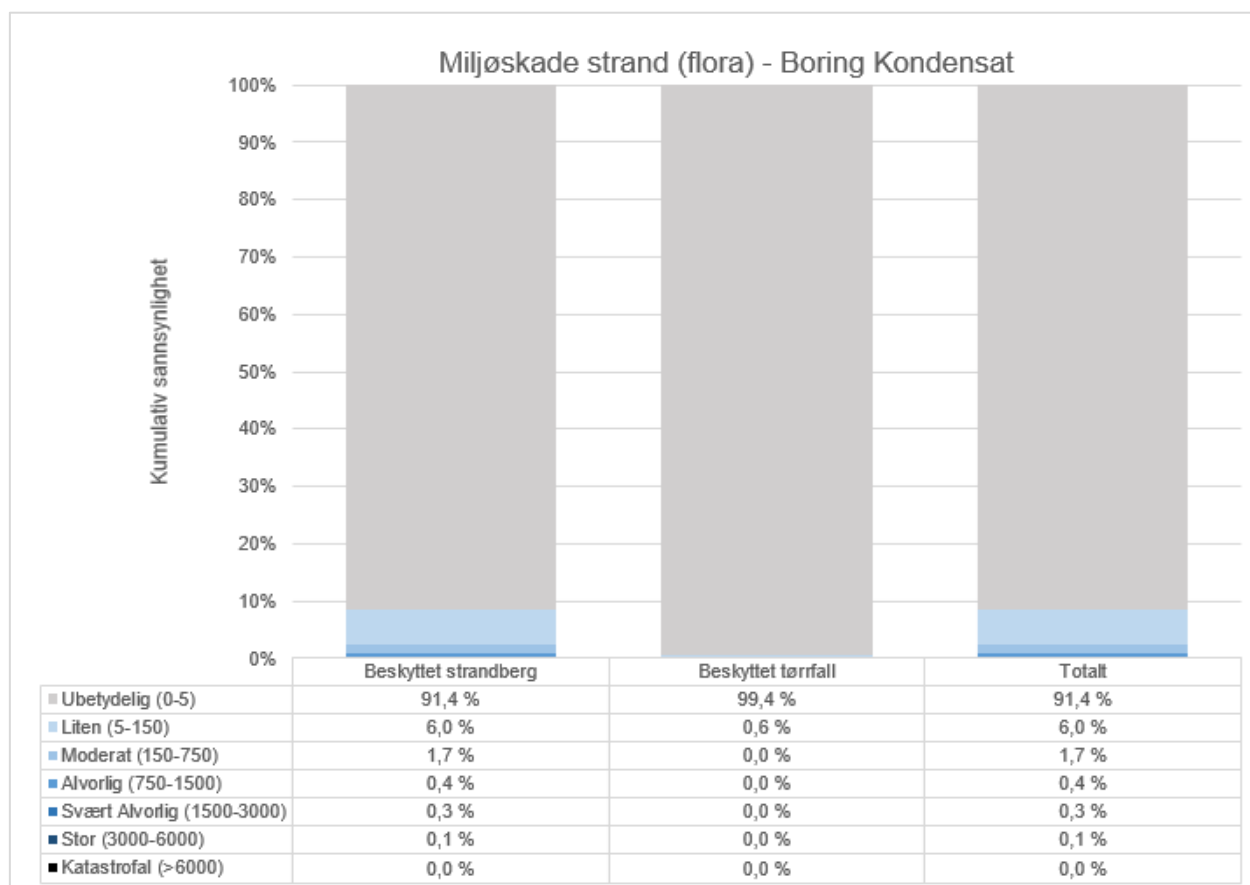
Sannsynlighet for påvirkning på strandflora under boreaktivitet på Kraflafeltet er vist for utslipp av olje og kondensat (Figur 6-20). Utslipp av olje viser en samlet sannsynlighet på 0,03 % for å få en påvirkning på over 1200 km, og det er samtidig 93 % sannsynlig at påvirkning på strandflora er under 150 km. Utslipp av kondensat viser en samlet sannsynlighet på 99 % for påvirkning på under 150 km.



**Figur 6-20** Sannsynlighet for påvirkning av strandflora (ulike ESI klasser) som følge av utblåsning av **olje** (øverst) og **kondensat** (nederst) ved boring på Kraflafeltet. ESI 8 – beskyttet strandberg og ESI 9 – beskyttet tørrfall.

Beregnet miljøskade for strandflora (basert på ressurskedefaktoren RDF) er presentert for utslipp av både olje og kondensat i Figur 6-21. Det er sannsynlighet for miljøskade i alle konsekvenskategoriene, med unntak av kategorien *Katastrofal* ved utslipp av kondensat. Det er 61 % sannsynlighet for *Ubetydelig* påvirkning sammenlagt for olje, og hele 91% for kondensat.



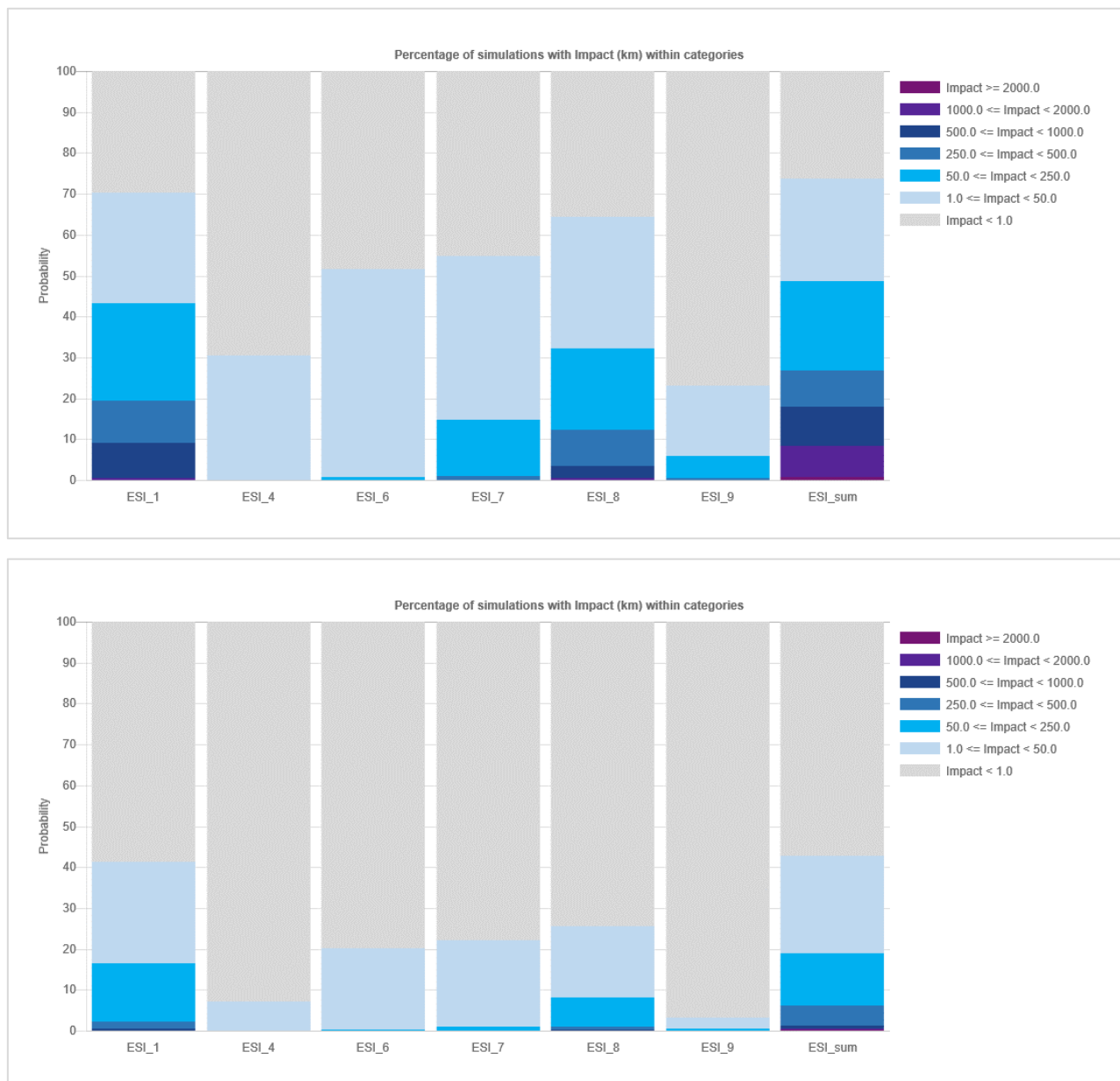


**Figur 6-21** Sannsynlighet for ulike miljøskader på strandflora som følge av en utblåsning av **olje** (øverst) og **kondensat** (nederst) ved boring på Kraflafeltet. Skade er vist for ESI klasse 8 (beskyttet strandberg) og 9 (beskyttet tørrfall) og samlet for alle strandtyper.

## 6.2.2 Produksjon og komplettering – Høyaktivitetsår

### 6.2.2.1 Fauna

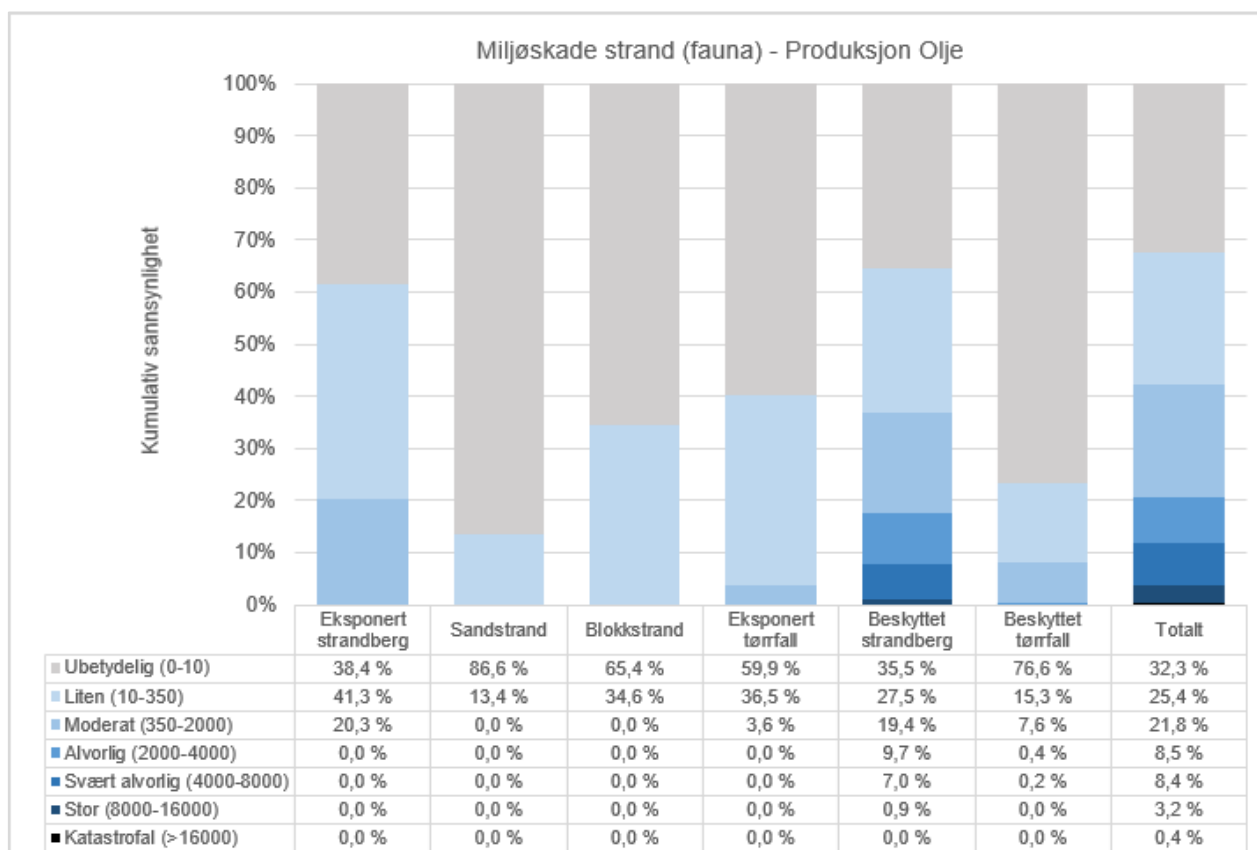
Sannsynlighet for påvirkning på strandfauna under produksjon høyaktivitetsår på Kraflafeltet er vist for utslipp av olje og kondensat (Figur 6-22). Utslipp av olje viser en samlet sannsynlighet på 0,8 % for å få en påvirkning på over 2000 km. Det er samtidig 73 % sannsynlig at påvirkning på strandfauna er under 250 km. Utslipp av kondensat derimot viser en samlet sannsynlighet på 94 % for påvirkning på under 250 km.

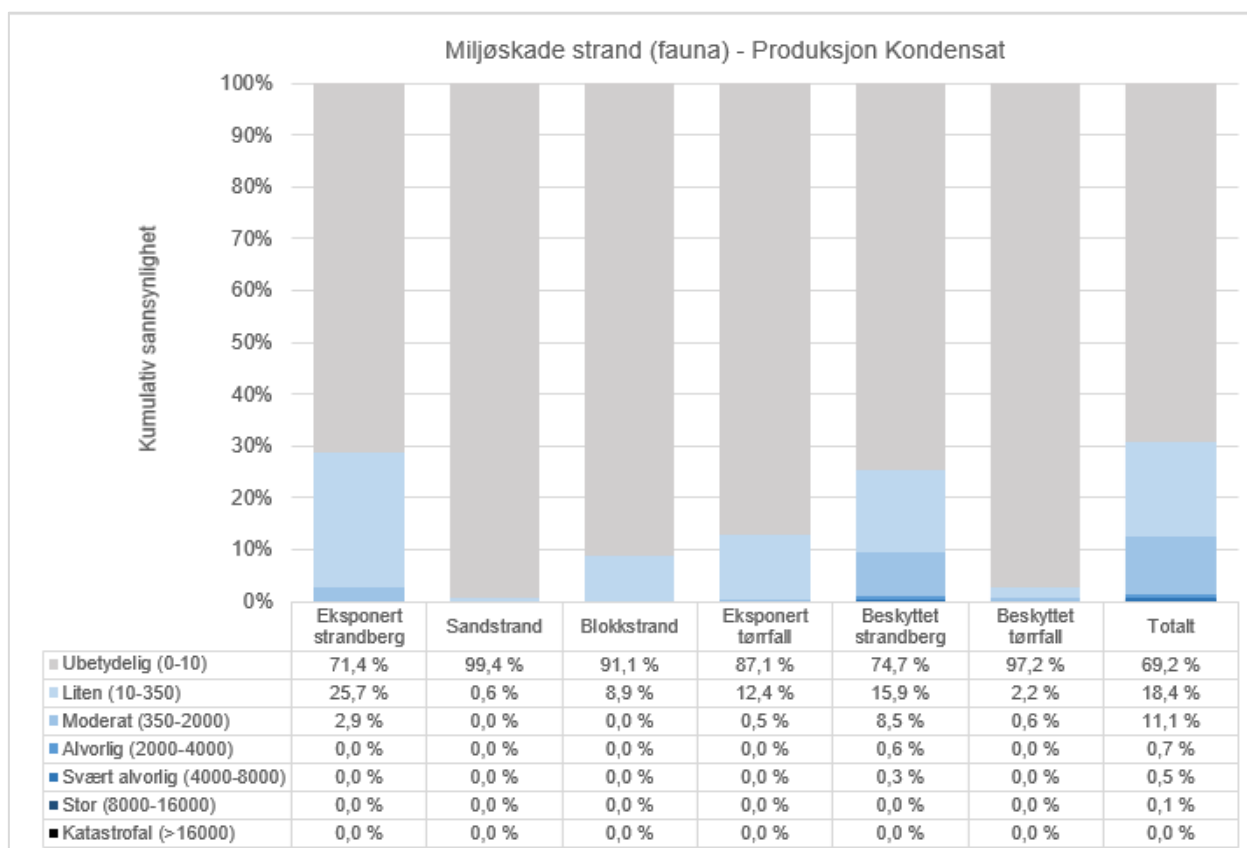


**Figur 6-22** Sannsynlighet for påvirkning av strandfauna (ulike ESI klasser) som følge av utblåsning av **olje** (øverst) og **kondensat** (nederst) ved produksjon høyaktivitetsår på Kraflafeltet. ESI 1 – eksponert strandberg, ESI 4 – sandstrand, ESI 6 - blokkstrand, ESI 7 – eksponert tørrfall, ESI 8 – beskyttet strandberg og ESI 9 – beskyttet tørrfall.

Månedlig gjennomsnittlig og maksimal påvirkning på strandfauna viser tilsvarende resultater som ved boreaktivitet (Figur 6-17), med en gjennomsnittlig påvirkning på under 300 km for oljeutslipp, og under 80 km for utslipp av kondensat.

Beregnet miljøskade for strandfauna (basert på ressurskade faktoren RDF) er kategorisert i henhold til ERA Acute konsekvenskategorier (Tabell 4-3) og presentert for utslipp av både olje og kondensat i Figur 6-23. Det er sannsynlighet for miljøskade i alle konsekvenskategoriene, med unntak av kategorien *Katastrofal* ved utslipp av kondensat. Det er 32 % sannsynlighet for *Ubetydelig* påvirkning ved oljeutblåsning, og hele 69% ved kondensatutblåsning.





**Figur 6-23** Sannsynlighet for ulike miljøskader på strandfauna som følge av en utblåsning av **olje** (øverst) og **kondensat** (nederst) ved produksjon høyaktivitetsår på Kraflafeltet. Skade er vist for ulike ESI klasser og samlet for alle strandtyper.

### 6.2.2.2 Flora

Sannsynlighet for påvirkning på strandflora under produksjon i et høyaktivitetsår viser tilsvarende resultater som ved boreaktivitet på Kraflafeltet (Figur 6-20), med en samlet sannsynlighet på 91 % for en påvirkning på under 150 km ved oljeutslipp, og nesten 100 % ved utslipp av kondensat.

Beregnet miljøskade for strandflora under produksjon høyaktivitetsår gir også tilsvarende resultater som ved boreaktivitet (Figur 6-21).

## 6.2.3 Produksjon – Normalt produksjonsår

### 6.2.3.1 Fauna

Sannsynlighet for påvirkning på strandfauna under produksjon normalår viser tilsvarende resultater som ved boreaktivitet (Figur 6-16) og produksjon høyaktivitetsår (Figur 6-22) på Kraflafeltet. Utslipp av olje viser en samlet sannsynlighet på 75 % for å få en påvirkning på under 250 km, mens utslipp av kondensat gir 98 % sannsynlighet for påvirkning på under 250 km.

I likhet gir også beregnet miljøskade for strandfauna tilsvarende resultater som ved boreaktivitet (Figur 6-19) og produksjon høyaktivitetsår (Figur 6-23), med sannsynlighet for skade i alle konsekvenskategoriene utenom *Stor* og *Katastrofal* for utslipp av kondensat.



### 6.2.3.2 Flora

Sannsynlighet for påvirkning og beregnet miljøskade på strandflora under produksjon normalår viser igjen tilsvarende resultater som ved boreaktivitet (Figur 6-20, Figur 6-21) og produksjon høyaktivitetsår.

### 6.2.4 Lekkasje fra rørledning

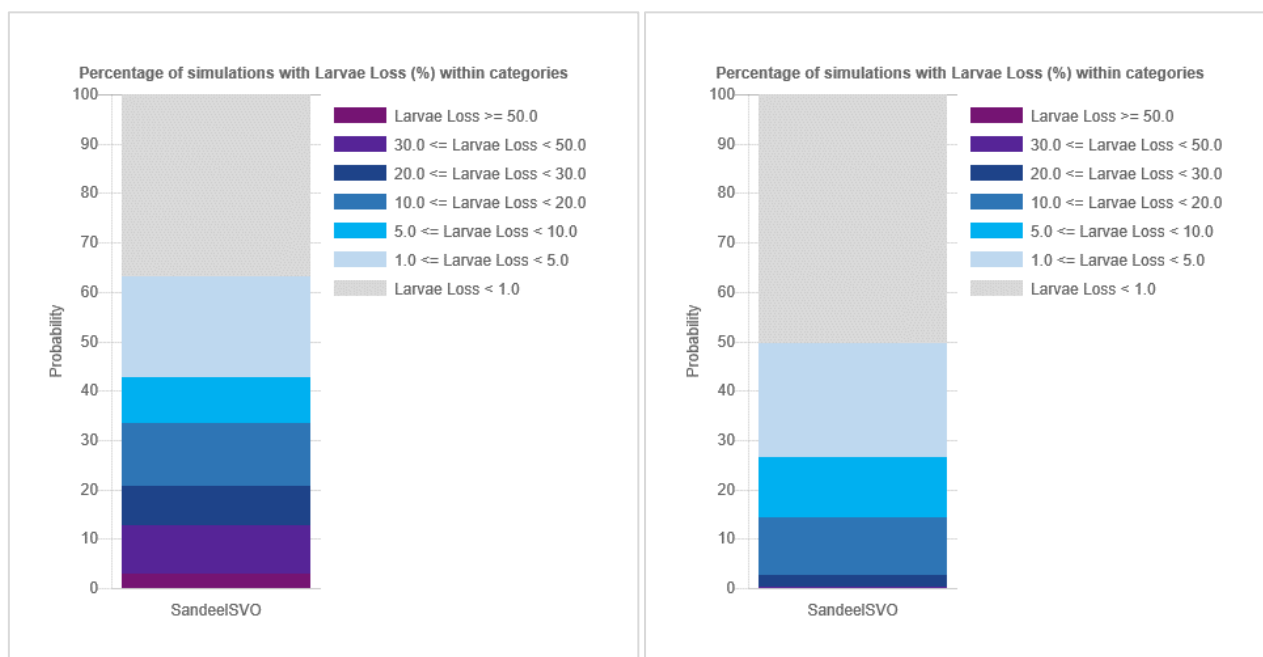
Modellert lekkasje fra rørledning gir liten sannsynlighet for stranding og dermed liten sannsynlighet for miljøskade på strandflora eller strandfauna.

## 6.3 Konsekvenser for fisk

Konsekvenser for fisk er beregnet med THC tilnærming, hvor man ser på maksimal tidsmidlet hydrokarbonkonsentrasjon i vannsøylen og ser på om disse konsentrasjonene er over effektgrensen for dødelige effekter på fiskelarver på 58 ppb (NOROG, 2020). Konsentrasjonene overlappes fiskelarveutbredelsene, og larvetap oppsummeres pr. simulering.

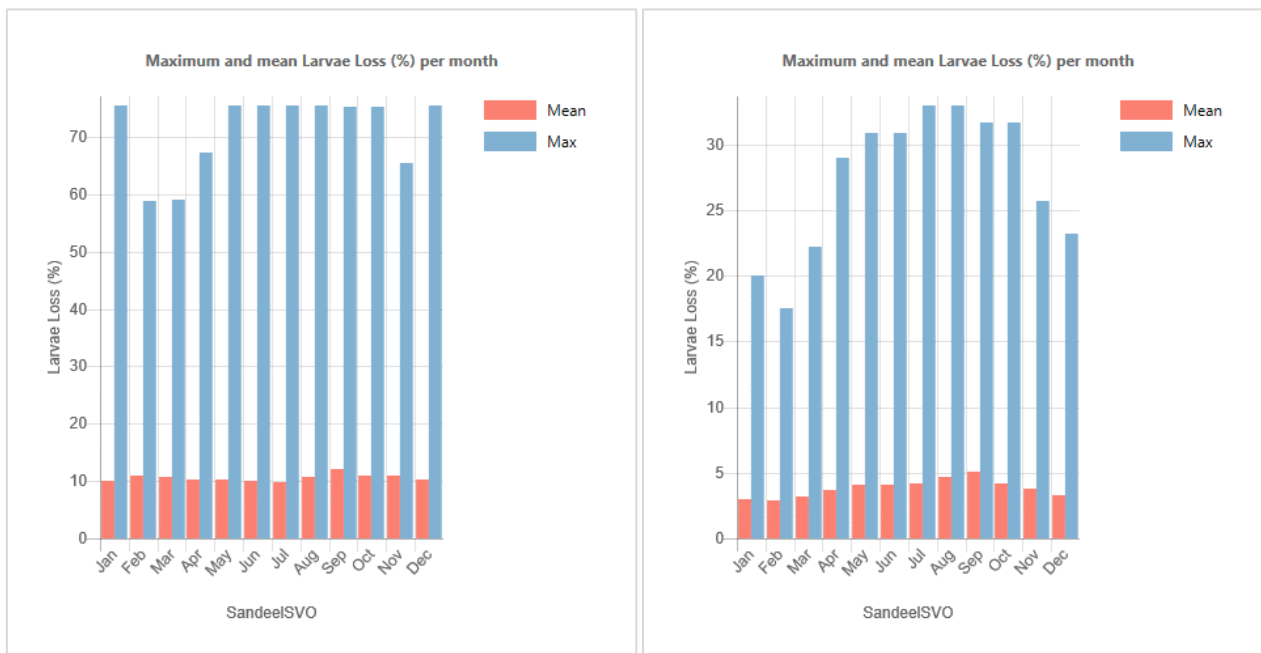
### 6.3.1 Boreaktivitet - Høyaktivitetsår

Beregnet sannsynlighet for larvetap under boreaktivitet på Kraflafeltet er vist for utslipp av olje og kondensat (Figur 6-24), hvor tapsandelen av tobis er beregnet utelukkende på bestanden nordøst i Nordsjøen, Vikingbanken, som er nærmest lokasjonen til Krafla. For oljeutslipp er det beregnet 2,8 % sannsynlighet for tap av over 50 % av tobislarvene. Det er videre 9,9 % sannsynlighet for tap av 30-50 % av larvene og hele 36,8 % sannsynlighet for larvetap under 1 % (Figur 6-24). For utblåsning med kondensat er det beregnet lavere tapsandeler med 2,7 % sannsynlighet for >20 % tap, og 50,4 % sannsynlighet for larvetap under 1 %.



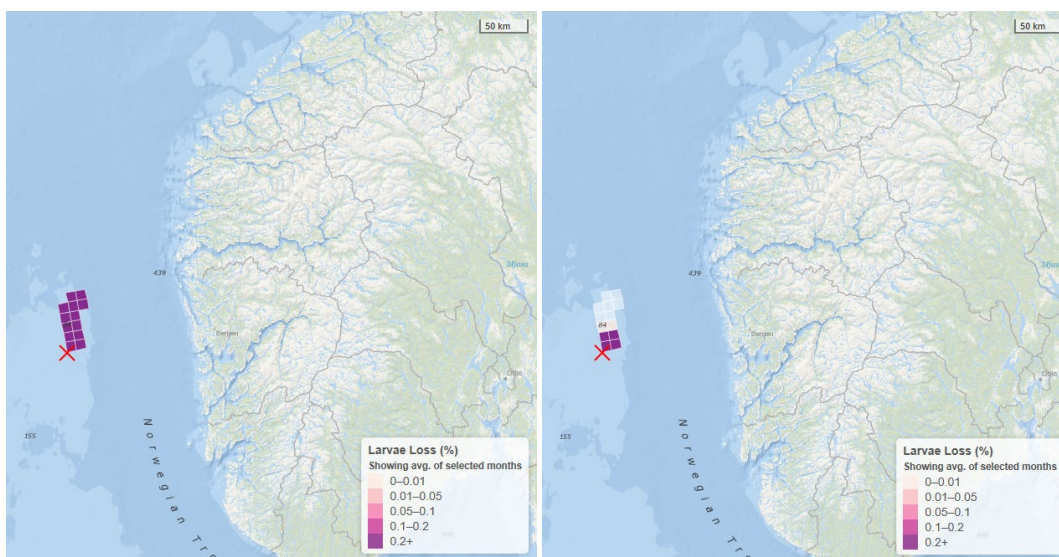
**Figur 6-24** Sannsynlighet for bestandstap (larvestadiet) av tobis som følge av utblåsning av olje (venstre) og kondensat (høyre) ved boring på Kraflafeltet.

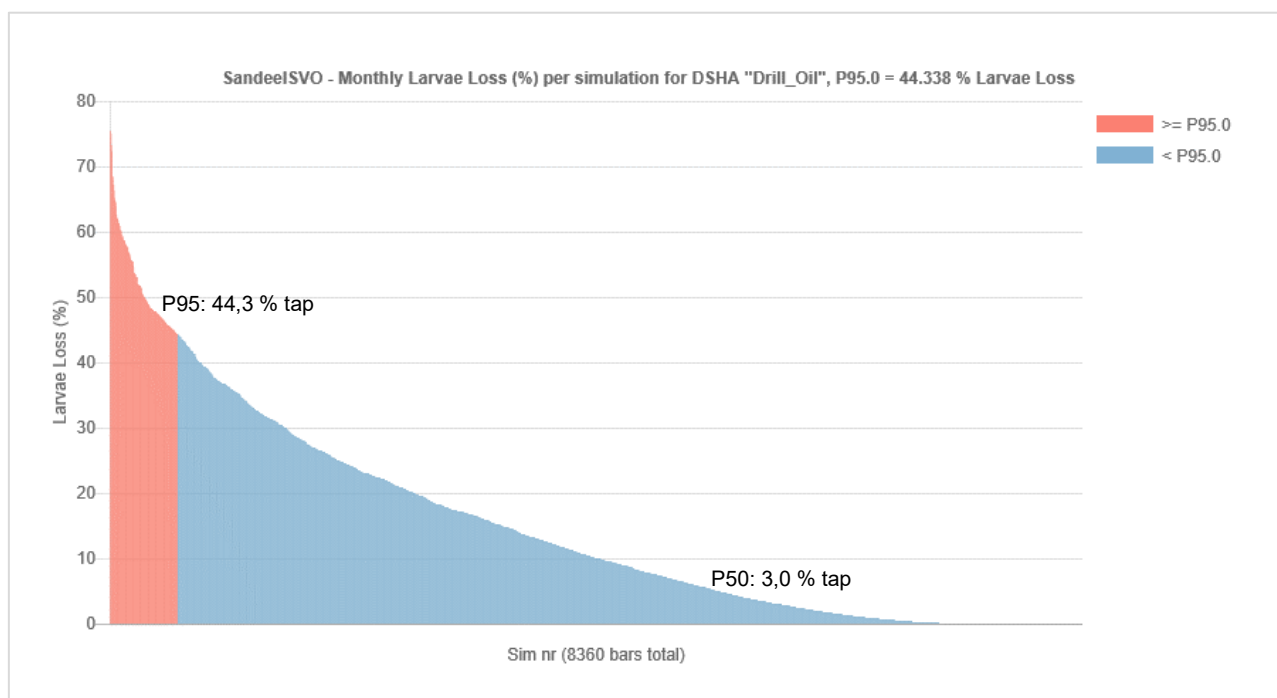
Maksimalt larvetap fra en enkeltsimulering på tobis ved oljeutslipp er beregnet for perioden mai-august med 75,5 % og gjennomsnittlig larvetap er på under 12,1% i alle årets måneder (Figur 6-25). Ved utslipp av kondensat ligger maksimalt larvetap for tobis på 33% i juli-august, og gjennomsnittlig larvetap er under 5,1% i alle årets måneder.



**Figur 6-25** Gjennomsnittlige (rød søyle) og maksimale (blå søyle) månedlige larvetap (%) for tobis (SVO indikerer gyteområdet på Vikingbanken) som følge av utblåsning av **olje** (venstre) og **kondensat** (høyre) ved boring på Kraflafeltet.

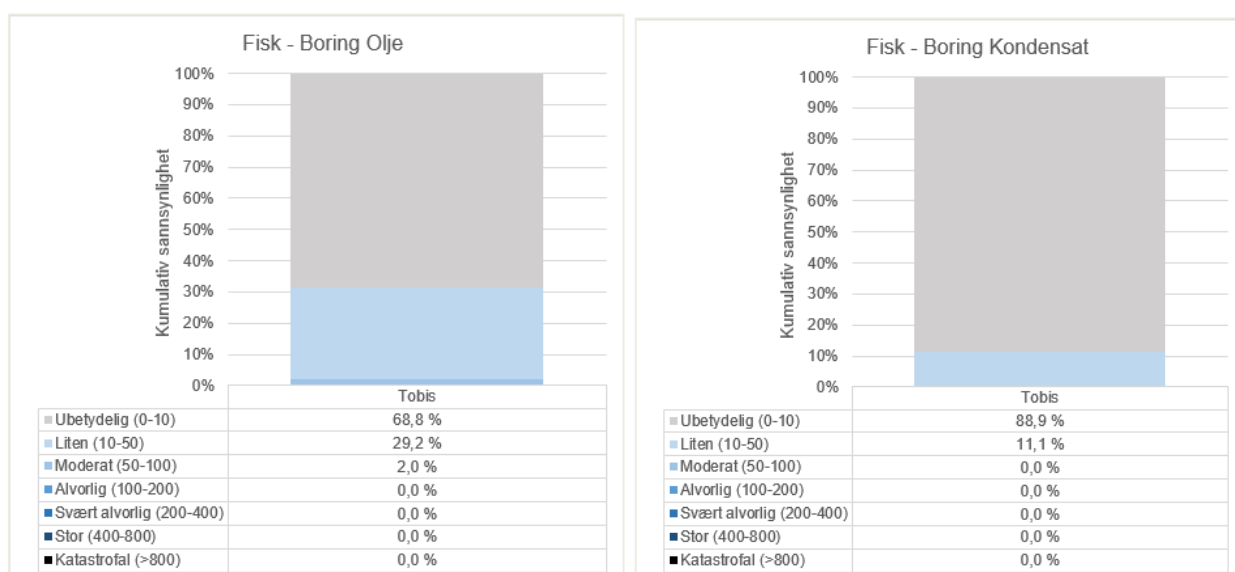
Figur 6-26 viser kart over hvor tobis kan bli påvirket ved utblåsning av olje. 95-persentil av høyeste påvirkning på 44,3 % bestandstap er vist sammen med forventet påvirkning (50-persentil) som er rundt 3,0 % bestandstap.





**Figur 6-26** Beregnet bestandtap for tobis som følge av utblåsning av olje ved boring på Kraflafeltet. 95-persentil og 50-persentil største bestandtap er avmerket i graf nederst og vist med påvirkningskart øverst (95-persentil til venstre og forventet utfall 50-persentil til høyre).

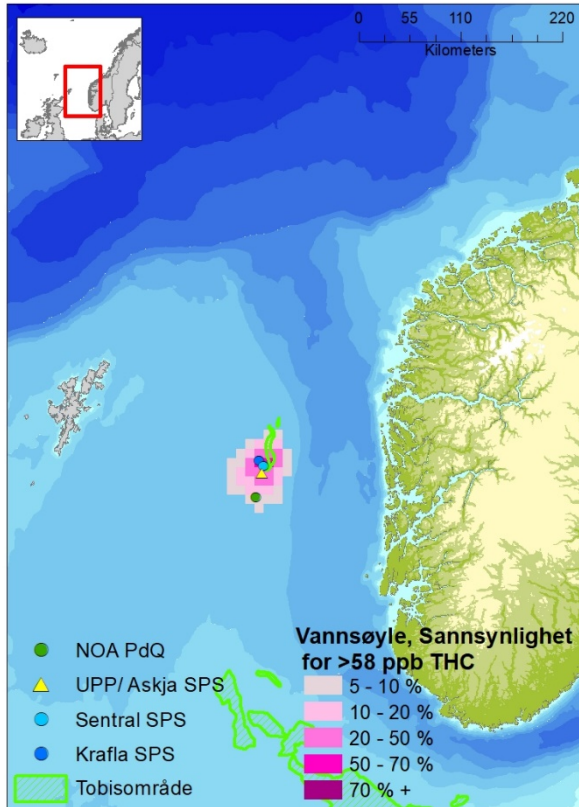
Beregnet miljøskade (basert på ressurskedefaktoren RDF) på tobisbestanden ved boring er kategorisert i henhold til ERA Acute konsekvenskategorier (Tabell 4-3) og presentert for utslipp av både olje og kondensat i Figur 6-27. Det er begrenset sannsynlighet for *Moderat* miljøskade ved utslipp av olje, mens kondensat gir kun utslag i de to laveste konsekvenskategoriene (*Liten* og *Ubetydelig*).



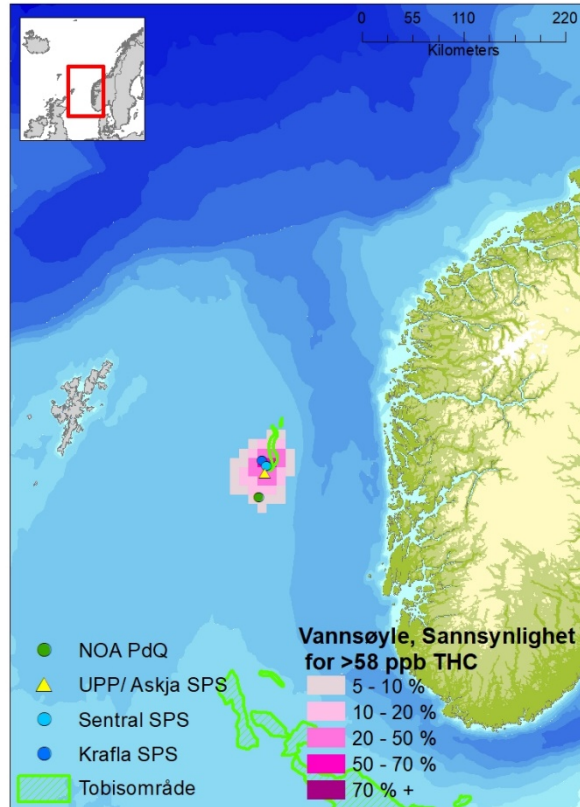
**Figur 6-27** Sannsynlighet for ulike miljøskader på tobisbestanden som følge av en utblåsning av olje (venstre) og kondensat (høyre) ved boring på Kraflafeltet.

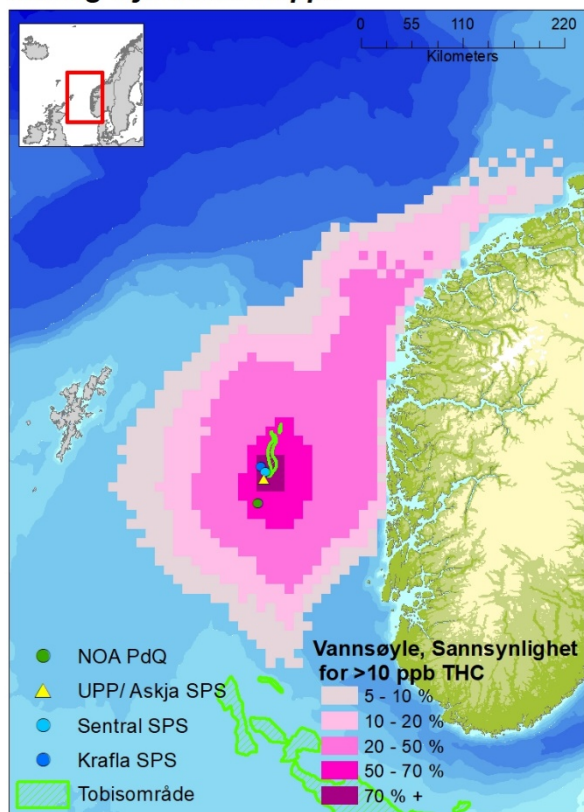
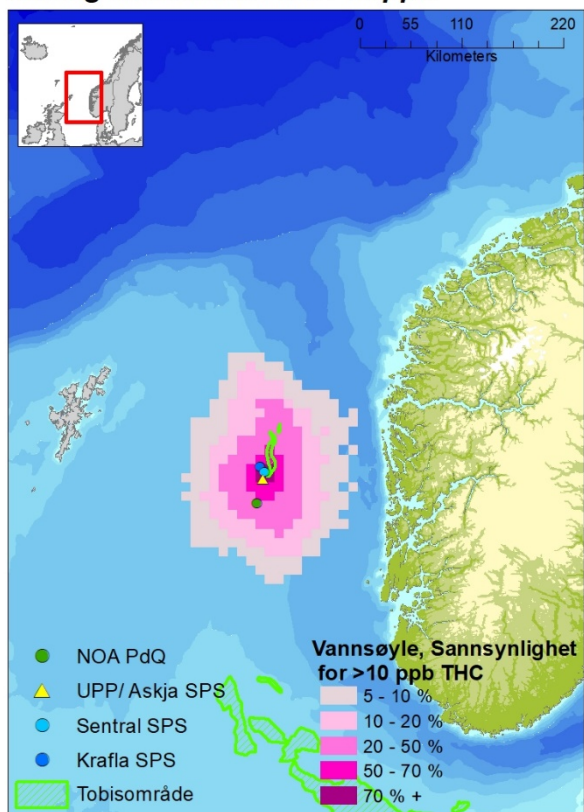
Det er også gjennomført overlappsanalyse med influensområdet i vannsøylen (sannsynlighet for THC konsentrasjoner over 58 ppb) og gyteområde for tobis. Overlappsanalysen er vist i Figur 6-28 for både olje og kondensat fra Kraflafeltet. I tillegg er det som en sensitivitet vist overlapp med en lavere konsentrasjon på 10 ppb THC som indikerer at det er store områder som kan eksponeres med THC mellom 10 og 58 ppb. 58 ppb THC indikerer en LC50 verdi i ERA Acute dvs. 5 % dødelighet.

**Boring olje THC >58 ppb**



**Boring kondensat THC >58 ppb**

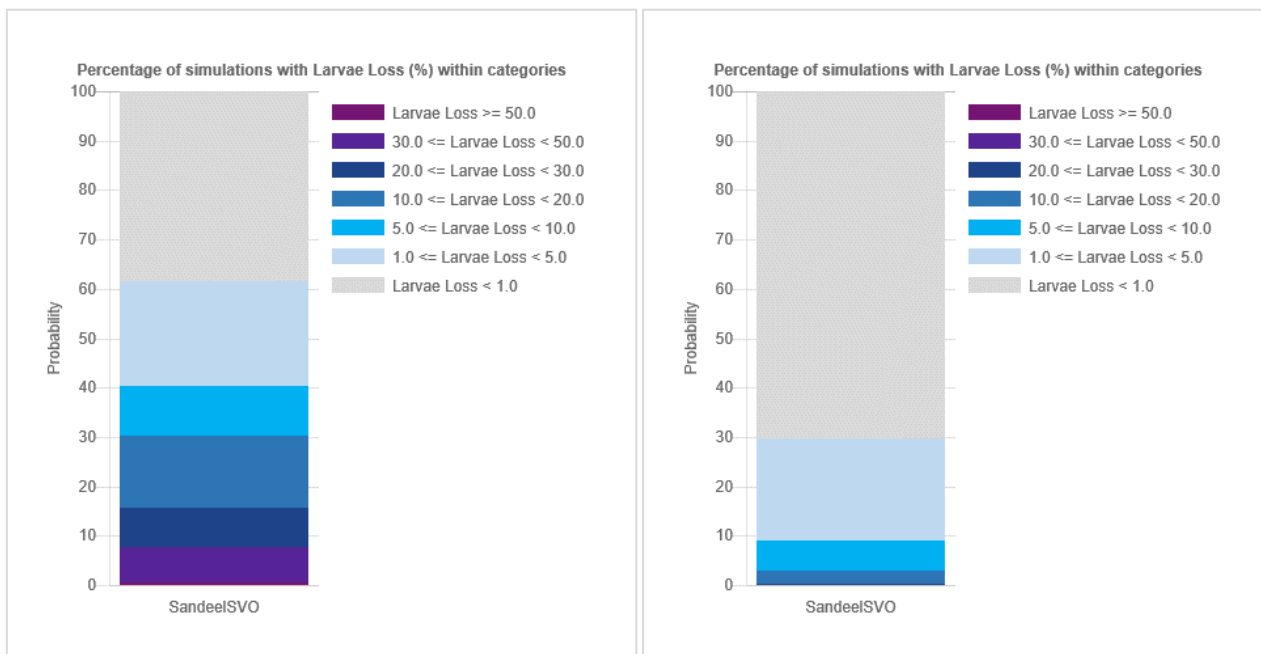


**Boring olje THC >10 ppb**

**Boring kondensat THC >10 ppb**


**Figur 6-28** Influensområde i vannsøylen gitt en sjøbunnsutblåsning av **olje** (venstre) og **kondensat** (høyre) ved boring i høyaktivitetsår (øverst) og normalt produksjonsår (nederst).

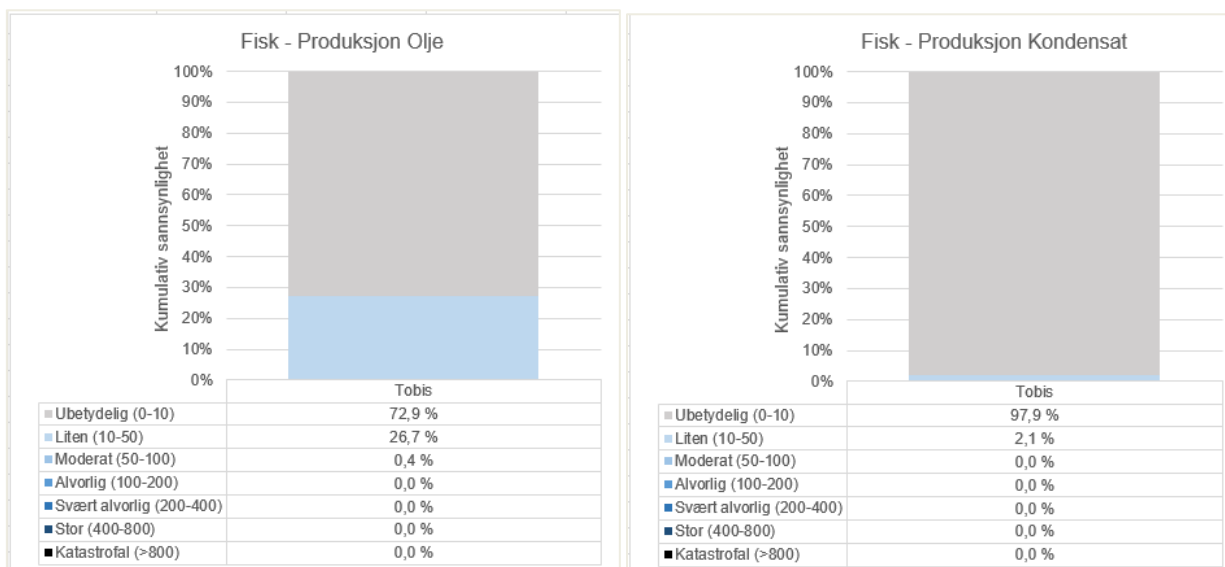
### 6.3.2 Produksjon og komplettering – Høyaktivitetsår

Beregnet sannsynlighet for larvetap under produksjon i et høyaktivitetsår på Kraflafeltet er vist for utslipp av olje og kondensat (Figur 6-29). For oljeutslipp er det beregnet 0,6 % sannsynlighet for tap av over 50 % av tobislarvene. Det er videre 7,1 % sannsynlighet for tap av 30-50 % av larvene og hele 38,6 % sannsynlighet for larvetap under 1 % (Figur 6-29). For utblåsning med kondensat er det beregnet lavere tapsandeler med 0,2 % sannsynlighet for >20 % tap og 70,2 % sannsynlighet for larvetap under 1 %.



**Figur 6-29** Sannsynlighet for bestandstap (larvestadiet) av tobis som følge av utblåsning av **olje** (venstre) og **kondensat** (høyre) ved boring på Kraflafeltet.

Beregnet miljøskade (basert på ressurskedefaktoren RDF) på tobisbestanden ved produksjon høyaktivitetsår og presentert for utslipp av både olje og kondensat i Figur 6-30. Det er begrenset sannsynlighet for *Moderat* miljøskade ved utslipp av olje, mens kondensat gir kun utslag i de to laveste konsekvenskategoriene (*Liten* og *Ubetydelig*).



**Figur 6-30** Sannsynlighet for ulike miljøskader på tobisbestanden som følge av en utblåsning av **olje** (venstre) og **kondensat** (høyre) ved produksjon høyaktivitetsår på Kraflafeltet.



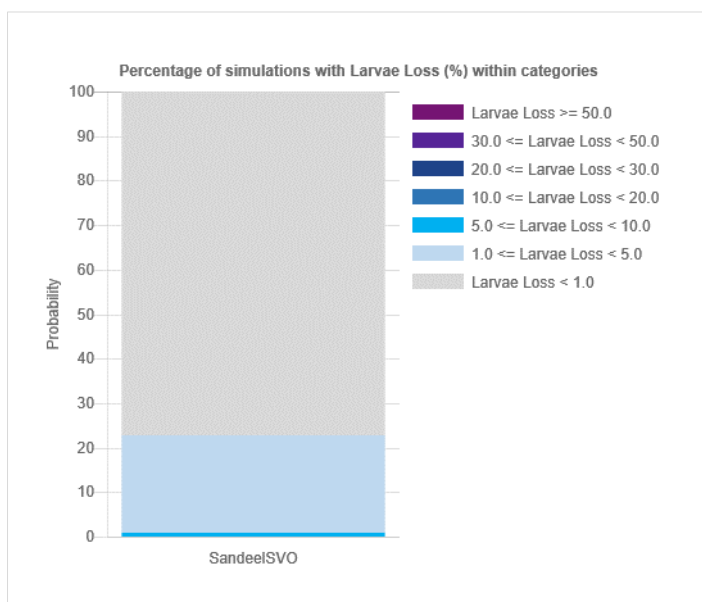
### 6.3.3 Produksjon – Normalt produksjonsår

Beregnet sannsynlighet for larvetap under produksjon normalår viser tilsvarende resultater som ved boreaktivitet (Figur 6-24) og produksjon høyaktivitetsår (Figur 6-29) på Kraflafeltet. For oljeutslipp er det beregnet 1,3 % sannsynlighet for tap av over 50 % av tobislarvene. Det er videre 11,6 % sannsynlighet for tap av 30-50 % av larvene og hele 37,2 % sannsynlighet for larvetap under 1 %. For utblåsning med kondensat er det beregnet lavere tapsandeler med 0,6 % sannsynlighet for >20 % tap og 52,9 % sannsynlighet for larvetap under 1 %.

Beregnet miljøskade (basert på ressurskade faktoren RDF) på tobisbestanden ved produksjon normalår viser tilsvarende sannsynligheter og konsekvenskategorier som for boreaktivitet (Figur 6-27) og produksjon høyaktivitetsår (Figur 6-30).

### 6.3.4 Lekkasje fra rørledning

Sannsynligheten for bestandstap av tobislarver under et lekkasjescenario på Kraflafeltet viser et tap på 1,0 % i kategorien 5-10% av bestanden, 21,9% i kategorien 1-5%, og 77,2 % sannsynlighet for larvetap under 1 % (Figur 6-31).



**Figur 6-31** Sannsynlighet for bestandstap (larvestadiet) av tobis som følge av utblåsning av olje (venstre) og kondensat (høyre) ved boring på Kraflafeltet.

Beregnet miljøskade på tobisbestanden ved lekkasje er kun i nederste konsekvenskategori *Ubetydelig* (Tabell 4-3).

## 6.4 Månedlig miljøkonsekvens gitt en utblåsning fra Kraflafeltet

Høyest månedlig miljørisiko for sjøfugl, strand og tobis er presentert for utslipp av olje ved utviklingsboring i et høyaktivitetsår. Hensikten er å illustrere hvilke ressurser som er mest utsatt gjennom året og høyeste berørte konsekvenskategori innenfor hver måned. Gitt et mindre utslag i en høyere konsekvenskategori så er mesteparten av sannsynligheten fordelt på de lavere kategoriene. Tabeller med alle sannsynligheter er gitt i Appendix B.

På månedsbasis er det i juni begrenset sannsynlighet for *Stor* miljøskade for sjøfugl (havhest). For de øvrige månedene er det noe sannsynlighet for *Svært alvorlig* konsekvens, foruten *Alvorlig* konsekvens i april og oktober og *Liten* konsekvens

i september. Foruten havhest er dimensjonerende sjøfuglarter gjennom året havsule (august til mars utenom oktober), lunde (april og mai) og svartand (oktober) (Tabell 6-1).

**Tabell 6-1** Månedlig fordeling på konsekvenskategorier for dimensjonerende sjøfuglbestand gitt en utblåsning av olje i tilknytning til utviklingsboring på Kraflafeltet. Equinor sine konsekvenskategorier er benyttet. Kun sannsynligheter over 1 % er tatt med i tabellen.

	Januar	Februar	Mars	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Desember
<b>Ubetydelig</b>												
<b>Liten</b>									19,0 %			
<b>Moderat</b>												
<b>Alvorlig</b>				12,8 %						2,7 %		
<b>Svært Alvorlig</b>	6,4 %	7,1 %	8,7 %		5,3 %		5,5 %	1,3 %			6,6 %	7,0 %
<b>Stor</b>						1,1 %						
<b>Katastrofal</b>												

Dim. Sjøfuglbestand	havsule	havsule	havsule	lunde	lunde	havhest	havhest	havsule	havsule	svartand	havsule	havsule

For kysthabitat er fauna dimensjonerende gitt utslipp av olje ved utviklingsboring. Det er en liten sannsynlighet for *Stor* konsekvens i alle årets måneder (Tabell 6-2). Samlet sett er det over 22 % sannsynlighet for *Ubetydelig* miljøkonsekvens hele året.

**Tabell 6-2** Månedlig fordeling på konsekvenskategorier for kysthabitat (fauna) gitt en utblåsning av olje i tilknytning til utviklingsboring på Kraflafeltet. Equinor sine konsekvenskategorier er benyttet. Kun sannsynligheter over 1 % er tatt med i tabellen.

	Januar	Februar	Mars	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Desember
<b>Ubetydelig</b>												
<b>Liten</b>												
<b>Moderat</b>												
<b>Alvorlig</b>												
<b>Svært Alvorlig</b>												
<b>Stor</b>	2,4 %	2,3 %	1,8 %	1,8 %	1,4 %	1,3 %	2,2 %	2,6 %	3,1 %	3,0 %	2,9 %	3,0 %
<b>Katastrofal</b>												

For fisk (tobis) er det en begrenset sannsynlighet for *Moderat* miljøskade i mai til januar og sannsynlighet for *Liten* skade i februar til april (Tabell 6-3). Samlet sett er det over 65 % sannsynlighet for *Ubetydelig* miljøkonsekvens i alle årets måneder.

**Tabell 6-3** Månedlig fordeling på konsekvenskategorier for fisk (tobis) gitt en utblåsning av olje i tilknytning til utviklingsboring på Kraflafeltet. Equinor sine konsekvenskategorier er benyttet. Kun sannsynligheter over 1 % er tatt med i tabellen.

	Januar	Februar	Mars	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Desember
<b>Ubetydelig</b>												
<b>Liten</b>		34,2 %	33,8 %	31,2 %								
<b>Moderat</b>	1,0 %				1,9 %	1,7 %	2,7 %	3,4 %	4,3 %	3,2 %	2,3 %	2,1 %
<b>Alvorlig</b>												
<b>Svært Alvorlig</b>												
<b>Stor</b>												
<b>Katastrofal</b>												

## 6.5 Miljørisiko i et høyaktivitetsår

I dette kapittelet presenteres årlig miljørisiko for de ulike VØK-gruppene enkeltvis og samlet i Equinor sin risikomatrix. All miljørisiko vises uten effekt av avbøtende tiltak som for eksempel oljevernberedskap. For de individuelle VØK-matrisene er bidrag med frekvens over grenseverdi på  $10^{-6}$ , markert med symbol.

Miljørisikoen for sjøfugl i et høyaktivitetsår er bestemt av havhest (Ns), og det er resultatene for denne arten som ligger til grunn for risikomatriksen (Figur 6-32). Matriksen viser 0,1 % sannsynlighet for *Svært alvorlig* miljøskade på sjøfugl gitt en utblåsning fra Krafla. Risikoen ligger i grønt område i risikomatriksen.

Sjøfugl	$<10^{-5}$	$10^{-5}-10^{-4}$	$10^{-4}-10^{-3}$	$10^{-3}-10^{-2}$	0,01-0,05	0,05-0,25	0,25-0,5	$>0,5$
Havhest (Ns)	Sannsynlighet							
Miljøkonsekvens	$<0,001\%$	0,001-0,01%	0,01-0,1%	0,1-1%	1-5%	5-25%	25-50%	$>50\%$
Ubetydelig (1-2)				● 94,9 %				
Liten (3)			●	3,3 %				
Moderat (4)		●		0,8 %				
Alvorlig (5)		●		0,9 %				
Svært Alvorlig (6)	●			0,1 %				
Stor (7)								
Katastrofal (8)								
Ekstrem (9)								

**Figur 6-32** Miljørisiko for sjøfugl som følge av utblåsning fra alle aktiviteter på Kraflafeltet i et høyaktivitetsår. Sannsynlighet for ulike miljøkonsekvenser er angitt med prosent gitt en utblåsning med sannsynlighet på 0,348 % pr år, og plottet med hvitt symbol i risikomatriksen. Bidrag med frekvenser lavere enn  $10^{-6}$  er ikke markert med symbol. Resultatene er basert på sjøfugl med høyest utslag (havhest (Ns)).

Miljørisiko for strandfauna er presentert i Figur 6-33 og viser 0,1 % sannsynlighet for *Katastrofal* miljøskade og 0,6 % sannsynlighet for *Stor* miljøskade gitt en utblåsning fra Krafla. Risikoen ligger i gult område i matriksen. For strandflora er det også utslag i alle konsekvenskategoriene, men med lavere sannsynlighet enn for fauna. Dette innebærer at fauna er dimensjonerende for kysthabitat.

Kyst og strand	<10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-5</sup> -10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-4</sup> -10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-3</sup> -10 <sup>-2</sup>	0,01-0,05	0,05-0,25	0,25-0,5	> 0,5
Fauna	Sannsynlighet							
Miljøkonsekvens	<0,001%	0,001-0,01%	0,01-0,1%	0,1-1%	1-5%	5-25%	25-50%	>50%
Ubetydelig (1-2)				63.9 %				
Liten (3)				20.0 %				
Moderat (4)				11.9 %				
Alvorlig (5)				1.9 %				
Svært Alvorlig (6)				1.6 %				
Stor (7)				0.6 %				
Katastrofal (8)				0.1 %				
Ekstrem (9)								

**Figur 6-33** Miljørisiko for strandfauna som følge av utblåsning fra alle aktiviteter på Kraflafeltet i et høyaktivitetsår. Sannsynlighet for ulike miljøkonsekvenser er angitt med prosent gitt en utblåsning med sannsynlighet på 0,348 % pr år, og plottet med hvitt symbol i risikomatriksen. Bidrag med frekvenser lavere enn 10<sup>-6</sup> er ikke markert med symbol. Resultatene er basert på summen av alle strandtyper (ESler).

Miljørisiko for fisk (tobis) er vist i Figur 6-34 og viser 0,1 % sannsynlighet for *Moderat* skade, og 7,4 % for *Liten* skade. All risikoen ligger i grønt område i risikomatriksen.

Fisk	<10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-5</sup> -10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-4</sup> -10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-3</sup> -10 <sup>-2</sup>	0,01-0,05	0,05-0,25	0,25-0,5	> 0,5
Tobis - Vikingbanken	Sannsynlighet							
Miljøkonsekvens	<0,001%	0,001-0,01%	0,01-0,1%	0,1-1%	1-5%	5-25%	25-50%	>50%
Ubetydelig (1-2)				92.5 %				
Liten (3)				7.4 %				
Moderat (4)				0.1 %				
Alvorlig (5)								
Svært Alvorlig (6)								
Stor (7)								
Katastrofal (8)								
Ekstrem (9)								

**Figur 6-34** Miljørisiko for tobis som følge av utblåsning fra alle aktiviteter på Kraflafeltet i et høyaktivitetsår. Sannsynlighet for ulike miljøkonsekvenser er angitt med prosent gitt en utblåsning med sannsynlighet på 0,348 % pr år, og plottet med hvitt symbol i risikomatriksen. Bidrag med frekvenser lavere enn 10<sup>-6</sup> er ikke markert med symbol.

Høyeste konsekvensnivå over 10<sup>-6</sup> pr. år er oppsummert i risikomatriksen (Figur 6-35) for alle kompartiment (sjøoverflate, strand og vannsøyle), og er høyest for kysthabitat med begrenset sannsynlighet for *Katastrofal* miljøskade, hvor miljørisikoen havner i gult område. Miljørisikoen for sjøfugl og fisk havner i grønt område i risikomatriksen, hvor det er begrenset sannsynlighet for *Svært alvorlig* miljøkonsekvens for sjøfugl, og *Moderat* miljøkonsekvens for fisk.

IMPACT	SANNSYNLIGHET / returperiode	> 100 000 år	100 000 – 10 000 år	10 000 – 1 000 år	1 000 – 100 år	100 – 20 år	20 – 4 år	4 – 1,5 år	Ofte enn én gang hvert 1,5 år
		< 0,001%	0,001 - 0,01%	0,01 - 0,1%	0,1 - 1%	1 - 5%	5 - 25%	25 - 50%	> 50%
		<10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-5</sup> -10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-4</sup> -10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-3</sup> -10 <sup>-2</sup>	0,01-0,05	0,05-0,25	0,25-0,5	> 0,5
	1/ Ubetydelig								
	2/ Ubetydelig								
	3/ Liten								
	4/ Moderat	F							
	5/ Alvorlig								
	6/ Svært Alvorlig	S							
	7/ Stor								
	8/ Katastrofal	K							
	9/ Ekstrem								

Figur 6-35 Miljørisiko for sjøfugl (S), kyst og strand (K) og fisk (F) ved utblåsning fra Kraflafeltet i et høyaktivitetsår presentert i Equinor sin risikomatrix. Kun frekvenser over 10<sup>-6</sup> nivå er inkludert.

## 6.6 Miljørisiko i et normalt produksjonsår

Miljøriskoen for sjøfugl i et normalt produksjonsår er bestemt av havhest (Nh), og det er resultatene for denne arten som ligger til grunn for risikomatrixen (Figur 6-36). Matrixen viser 0,2 % sannsynlighet for Svært alvorlig miljøskade på sjøfugl gitt en utblåsning fra Krafla. Risikoen ligger i grønt område i risikomatrixen.

Sjøfugl	<10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-5</sup> -10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-4</sup> -10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-3</sup> -10 <sup>-2</sup>	0,01-0,05	0,05-0,25	0,25-0,5	> 0,5
Havhest (Nh)	Sannsynlighet							
Miljøkonsekvens	<0,001%	0,001-0,01%	0,01-0,1%	0,1-1%	1-5%	5-25%	25-50%	>50%
Ubetydelig (1-2)				96.1 %				
Liten (3)				2.4 %				
Moderat (4)				1.0 %				
Alvorlig (5)				0.4 %				
Svært Alvorlig (6)				0.2 %				
Stor (7)								
Katastrofal (8)								
Ekstrem (9)								

Figur 6-36 Miljørisiko for sjøfugl som følge av utblåsning fra alle aktiviteter på Kraflafeltet i et normalt produksjonsår. Sannsynlighet for ulike miljøkonsekvenser er angitt med prosent gitt en utblåsning med sannsynlighet på 0,107 % pr år, og plottet med hvitt symbol i risikomatrixen. Bidrag med frekvenser lavere enn 10<sup>-6</sup> er ikke markert med symbol. Resultatene er basert på sjøfugl med høyest utslag (havhest (Nh)).

Strandfauna er dimensjonerende for kysthabitat i et normalt produksjonsår, hvor miljøriskoen er presentert i Figur 6-37. Resultatene viser begrenset sannsynlighet for Stor konsekvens, med plassering i gult område i matrixen (Figur 6-33).

Kyst og strand	<10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-5</sup> -10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-4</sup> -10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-3</sup> -10 <sup>-2</sup>	0,01-0,05	0,05-0,25	0,25-0,5	> 0,5
Fauna	Sannsynlighet							
Miljøkonsekvens	<0,001%	0,001-0,01%	0,01-0,1%	0,1-1%	1-5%	5-25%	25-50%	>50%
Ubetydelig (1-2)			●	67.3 %				
Liten (3)			●	22.0 %				
Moderat (4)		●		6.6 %				
Alvorlig (5)		●		2.2 %				
Svært Alvorlig (6)		●		1.7 %				
Stor (7)	●			0.1 %				
Katastrofal (8)								
Ekstrem (9)								

**Figur 6-37** Miljørisiko for strandflora som følge av utblåsning fra alle aktiviteter på Kraflafeltet i et normalt produksjonsår. Sannsynlighet for ulike miljøkonsekvenser er angitt med prosent gitt en utblåsning med sannsynlighet på 0,107 % pr år, og plottet med hvitt symbol i risikomatriksen. Bidrag med frekvenser lavere enn 10<sup>-6</sup> er ikke markert med symbol. Resultatene er basert på summen av alle strandtyper (ES).

Miljørisiko for fisk (tobis) viser i likhet med høyaktivitetsåret begrenset sannsynlighet for *Moderat* konsekvens, men 10,1 % sannsynlighet for *Liten* konsekvens (Figur 6-38). All risikoen ligger i grønt område i risikomatriksen.

Fisk	<10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-5</sup> -10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-4</sup> -10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-3</sup> -10 <sup>-2</sup>	0,01-0,05	0,05-0,25	0,25-0,5	> 0,5
Tobis - Vikingbanken	Sannsynlighet							
Miljøkonsekvens	<0,001%	0,001-0,01%	0,01-0,1%	0,1-1%	1-5%	5-25%	25-50%	>50%
Ubetydelig (1-2)			●	89.7 %				
Liten (3)			●	10.1 %				
Moderat (4)	●			0.1 %				
Alvorlig (5)								
Svært Alvorlig (6)								
Stor (7)								
Katastrofal (8)								
Ekstrem (9)								

**Figur 6-38** Miljørisiko for tobis som følge av utblåsning fra alle aktiviteter på Kraflafeltet i et normalt produksjonsår. Sannsynlighet for ulike miljøkonsekvenser er angitt med prosent gitt en utblåsning med sannsynlighet på 0,107 % pr år, og plottet med hvitt symbol i risikomatriksen. Bidrag med frekvenser lavere enn 10<sup>-6</sup> er ikke markert med symbol.

Høyeste konsekvensnivå over 10<sup>-6</sup> pr. år er oppsummert i risikomatriksen (Figur 6-39) for alle kompartiment (sjøoverflate, strand og vannsøyle), og er høyest for kysthabitat med begrenset sannsynlighet for *Stor* miljøskade, hvor miljørisikoen havner i gult område. Miljørisikoen for sjøfugl og fisk havner i grønt område i risikomatriksen, hvor det er begrenset sannsynlighet for *Svært alvorlig* miljøkonsekvens for sjøfugl, og *Moderat* miljøkonsekvens for fisk.



IMPACT	SANNSYNLIGHET / returperiode	> 100 000 år	100 000 – 10 000 år	10 000 – 1 000 år	1 000 – 100 år	100 – 20 år	20 – 4 år	4 – 1,5 år	Oftere enn én gang hvert 1,5 år
		< 0,001%	0,001 - 0,01%	0,01 - 0,1%	0,1 - 1%	1 - 5%	5 - 25%	25 - 50%	> 50%
		<10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-5</sup> -10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-4</sup> -10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-3</sup> -10 <sup>-2</sup>	0,01-0,05	0,05-0,25	0,25-0,5	> 0,5
	1/ Ubetydelig								
	2/ Ubetydelig								
	3/ Liten								
	4/ Moderat	F							
	5/ Alvorlig								
	6/ Svært Alvorlig	S							
	7/ Stor	K							
	8/ Katastrofal								
	9/ Ekstrem								

Figur 6-39 Miljørisiko for sjøfugl (S), kyst og strand (K) og fisk (F) ved utblåsning fra Kraflafeltet i et normalt produksjonsår presentert i Equinor sin risikomatrix. Kun frekvenser over 10<sup>-6</sup> nivå er inkludert.

## 6.7 Arter på rødliste

I beregning av restitusjonstid og miljøskade (RDF verdi) så hensyntas ikke om en art har nedadgående bestandstrend eller står oppført på rødliste. Equinor har lagt til grunn at arter på nasjonal rødliste flyttes en skadekategori opp i risikomatrixen og dette gjelder da bl.a. utslagsgivende art Havhest som er *Truet* (EN) på nasjonal rødliste.

Ved å flytte beregnede konsekvenser en kategori opp for Havhest så vil sannsynlighet for *Svært Alvorlig* konsekvens flyttes opp til *Stor* konsekvens i gult område i risikomatrixene både for høyaktivitetsår og for et normalt produksjonsår (Figur 6-40 og Figur 6-41).

Sjøfugl	<10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-5</sup> -10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-4</sup> -10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-3</sup> -10 <sup>-2</sup>	0,01-0,05	0,05-0,25	0,25-0,5	> 0,5
Havhest (Ns)	Sannsynlighet							
Miljøkonsekvens	<0,001%	0,001-0,01%	0,01-0,1%	0,1-1%	1-5%	5-25%	25-50%	>50%
Ubetydelig (1-2)								
Liten (3)				94.9 %				
Moderat (4)				3.3 %				
Alvorlig (5)				0.8 %				
Svært Alvorlig (6)				0.9 %				
Stor (7)				0.1 %				
Katastrofal (8)								
Ekstrem (9)								

Figur 6-40 Miljørisiko for sjøfugl som følge av utblåsning fra alle aktiviteter på Kraflafeltet i et høyaktivitetsår. Sannsynlighet for ulike miljøkonsekvenser er angitt med prosent gitt en utblåsning med sannsynlighet på 0,348 % pr år, og plottet med hvitt symbol i risikomatrixen. Bidrag med frekvenser lavere enn 10<sup>-6</sup> er ikke markert med symbol. Resultatene er basert på sjøfugl med høyest utslag (havhest (Nh)) flyttet en skadekategori opp pga. rødlistestatus.

Sjøfugl	<10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-5</sup> -10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-4</sup> -10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-3</sup> -10 <sup>-2</sup>	0,01-0,05	0,05-0,25	0,25-0,5	> 0,5
Havhest (Nh)	Sannsynlighet							
Miljøkonsekvens	<0,001%	0,001-0,01%	0,01-0,1%	0,1-1%	1-5%	5-25%	25-50%	>50%
Ubetydelig (1-2)								
Liten (3)				96.1 %				
Moderat (4)				2.4 %				
Alvorlig (5)				1.0 %				
Svært Alvorlig (6)				0.4 %				
Stor (7)				0.2 %				
Katastrofal (8)								
Ekstrem (9)								

**Figur 6-41** Miljørisiko for sjøfugl som følge av utblåsning fra alle aktiviteter på Kraflafeltet i et normalt produksjonsår. Sannsynlighet for ulike miljøkonsekvenser er angitt med prosent gitt en utblåsning med sannsynlighet på 0,107 % pr år, og plottet med hvitt symbol i risikomatriksen. Bidrag med frekvenser lavere enn 10<sup>-6</sup> er ikke markert med symbol. Resultatene er basert på sjøfugl med høyest utslag (havhest (Nh)) flyttet en skadekategori opp pga. rødlistestatus.

## 7 REFERANSER

DNV, 2022: "Environmental risk-based leak detection philosophy for the Krafla field development in the northern part of the North Sea", report no. 2021 – 1128, Rev 00.

Equinor, 2021. Blowout scenario analysis for Krafla Revised November 2021- Dated 30.11.2021.

Equinor, 2021b. New concept Krafla with OLGA leak rate results, information on mass balance systems for Krafla, Chemical pipeline summary and input to rich TEG line study, bundle information and Krafla Design basis (PM786-PMS-050-001, Rev.05). From Unni Musdalslien in Equinor 20.10.2021.

Equinor, 2021c. Frequencies for the different scenarios from Anders Hermansen in Equinor, dated 12.11.2021.

IKM Acona, 2022. Samlet påvirkning av tobis ved Vikingbanken. Kunnskapsstatus og risikovurdering for Equinors aktiviteter ved Vikingbanken SVO. Rapportnr. 820268-1. Februar 2022.

NOROG, 2020. Guidance on environmental risk analyses using ERA Acute. Version 01, Februar 2020.

SINTEF, 2013. Oseberg Sør crude oil – properties and behavior at sea. Related to oil spill response. SINTEF report no. A24709.

SINTEF, 2016. Martin Linge crude oil and condensate – properties and behavior at sea. In relation to oil spill response. SINTEF report no. A27998.

SINTEF 2020. OSCAR model. <https://www.sintef.no/programvare/oscar-oil-spill-contingency-and-response/>

Vysus: "Blowout and Well Release Frequencies – based on SINTEF Offshore Blowout Database 2020", report 19101001-8/2021/R3, rev Final, April 2021



## APPENDIX A

### Oljedriftsmodellene OSCAR

---

Oljedriftsmodellen som er anvendt er SINTEFs OSCAR modell (Oil Spill Contingency And Response), MEMW versjon 11.0.1. Modelloppsettet av OSCAR er basert på Best Practice (Acona, Akvaplan-niva og DNV, 2021).

OSCAR er en tre-dimensjonal oljedriftsmodell som beregner oljemengde på havoverflaten, på strand og i sedimenter, samt konsentrasjoner i vannsøylen. Resultater fra OSCAR er i tre fysiske dimensjoner samt tid. Modellen inneholder databaser for ulike oljetyper med tilhørende fysiske og kjemiske komponenter, vanddyb, sedimenttyper og strandtyper. Oljedriftssimuleringene er kjørt i et 3×3 km rutenett med en svært detaljert kystlinje (Oppløsning: 1:50 000). I etterkant er oljedriftsresultatene eksportert til 10×10 km rutenett til bruk i miljørisikoanalyse. Influensområdene i denne rapporten er også presentert i 10×10 km rutenett.

For sjøbunnsutslippene blir en egen modul i OSCAR anvendt; en nærsonemodell som beregner den første fasen av sjøbunnsutblåsningen. Den beskriver hvordan plumen (olje, gass og vannpakken) oppfører seg fra sjøbunn til overflate eller til et eventuelt innlagringsdyb. Nærsonemodellen beregner plumens fortykning og stighetid oppover i vannsøylen. Modellen tar også hensyn til oppdriftseffekter av olje og gass, tetthetssjiktningen i det omkringliggende området samt sidestrøm. For sjøbunnsutslippene er vertikalprofil i vannmassene med hensyn til temperatur og salinitet lagt inn i modellkjøringene (Levitus, 1994).

Filmykkelsen som dannes på overflaten etter en sjøbunnsutblåsning beregnes i nærsonemodelleringen.

For å bestemme oljens drift og skjebne på overflaten beregner modellen overflatespenning, transport av flak, dispergering av olje ned i vannmassene, fordampning, emulsjon og stranding. I vannkolonnen blir det simulert horisontal og vertikal transport, oppløsning av oljekomponenter, adsorpsjon, avsetninger i sedimenter samt nedbrytning.

OSCAR benytter både to- og tre-dimensjonale strømdata fra hydrodynamiske modeller. De anvendte historiske og dagsgjennomsnittlige strømdataene er fra perioden 2010-2019 med 4×4 km oppløsning (fra SVIM-arkivet, Meteorologisk Institutt). Datasettet inneholder både overflatestrøm og strøm nedover i vannsøylen. En begrensning ved å benytte dagsgjennomsnittlige strømdata er at effekten av tidevannsstrømmer faller bort. Dette er kombinert med historiske vinddata fra Meteorologisk institutt/Norsk dypvannsprogram med 10×10 km oppløsning fra perioden 2010-2019 med tidsintervall tre timer (NORA10).

Stokastiske simuleringer med forskjellige starttidspunkter er modellert. I de stokastiske modelleringene er et bestemt antall simuleringer utført etter hverandre i én kjøring. Antall simuleringer for de ulike scenariene avhenger av utslippsvarigheten, og målet er å ha tilstrekkelig antall simuleringer slik at perioden det modelleres for (årstid eller hele året) er dekket av historisk variabilitet i strøm og vind. Følgetiden til hver oljepartikkel som slippes ut, er simulert varighet for et utblåsingsscenario pluss 20 døgn. Antall simuleringer varierer fra 36 per år ved 2 dagers utblåsningsvarighet til 12 per år for lengste varighet (eksempelvis 75 dager). Oljedriftssimuleringene er utført for hele året.

For å kunne beregne statistiske resultater er oljedriftsparametere akkumulert for hver simulering i hver berørt rute. Disse resultatene er igjen brukt for bl.a. å beregne treffsannsynligheter i en gitt rute. Treffsannsynlighet er her definert som antall simuleringer (av totalt antall simuleringer) hvor et oljeflak/partikkel på havoverflaten har truffet en 10×10 km rute, uavhengig av hvor lenge det har vært olje i ruten.

## Modellens begrensning og krav til inngangsdata

Enhver modell vil nødvendigvis være en forenkling av virkeligheten. Dette medfører at det vil være et visst avvik mellom modellens prediksjoner og virkeligheten, men det kan samtidig være med på å gjøre det enklere å avdekke og forstå generelle trender og fenomener i prosesser som studeres. I dette kapitlet påpekes noen av de viktigste kjente forenklingene og antakelsene i OSCAR. I tillegg gjøres det rede for usikkerheter som følge av modellens oppbygning, så vel som oppsettet av simuleringene og inngangsdataene som er benyttet.

Modelleringen av ulike prosesser som fjerner forurensningen fra en simulering er spesielt interessant da denne har stor effekt på omfanget av eventuelle skadevirkninger i kjølvannet av et oljeutslipp/oljeutblåsning. Olje i OSCAR fjernes fra

miljøet gjennom fordampning, degradering og eventuelt mekanisk oppsamling. Videre kan olje til en viss grad immobiliseres på strand og i sedimenter. Av effektivitetshensyn følges ikke sedimentert olje i stokastiske simuleringer. Olje på strand degraderer både i virkeligheten og i modellen, men dette skjer saktere enn for olje i vannkolonnen. Olje kan transporteres ut av det modellerte området, men modellberegningene settes normalt opp slik at dette i verste fall bare gjelder en liten andel av det totale utslippet. I tillegg til degradering vil fortynning av oljen i vannkolonnen være en viktig kilde til at effekten av et utslipp reduseres over tid.

OSCAR er en partikkelbasert modell, hvor olje og kjemikalier i modellen representeres som et sett med partikler. Hver partikkel har en rekke egenskaper som forandrer seg i løpet av en simulering. Dette inkluderer generelle egenskaper som posisjon, masse og fysisk utstrekning, så vel som egenskaper knyttet spesielt til oljedriftsmodellering: viskositet, vanninnhold, kjemisk sammensetning, vannløselighet, og andre egenskaper for den benyttede oljen.

I OSCAR finnes det tre hovedtyper av partikler. Disse representerer henholdsvis kjemikalier som er løst i vannet, dråpeskyer i vannkolonnen som følge av kjemisk eller naturlig dispergering og olje på havoverflaten.

En simulering består av en rekke tidssteg hvor partiklenes egenskaper forandres:

- Partiklenes posisjon endres som følge av pådrag fra vind og strøm.
- Massen og den kjemiske sammensetningen endres som følge av blant annet fordampning, biodegradering, og utløsning fra dråpeskyer og overflateflak til løste komponenter.
- Vannoptak og viskositet endres som del av en kompleks forvitningsprosess.

I tillegg kan partikler gå fra å representere dråpeskyer til å representere overflateflak og motsatt. Dråpeskyer kan stige til overflaten som følge av oljens oppdrift, og overflateflak kan blandes ned i vannkolonnen som følge av vindinduserte bølger og turbulens.

Som ved enhver forenkling av en kompleks kontinuerlig prosess, vil en partikkelbasert modell være følsom for hvilken oppløsning som velges. Hvis det benyttes flere partikler i beregningene er det større potensial for å oppnå realistiske simuleringer, gitt strøm-, vind-, dybde- og kystdata. Flere partikler betyr imidlertid også mer ressurskrevende beregninger, og det endelige valg av oppløsning blir en avveining mellom tilgjengelig regnekapasitet og nytten av å øke oppløsningen ytterligere. Det er i denne analysen brukt et standardisert oppsett (etter Bese Praksis) med et minimum antall partikler på 3000 og maksimum antall på 10000, avhengig av utslippsvarighet og utslippsrate.





## **APPENDIX B**

### **Månedlig miljøkonsekvens**

---

Høyest månedlig miljørisiko for sjøfugl, strand og tobis er presentert for utslipp av olje ved utviklingsboring i et høyaktivitetsår. Hensikten er å illustrere hvilke ressurser som er mest utsatt gjennom året og høyeste berørte konsekvenskategori innenfor hver måned

**Tabell B-1** Månedlig fordeling på konsekvenskategorier for dimensjonerende sjøfuglbestand gitt en utblåsning av olje i tilknytning til utviklingsboring på Kraflafeltet. Equinor sine konsekvenskategorier er benyttet.

	Januar	Februar	Mars	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Desember
<b>Ubetydelig</b>	56,4 %	57,4 %	52,9 %	54,4 %	43,5 %	52,5 %	56,9 %	78,8 %	80,7 %	83,7 %	53,6 %	54,3 %
<b>Liten</b>	15,8 %	14,5 %	17,3 %	19,5 %	24,5 %	15,3 %	14,2 %	9,0 %	19,0 %	10,3 %	16,6 %	17,2 %
<b>Moderat</b>	6,7 %	6,7 %	7,0 %	13,1 %	8,6 %	8,1 %	8,1 %	6,0 %	0,3 %	3,2 %	7,1 %	6,6 %
<b>Alvorlig</b>	14,7 %	14,3 %	14,1 %	12,8 %	18,1 %	10,9 %	14,8 %	4,9 %		2,7 %	16,0 %	15,0 %
<b>Svært Alvorlig</b>	6,4 %	7,1 %	8,7 %	0,1 %	5,3 %	12,1 %	5,5 %	1,3 %		0,1 %	6,6 %	7,0 %
<b>Stor</b>						1,1 %	0,5 %					
<b>Katastrofal</b>												

Dim. Sjøfugl- bestand	havsule	havsule	havsule	lunde	lunde	havhest	havhest	havsule	havsule	svartand	havsule	havsule

**Tabell B-2** Månedlig fordeling på konsekvenskategorier for kysthabitat (fauna) gitt en utblåsning av olje i tilknytning til utviklingsboring på Kraflafeltet. Equinor sine konsekvenskategorier er benyttet.

	Januar	Februar	Mars	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Desember
<b>Ubetydelig</b>	22,6 %	23,3 %	28,2 %	38,2 %	54,3 %	55,6 %	52,3 %	43,4 %	30,8 %	23,2 %	24,9 %	27,7 %
<b>Liten</b>	31,8 %	32,1 %	28,4 %	23,4 %	15,7 %	17,9 %	20,0 %	23,1 %	28,0 %	32,7 %	30,0 %	25,8 %
<b>Moderat</b>	24,2 %	25,0 %	23,5 %	20,2 %	14,0 %	12,1 %	11,7 %	14,6 %	19,5 %	20,7 %	22,1 %	22,5 %
<b>Alvorlig</b>	9,4 %	9,3 %	9,8 %	9,8 %	8,6 %	6,9 %	6,9 %	8,3 %	8,5 %	9,5 %	8,7 %	10,6 %
<b>Svært Alvorlig</b>	8,9 %	7,5 %	7,9 %	6,6 %	6,0 %	6,1 %	7,0 %	7,8 %	9,6 %	10,0 %	10,5 %	9,6 %
<b>Stor</b>	2,4 %	2,3 %	1,8 %	1,8 %	1,4 %	1,3 %	2,2 %	2,6 %	3,1 %	3,0 %	2,9 %	3,0 %
<b>Katastrofal</b>	0,7 %	0,4 %	0,2 %					0,2 %	0,5 %	0,9 %	0,8 %	0,8 %

**Tabell B-3** Månedlig fordeling på konsekvenskategorier for fisk (tobis) gitt en utblåsning av olje i tilknytning til utviklingsboring på Kraflafeltet. Equinor sine konsekvenskategorier er benyttet.

	Januar	Februar	Mars	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Desember
<b>Ubetydelig</b>	67,9 %	65,1 %	65,5 %	68,0 %	69,9 %	70,1 %	72,4 %	71,0 %	67,6 %	69,7 %	68,8 %	69,1 %
<b>Liten</b>	31,1 %	34,2 %	33,8 %	31,2 %	28,2 %	28,2 %	24,9 %	25,5 %	28,1 %	27,1 %	28,9 %	28,8 %
<b>Moderat</b>	1,0 %	0,7 %	0,7 %	0,8 %	1,9 %	1,7 %	2,7 %	3,4 %	4,3 %	3,2 %	2,3 %	2,1 %
<b>Alvorlig</b>												
<b>Svært Alvorlig</b>												
<b>Stor</b>												
<b>Katastrofal</b>												



## **Om DNV**

Vi er et globalt selskap innen kvalitetssikring og risikohåndtering med tilstedeværelse i over 100 land. Vårt formål er å sikre liv, verdier og miljøet. Med vår unike tekniske ekspertise og uavhengighet bistår vi våre kunder med å forbedre sikkerhet, effektivitet og bærekraft.

Enten vi godkjenner et nytt skipsdesign, optimerer energiproduksjonen fra en vindmøllepark, analyserer sensordata fra en gassrørledning eller sertifiserer verdikjeden til en matprodusent, hjelper vi våre kunder med å ta gode og riktige beslutninger og øke tilliten til virksomheten, produktene og tjenestene deres. Verden er i endring. Vi kan påvirke utviklingen. Sammen skal vi takle de globale utfordringene og omstillingene vi vil møte.