



## GODKJENNINGSTABELL

<b>Rapporttittel:</b>	
Stokastiske oljedriftsimuleringer og miljørisikoanalyse for Grane transportrørledning	
<b>Kunde:</b> Statoil ASA	<b>Kundekontakt:</b> Øystein Rantrud
<b>Utført av:</b> Katrine Selsø Hellem Christophe Bernard Anders Bjørgesæter	<b>Signatur:</b>   
<b>Kontrollert av:</b> Katrine Selsø Hellem Julie Damsgaard Jensen	<b>Signatur:</b>  
<b>Godkjent av:</b> Julie Damsgaard Jensen	<b>Signatur:</b> 
<b>Versjon:</b> VERSJON-02	<b>Dato:</b> 15.05.2018
<b>Aconas prosjektnummer:</b> 820165	
<b>Referer til denne rapporten som:</b>	
Acona AS 2018. Stokastiske oljedriftsimuleringer og miljørisikoanalyse for Grane transportrørledning - En analyse for Statoil ASA. Versjonsdato: 15.05.2018. Aconas prosjektnummer: 820165. <a href="http://www.acona.com">www.acona.com</a> .	

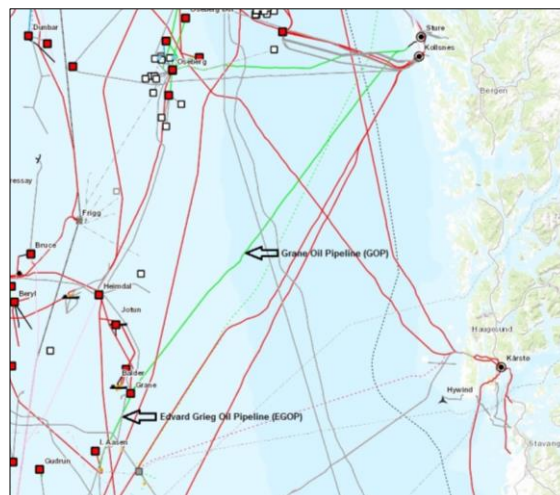
## VERSJONSHISTORIKK

<b>Versjon / Dato</b>	<b>Beskrivelse av endring:</b>
VERSJON-01 27.04.2018	Utkast til kunden, for gjennomlesning og tilbakemelding
VERSJON-02 15.05.2018	Endelig versjon etter kommentarer fra kunde, lagt til to vedlegg fra kunde

## Teknisk sammendrag av miljørisikoanalyse for Grane transportrørledning

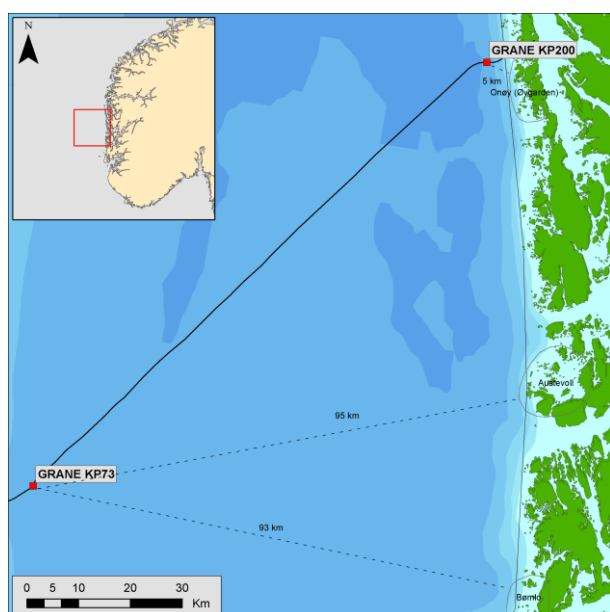
Acona AS har gjennomført miljørisikoanalyse for to kilometerpunkt ved Grane transportrørledning i Nordsjøen. Analysen er utført i samsvar med Styringsforskriften (paragraf 17) og Metode for miljørettet risikoanalyse (MIRA). Den baserer seg på stokastiske oljedriftssimuleringer utført i henhold til Beste Praksis for oppsett og utførelse av oljedriftssimuleringer til bruk i standard miljørisikoanalyser.

Oljen fra Grane transporteres gjennom en 211 km lang rørledning (GOP) til Statoils Stureterminal i Øygarden nord for Bergen. 28"-rørledningen har en indre diameter på 0,688 meter. GOP består av to rørledningsseksjoner. Seksjon P243 (GOP offshore rørledning) er 204 km lang og strekker seg nordøst fra Graneplattformen, over Norskerenna til Øygarden. Seksjon P244 (GOP onshore-rørledning) er 7 km lang og strekker seg over land fra Øygarden til Stureterminalen. I GOP-rørledningen føres også olje fra Edvard Grieg-feltet, der Edvard Grieg rørledningen (EGOP) er koblet mot GOP ved KP4,35. Figur 1 viser layouten til rørledningssystemet.



Figur 1 Layout av GOP/EGOP rørledningssystem, hentet fra Statoils inputdata til analysene.

Akutte utslipp av olje som eksporteres til Sture-terminalen kan skje som følge av brudd eller lekkasje på oljerørledningen. Det er valgt ut to representative utslippspunkt langs offshore rørledningen; KP73 lokalisert på åpent hav og KP200 lokalisert nær kysten. Utslippspunktene er konservativt valgt mht. potensiell miljøskade og miljørisiko. Et utslipp ved KP73 gir størst utslippsmengde (44 km til nærmeste væskelås), og KP200 ligger svært nær land i et område med mye skipstrafikk (3,5 km fra grunnlinjen utenfor Øygarden). Vanddyppet ved KP73 og KP200 er hhv. 125 og 300 meter. Figur 2 viser lokasjonen til de to kilometerpunktene.



Figur 2 Lokasjon til de to kilometerpunktene KP73 og KP200 og avstand til de nærmeste av Statoils prioriterte områder, Bømlo, Austevoll og Onøy (Øygarden).

Det er definert tre ulike utslippsscenarioer per utslipp: 1) Fullt rørbrudd (0,688 m), 2) stor lekkasje (50 mm) og 3) mindre lekkasje (5 mm). Et utslipp ved Grane er forventet å ha ulike faser mht. varighet og strømningsrater; en isoleringsfase der utslippsraten tilsvarer produksjonsraten inntil den seksjonen av rørledningen er isolert, og en reparasjonsfase, der utslippsraten tilsvarer fortrenningen av olje i røret av omkringliggende vann. Isoleringsfasen for Grane varierer fra 30 min (fullt rørbrudd) til 72 timer (mindre lekkasje). Den totale utslippsmengden i reparasjonsfasen bestemmes av avstand til nærmeste væskelås (dvs. volum av rørledningen) eller tiden det tar til røret er reparert. Maksimum tid det tar å reparere en lekkasje ved Grane rørledning er 6 mnd.

Sannsynligheten for et akutt utslipp ved Grane KP73 er 9,42E-06 og sannsynligheten for et akutt utslipp ved Grane KP200 er 9,36E-06. Dette tilsvarer et utslipp fra hvert 106 188. eller hvert 106 865. år.

Statoils akseptkriterier for miljørisiko for ulike miljøskade ved installasjoner er:

- 1 mindre miljøskade for hvert 100 driftsår (1/1,0E-02)
- 1 moderat miljøskade for hvert 400 driftsår (1/2,5E-03)
- 1 betydelig miljøskade for hvert 1 000 driftsår (1/1,0E-03)
- 1 alvorlig miljøskade for hvert 4 000 driftsår (1/2,5E-04)

### Hvilket område vil bli berørt av et akutt utslipp fra Grane rørledning KP73 eller KP200?

*Korteste avstand til grunnlinjen er 94 km fra KP73 og 3,5 km fra KP200, til hhv Bømlo kommune og Øygarden kommune utenfor Bergen. Av Statoils prioriterte kystområder er det Bømlo og Austevoll, som er nærmest KP73, ca. 95 km, og Onøy (Øygarden) ligger ca. 5 km fra KP200.*

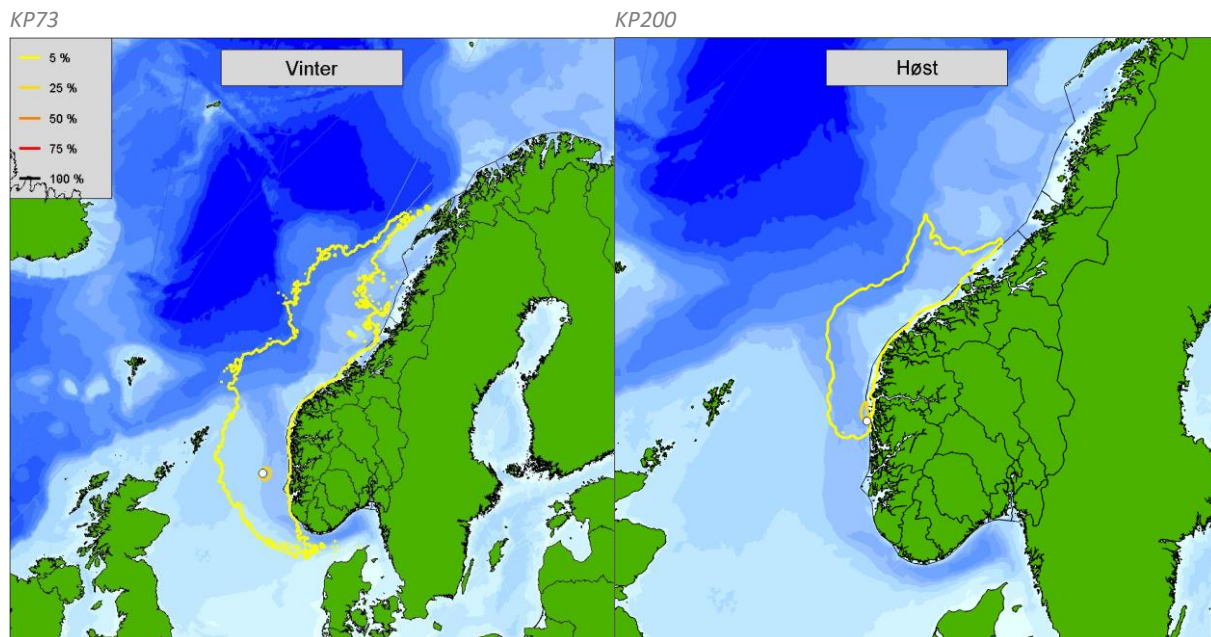
Ved stokastiske oljedriftssimuleringer kan man definere influensområder. Dette er et statistisk bilde av den romlige fordelingen av olje basert på de enkelte oljedriftssimuleringene. Området beregnes ved at man legger de enkelte oljedriftene oppå hverandre og trekker ut alle kartruter som har mer enn 5 % sannsynlighet for å bli truffet av olje over en gitt grenseverdi. Grenseverdiene for sjøoverflaten (sjøfugl og sjøpattedyr) er 1 tonn olje pr. 100 km<sup>2</sup>, for kysthabitat 1 tonn olje pr. km kystlinje, og grenseverdien for vannsøylen (fiskeegg og – larver) er 100 ppb total oljekonsentrasjon.

**Metode:** Det er utført et statistisk representativt antall oljedriftsberegninger for utslippsrater fra full produksjonsrate til kun fortrenningsrate og varigheter fra 30 minutter døgnet opp til 180 døgnet for hver av de to kilometerpunktene.

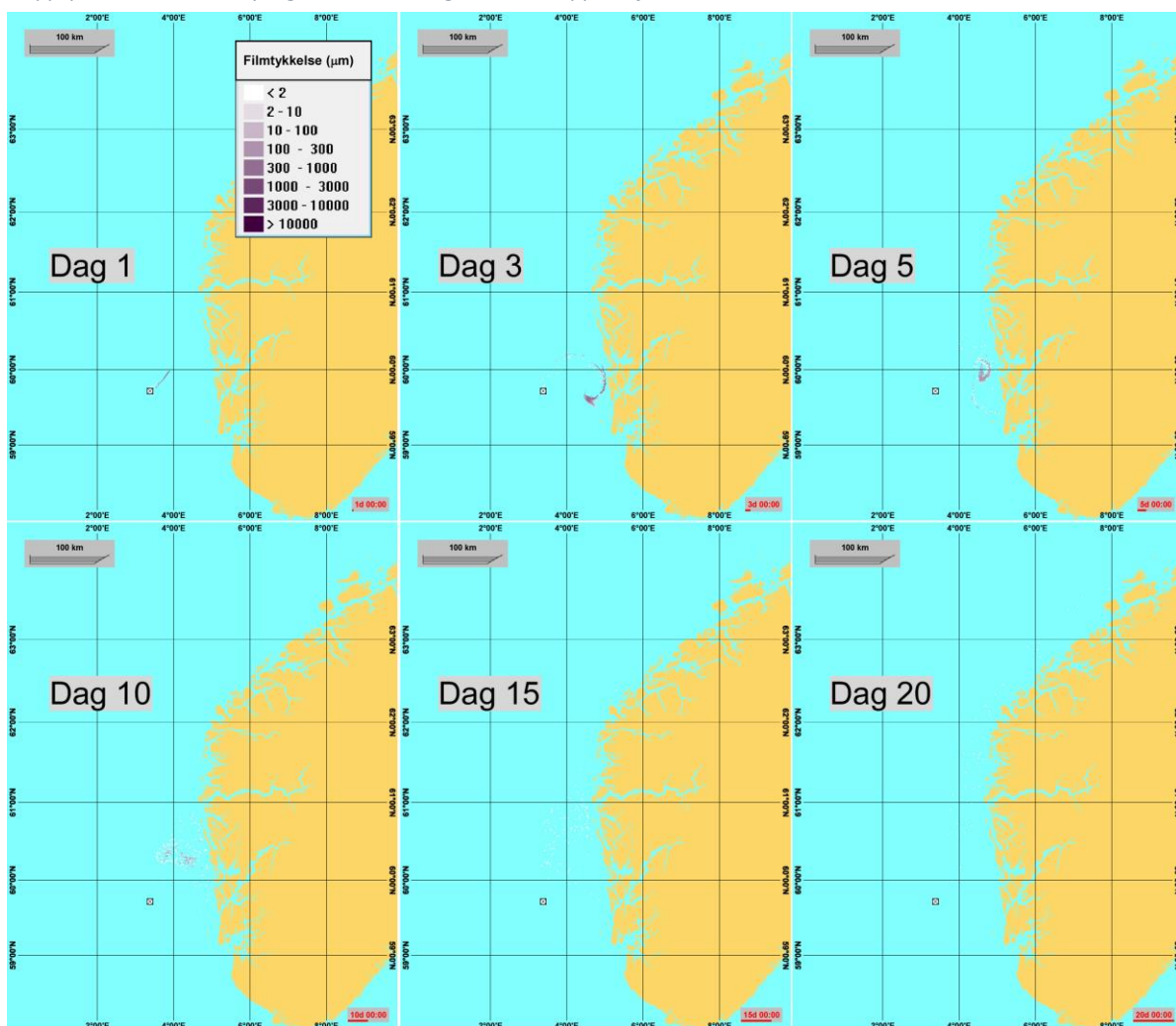
Oljedriftsmodellen OSCAR (versjon 7.0.1) er benyttet med 4x4 km 3D strøm- og iskonsentrasjonsdata (døgnmiddel) og 10x10 km vinddata (hver 3. time) fra perioden 2001 -2011.

Influensområdene for olje på sjøoverflaten er større for KP73 enn for KP200, og strekker seg fra Skagerrak, rundt Norskekysten og nord til Lofoten. Forskjellen er et resultat av at det slippes ut veldig mye olje under reparasjonsfasen ved KP73, da volumet olje i rørledningen her er stort. Influensområdet for vintersesongen ved KP73 og influensområdet for høstsesongen ved KP200 er illustrert i Figur 3 nedenfor. Dette er sesongene med størst geografisk utbredelse for hvert av kilometerpunktene. De store influensområdene må sees i sammenheng med de lange utslippsvarighetene og den lave terskelverdien (0,01 tonn/km<sup>2</sup>) for når en kartrute blir inkludert i influensområdet. Merk at for begge kilometerpunkt er det kun 5 %-linjen som har stor utstrekning, dvs. kartruter som har mer olje på overflaten enn terskelverdien i mer enn 5 % av enkeltsimuleringene.

Enkeltsimuleringen i Figur 4 illustrerer utslippet som ga størst strandet mengde olje for isoleringsfasen (initieffekt- og pumpefasen) gitt et fullt rørbrudd ved KP73, dvs. alle simulerte utslipp med rate på 587 kg/s og varighet på 30 minutter.



Figur 3 Influensområder for et rørledningsbrudd om vinteren ved Grane KP73 og om høsten ved Grane KP200. Merk at det kun er Influensområdet med mer enn 5 % sannsynlighet for olje over grenseverdien som har betydelig utstrekning rundt utslippspunktet. Alle sannsynlighetene er betinget at et utslipp har funnet sted.



Figur 4 En enkeltsimulering fra KP73 med rate på 587 kg/s og varighet på 30 minutter. Følgetid er satt til 20 døgn.

Influensområdene for olje langs kysten er større og har større geografisk spredning for KP73 enn for KP200 (hhv. 48-62 kartruter og 16-19 kartruter). For KP73 ligger kartrutene langs kysten av Rogaland, Hordaland, Sogn og Fjordane, Møre og Romsdal og øyer sør i Trøndelag (opp til Froan). For KP200 ligger alle kartrutene i Hordaland, Sogn og Fjordane og Møre og Romsdal. Influensområdene for olje i vannkolonnen er null uansett tid på året for begge kilometerpunkt.

Gitt et rørledningsbrudd ved KP73 er det beregnet sannsynligheter for stranding langs kysten på mellom 16 og 19%, der høyeste sannsynlighet er om våren. Oljens korteste drivtid og størst strandet mengde emulsjon, representert ved 95-persentiler, varierer mellom 6 og 10 døgn og 1 563 og 2 642 tonn. 13 av Statoils prioriterte kystområder har mer enn 5 % sannsynlighet for stranding, der Ytre Sula har høyest sannsynlighet for stranding, kortest drivtid og størst mengde strandet emulsjon.

Gitt et rørledningsbrudd ved KP200 er det beregnet sannsynligheter for stranding langs kysten på mellom 92 og 96%, der høyeste sannsynlighet er om våren. Oljens korteste drivtid og størst strandet mengde emulsjon, representert ved 95-persentiler, er under ett døgn i alle sesonger, og varierer mellom 1 990 og 2 423 tonn. Seks av Statoils prioriterte kystområder har mer enn 5 % sannsynlighet for stranding, der Ytre Sula har høyest sannsynlighet for stranding og størst mengde strandet emulsjon, mens Ytre Sula og Onøy (Øygarden) har kortest drivtid.

### Hvilke miljøkonsekvenser kan et akutt utslipp fra Grane KP73 og KP200 gi?

De modellerte utslippsscenarioene for Grane KP73 og Grane KP200 viser ingen miljørisiko over 0.5% for de analyserte naturressursene. Dette betyr at miljørisikoanalysen viser tilnærmet ingen miljørisiko for sjøfugl på åpent hav, kystfugl, sjøpattedyr, fisk eller strandlinje for Grane rørledning, representert ved de to kilometerpunktene.

Det lave risikonivået må sees i sammenheng med 1) små oljemengder med lave sannsynligheter i kartrutene, 2) at sannsynlighet for miljøskade vurderes mot installasjonsspesifikke akseptkriterier og 3) lave frekvenser for rørbrudd og lekkasje.

Betinget sannsynlighet (sannsynlighet gitt at et utslipp har funnet sted) er også lave for begge kilometerpunktene. Det er ingen sannsynlighet for bestandstap over 20% og høyeste sannsynlighet for bestandstap mellom 10 og 20% er 8% for alkefuglene alkekonge (vinter), lunde (vinter) og lomvi (vinter, vår og sommer).

**Metode:** Populasjonstap, miljøskade og miljørisiko er beregnet vha. den skadebaserte delmetodikken i MIRA (Metode for miljørettet risikoanalyse).

Det er analysert på ulike datasett som beskriver forekomsten av sjøfugl, sjøpattedyr, fisk og strandhabitat i området.

Hovedkilden til datasettene er fra SEAPOP-programmet (helhetlig og langsiktig overvåkings- og kartleggingsprogram for norske sjøfugler), Havforskningsinstituttet og MRDB.

## Technical summary of environmental risk analysis for Grane export pipeline

Acona AS has performed an environmental risk analysis for two kilometre points of the 28” Grane Oil Pipeline (GOP) in the North Sea. The analysis is performed in accordance with the Management regulation (§17) and Metode for miljørettet risikoanalyse (MIRA). The environmental risk analysis is based on stochastic oil drift simulations in accordance with the document Best Practice for set up of oil drift simulations for standard environmental risk analysis.

The oil from Grane is transported via the 211-km long pipeline (GOP) to the Sture terminal in Øygarden, north of Bergen. The 28” pipeline has an inner diameter of 0.688m and consists of two sections. Section P243 (GOP offshore pipeline) is 204 km long and goes northeast from the Grane platform, crossing the Norwegian trench before landfall in Øygarden. Section P244 (GOP onshore pipeline) is 7 km long and goes from landfall at Øygarden, to the Sture terminal. Oil from the Edvard Grieg field is transported through the GOP pipeline, where the Edvard Grieg Oil Pipeline (EGOP) is connected to GOP at KP4.35. Figure 1 shows the pipeline system layout.

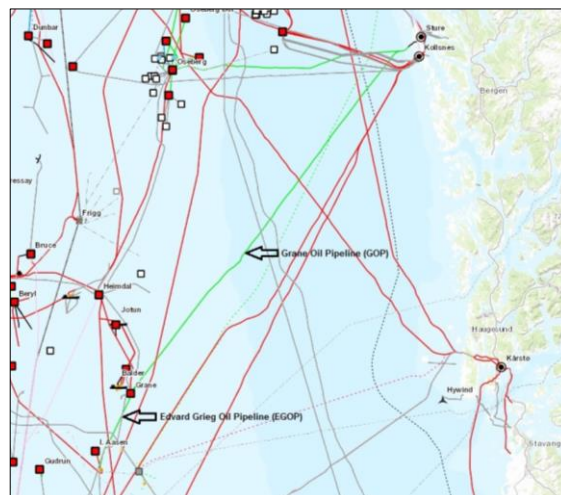


Figure 1 Layout of the GOP/EGOP pipeline system, input from Statoil's background data for the analyses.

Acute oil spills of oil transported to the Sture terminal can occur due to a rupture or a leakage of the pipeline. The EGOP/GOP carry stabilized oil, and under ambient conditions it is assumed to be in 100% liquid phase. The leak locations in this analysis are conservatively chosen to represent the worst-case scenarios for environmental impact; largest total release at KP73 and near shore location at KP 200. An acute spill at KP73 represents the largest volume spilled (44 km to the nearest fluid lock. The near-shore location of KP200 is in an area with heavy ship traffic (3,5 km from the baseline outside Øygarden). The water depth at KP73 and KP200 are respectively 125 and 300 meters. Figure 2 shows the location of the two kilometre points.

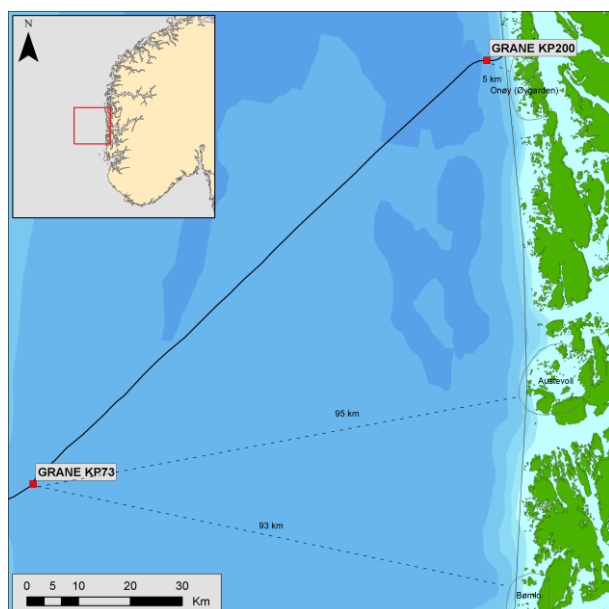


Figure 2 Location of the two kilometre points KP73 and KP200 and the distance to the closest of Statoil's prioritized areas; Bømlø, Austecoll and Onøy (Øygarden).

Three different spill scenarios are defined for each oil spill: 1) Rupture (0,688 m), 2) major leakage (50 mm) og 3) minor leakage (5 mm). An acute oil spill on the Grane pipeline is expected to have different phases with regards to duration and rates. An “isolation phase” where the rate is equal to the production rate and a “reparation phase”, where the leak rate is reduced to the rate of displacement of oil by water in the pipeline. The isolation phase for Grane varies from 30 minutes (rupture) to 72 hours (minor leakage). The total amount of oil that will be released in the reparation phase vary

The total amount of oil that will be released in the reparation phase vary



depending on location of the leak and is estimated based on a fluid lock analysis, or the time it takes to repair the pipeline. The maximum time it takes to repair a leak of the Grane pipeline is 6 months.

The probability of an acute oil spill at Grane KP73 is 9,42E-06 and the probability of an acute oil spill at Grane KP200 is 9,36E-06. This corresponds to an oil spill every 106 188 or every 106 865 years. In other words, a pipeline rupture or leakage at either KP73 or KP200 may be expected every 50 000 years of operation.

Statoil's acceptance criteria for environmental damage in different damage categories for installations are:

- 1 minor environmental damage for every 100 years (1/1,0E-02)
- 1 moderate environmental damage for every 100 years (1/2,5E-03)
- 1 considerable environmental damage for every 1 000 years (1/1,0E-03)
- 1 serious environmental damage for every 4 000 years (1/2,5E-04)

### Which areas will be affected by an acute oil spill from the Grane KP73 or KP200?

*The shortest distance to the baseline is 94 km from KP73 and 3,5 km from KP200 to Bømlo and Øygarden municipalities. The distance to Statoil's closest prioritized areas, Bømlo and Austevoll, is approximately 95 km from KP73. Onøy (Øygarden) is 5 km from KP200.*

Influence areas of oil drift can be defined by performing stochastic oil drift simulations. These are statistical images of the special distribution of oil based on all the single simulations performed. The area is calculated by placing the single simulations on top of each other and extracting all map grid cells who have more than 5 % probability of being hit by oil above a defined threshold value. The threshold values are 1 tonne oil per 100 km<sup>2</sup> for sea surface (seabirds and marine mammals), 1 tonne oil per km coastline for shoreline and 100 ppb total oil concentration for water column (fish egg and larvae).

#### Method:

A representative number of stochastic oil drift simulations have been performed for release rates during full rupture and major and minor leakages. The release duration varies from 30 minutes to 180 days.

The oil drift model OSCAR (Version 7.0.1) has been used with a 4x4 km 3D current and ice concentration data (daily mean) and 10x10 km wind data (every 3<sup>rd</sup> hour) from the period 2001 – 2011.

The influence areas for oil on the sea surface are larger for KP73 than for KP200 and stretch from Skagerrak, around the Norwegian coast and northwards to Lofoten. The difference in size can be attributed to the large volume of oil released during the reparation phase of KP73 due to the large volume of the pipeline section. The influence area for the winter season of KP73 and the autumn season of KP200 is illustrated in Figure 3. These represent the seasons with the largest geographical extent for each kilometre point. The large influence areas are a consequence of the long release durations and the low threshold level (0,01 tonne/km<sup>2</sup>) used to construct the influence areas. Note that for each kilometre point, it is the 5 % line that has a large geographical extent, i.e., map grid cells that have more oil on the surface than the threshold value *in more than 5 % of the single simulations.*

The single simulation in Figure 4 illustrate the spill giving the largest amount of stranded oil for the isolation phase (initial and pumping phase) given a full rupture at KP73, e.g. all simulated spills with the release rate of 587 kg/s and a release duration of 30 minutes.

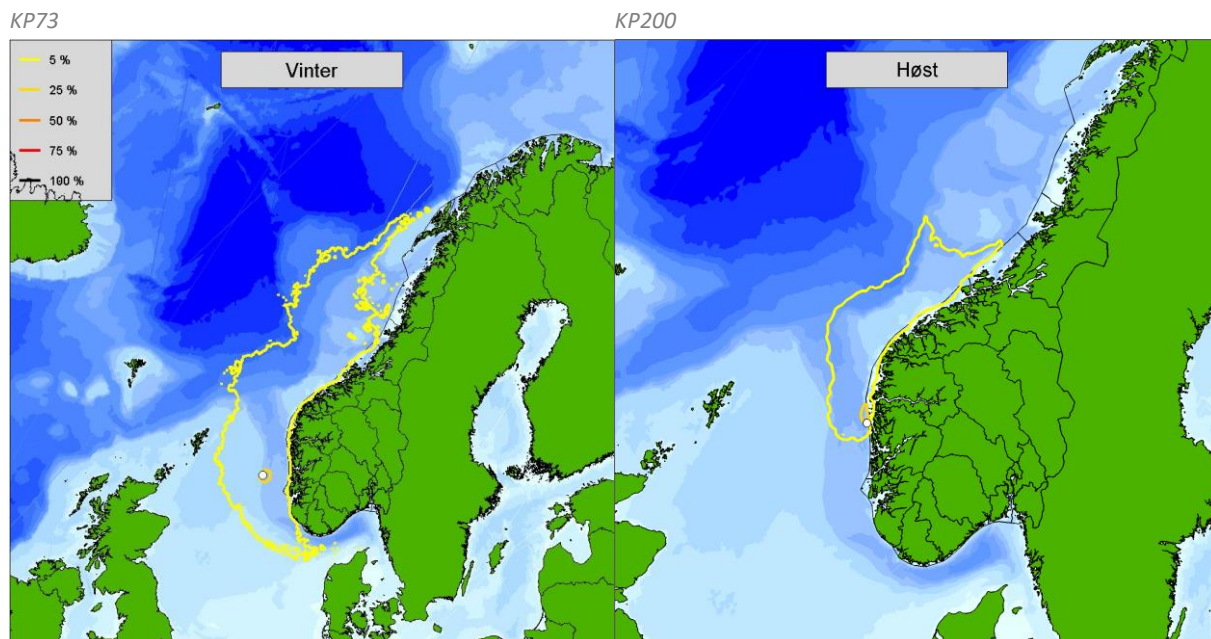


Figure 3 The influence areas for a pipeline leak during the winter for KP73 and during the autumn for KP200. Note only the influence area with more than 5 % probability of oil above the threshold value stretches far from the release point. All probabilities are given an oil spill has occurred.

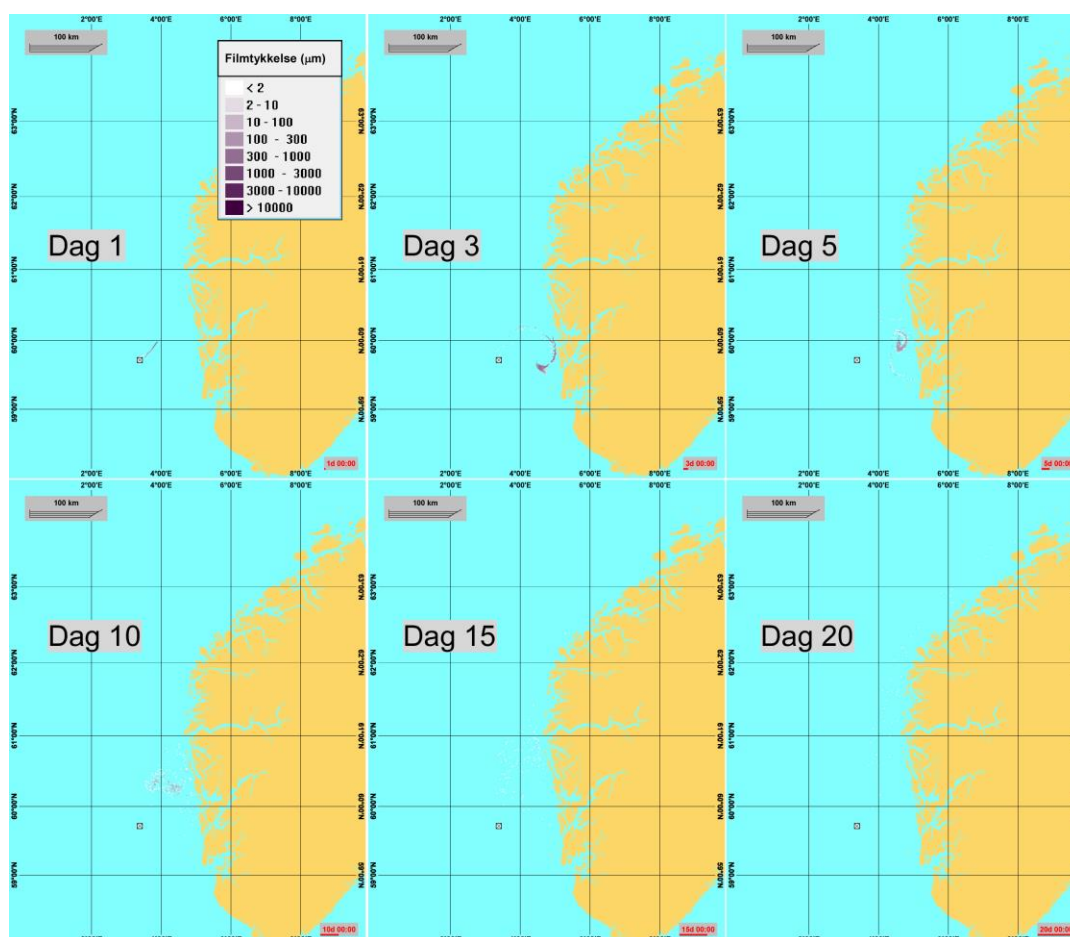


Figure 4 A single simulation from KP73 with a release rate of 567 kg/s and release duration of 30 minutes

The influence areas for oil along the coastline are larger with a larger geographical extent for KP73 than for KP200 (48-62 map grid cells and 16-19 map grid cells). Map grid cells for KP73 are spread along the coast of Rogaland, Hordaland, Sogn & Fjordane, Møre & Romsdal and islands in the

southern part of Trøndelag (north to Froan). Map grid cells for KP200 are distributed along Hordaland, Sogn og Fjordane and Møre & Romsdal. The influence areas for oil in the water column are zero all year, for both kilometre points.

The probabilities for stranding along the coast given an oil spill at KP73 are between 16-19 %, with the highest probability in spring. The shortest drift time and largest amount of stranded oil emulsion, represented by the 95-percentiles, vary from 6-10 days and 1 563 og 2 642 tonnes. 13 of Statoil's prioritized areas have more than 5 % probability of stranding, with Ytre Sula having the highest probability, the shortest drift time and the largest amount of stranded oil emulsion

The probabilities for stranding along the coast given an oil spill at KP200 are between 92 og 96%, with the highest probability in spring. The shortest drift time and largest amount of stranded oil emulsion, represented by the 95-percentiles are less than one day in all seasons, and vary between 1 990 og 2 423 tonnes. Six of Statoil's prioritized areas have more than 5 % probability of stranding, with Ytre Sula having the highest probability and largest amount of stranded oil emulsion, while Ytre Sula and Onøy (Øygarden) both have the shortest drift time.

### **What are the environmental consequences of an acute oil spill at Grane KP73 og KP200?**

The modelled spill scenarios for Grane KP73 and Grane KP200 show no environmental risk larger than 0.5% for the natural resources analysed. This indicates close to no environmental risk for seabirds at open sea, coastal seabirds, marine mammals, fish or shoreline habitats from the Grane transport pipeline, represented by the two kilometre points.

The low risk level is a consequence of 1) small amounts of oil with low probabilities in the map grid cells, 2) that the probability for environmental damage is evaluated against installation specific acceptance criteria, and 3) low probabilities of a spill.

The conditional probability of population loss (given an oil spill has occurred) are also small for both kilometre points. There are no probabilities for *population loss above 20%*, and the highest probability for *population loss of 10-20%* is 8% for the auks: little auk (winter), Atlantic puffin (winter) and the common guillemot (winter, spring and summer).

**Method:** Population loss, environmental damage and environmental risk is calculated by use of the damage-based methodology in MIRA.

Data sets describing the presence of sea birds, sea mammals, fish and shoreline habitats has been analyzed.

The primary data sources are SEAPOP (long term surveillance and mapping programme for Norwegian sea birds), Institute of marine Research and MRDB.

## FORKORTELSER OG DEFINISJONER

- Akseptkriterier** Verbal eller tallfestet grenser for hvilket risikonivå som aksepteres. I MIRA uttrykkes akseptkriteriene som operatørens aksepterte maksimalsannsynlighet for miljøskade i ulike skadekategorier.
- ALARP** As low as reasonably practical: prinsipp som benyttes ved vurdering av risikoreducerende tiltak. Risikoreducerende tiltak skal implementeres med mindre den tilhørende kostnaden eller gjennomførbarheten er urimelig i forhold til risikoreduksjonen.
- DFU** Definerte fare- og ulykkeshendelser.
- HI** Havforskningsinstituttet.
- Mdir** Miljødirektoratet, tidligere Kima og forurensingsdirektoratet (Klif).
- MEMW** Marine Environmental Modelling Workbench. Programvarepakke fra SINTEF.
- MIRA** Metode for miljørettet risikoanalyse.
- MRA (ERA)** Miljørisikoanalyse (Environmental Risk Analysis). Risikoanalyse som vurderer risiko for ytre miljø.
- NORSOK** Norsk sokkels konkurranseposisjon. Et samarbeidsprosjekt mellom aktørene i oljeindustrien og myndighetene, mest kjent for NORSOK-standardene.
- ODS** Oljedriftsimulering.
- OLF** Norsk olje og gass, tidligere Oljeindustriens Landsforening. Forkortelsen benyttes fremdeles for publikasjoner utgitt under det gamle navnet.
- PL** Produksjonslisens.
- Ptil** Petroleumstilsynet.
- OSCAR** Oil spill contingency and response. Modul for oljedriftsimuleringer i programvarepakken MEMW 7.0.1 fra SINTEF.
- Restitusjonstid** Tiden det tar fra et oljeutslipp skjer og til restitusjon er oppnådd. Restitusjon er oppnådd når bestanden eller habitatet er tilbake på tilnærmet samme nivå som før oljeutslippet. Restitusjonstiden må være lengre enn 1 måned for at den skal bli registrert som miljøskade.
- Skadekategorier** Kategorisering av miljøskader i hhv. mindre, moderat, betydelig eller alvorlig på grunnlag av restitusjonstid.
- Statoils prioriterte områder** 36 utvalgte områder basert på en vurdering av tidligere eksempelområder i NOFO. Disse er karakterisert ved at de ligger i ytre kystsoner, har høy tetthet av miljøprioriterte lokaliteter og som også på andre måter setter strenge krav til oljevernberedskap.
- SVO** Særlig verdifulle og sårbare områder
- THC** Total Hydrocarbon. Total mengde hydrokarbon - inkluderer både dispergert olje og løste komponenter.
- Vektet strømningsrate/-varighet** Sannsynlighetsvektet gjennomsnitt av hhv. strømningsrate og -varighet.

**VØK** Verdsatt økosystemkomponent. En bestand og/eller et habitat som oppfyller et sett spesifikke definisjoner og prioriteringskriterier.

## INNHold

<b>Godkjenningstabell</b>	<b>2</b>
<b>Versjonshistorikk</b>	<b>3</b>
<b>Sammendrag</b>	<b>4</b>
<b>Summary</b>	<b>8</b>
<b>Forkortelser og definisjoner</b>	<b>12</b>
<b>Innhold</b>	<b>15</b>
<b>1 Introduksjon</b>	<b>16</b>
1.1 Planlagte aktiviteter og definerte fare- og ulykkeshendelser (DFU) . . . . .	18
1.1.1 Statistikk for Grane KP73 . . . . .	20
1.1.2 Statistikk for Grane KP200 . . . . .	20
1.2 Oljens forvitringsegenskaper . . . . .	21
1.3 Verdsatte økosystemkomponenter (VØK) i MRA . . . . .	21
1.4 Operatørens akseptkriterier for miljørisiko . . . . .	23
<b>2 Områdebeskrivelse</b>	<b>24</b>
<b>3 Metoder</b>	<b>28</b>
3.1 Metode for simulering av oljedrift . . . . .	28
3.2 Metode for analyse av miljørisiko . . . . .	29
<b>4 Resultater fra oljedriftsimulering</b>	<b>33</b>
4.1 Influensområder for Grane KP73 . . . . .	33
4.1.1 Illustrasjon av en enkeltsimulering . . . . .	35
4.2 Strandingsstatistikk for Grane KP73 . . . . .	39
4.3 Influensområder for Grane KP200 . . . . .	41
4.3.1 Illustrasjon av en enkeltsimulering . . . . .	42
4.4 Strandingsstatistikk for Grane KP200 . . . . .	46
<b>5 Resultater for miljørisikoanalyse</b>	<b>48</b>
<b>Referanseliste</b>	<b>50</b>
<b>A Vedlegg: resultater for Grane KP73</b>	<b>51</b>
A.1 Strandingsstatistikk for prioriterte områder . . . . .	51
A.2 Resultater miljørisikoanalyse . . . . .	53

<b>B Vedlegg: resultater for Grane KP200</b>	<b>63</b>
B.1 Strandingsstatistikk for prioriterte områder . . . . .	63
B.2 Resultater miljørisikoanalyse . . . . .	65
<b>C Vedlegg: inngangsdata</b>	<b>74</b>
C.1 Verdsatte økosystemkomponenter (VØK) . . . . .	74
C.2 Oversikt geografiske bestander . . . . .	76
C.3 Økosystemkomponentenes sårbarhet for olje . . . . .	76
<b>D Vedlegg: metoder</b>	<b>78</b>
D.1 Definisjon av influensområder . . . . .	78
D.2 Beregning av persentiler . . . . .	79
D.3 Konverteringstabeller . . . . .	80
D.3.1 Skadelig oljekonsentrasjon for fiskelarver . . . . .	84
<b>E Vedlegg fra Statoil ASA</b>	<b>86</b>
E.1 Forvittringsmodell (OWM) av Grane Blend . . . . .	86
E.2 Grane Blend forvittringsstudie . . . . .	97
E.3 Kart over Statoils prioriterte områder . . . . .	101

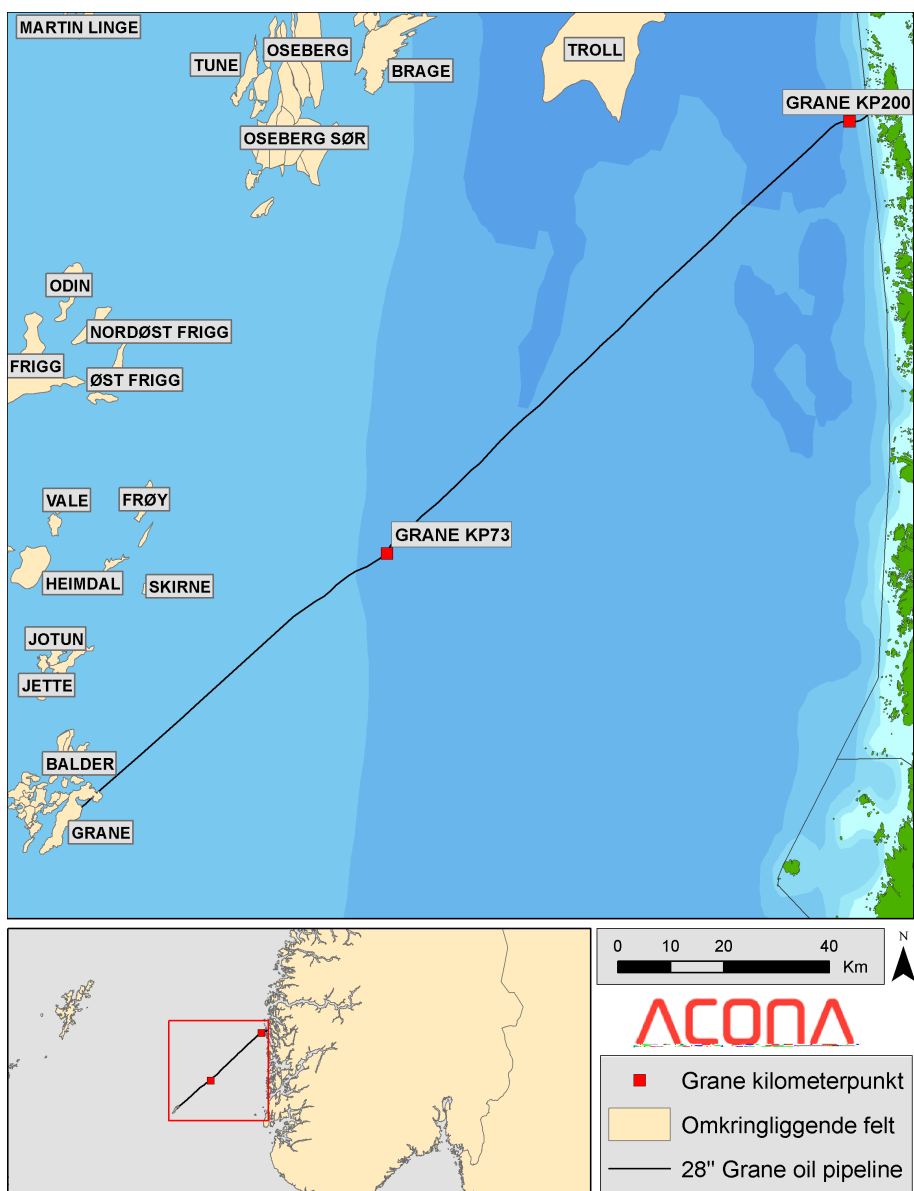
## 1 INTRODUKSJON

Denne rapporten er utarbeidet av Acona AS, på vegne av Statoil ASA (heretter referert til som Statoil). Rapporten inneholder følgende analyser: (1) stokastiske oljedriftssimuleringer og (2) miljørisikoanalyse. Analysene er utført i samsvar med Styringsforskriften (paragraf 17), metode for miljørettet risikoanalyse (MIRA, [OLF 2007](#)) og dokumentet Best Practice for oljedriftssimuleringer utarbeidet på oppdrag fra Norsk Olje og Gass ([Acona, Akvaplan-niva og DNV GL 2016](#)).

Analysene er utført for to ulike kilometerpunkt (KP) langs rørledningen 28" Grane Oil Pipeline (GOP). Rørledningen ligger i Nordsjøen og går fra Grane-feltet, nordøstover over Norskesrenna til Stureterminalen i Øygarden (figur 1.1). Rørledningen ble installert i 2002 og har en forventet levetid på 30 år. Stabilisert olje fra feltene Edvard Grieg og Grane transporteres i rørledningen til Stureterminalen ([Statoil ASA 2018d](#)). Korteste avstand til grunnlinjen er 94 km fra KP73 og 3,5 km fra KP200, til hhv. Bømlo kommune og Øygarden utenfor Bergen. Avstanden til Bømlo og Austevoll, som er de nærmeste av Statoils prioriterte kystområder, er ca. 95 km fra KP73, og Onøy (Øygarden) ligger ca. 5 km fra KP200.

Vanndyptet ved KP73 og KP200 er hhv. 125 og 300 meter.





**Figur 1.1:** Beliggenheten til Grane rørledning (GOP), de valgte kilometerpunktene KP73 og KP200 og omkringliggende felt.

## 1.1 PLANLAGTE AKTIVITETER OG DEFINERTE FARE- OG ULYKKESHENDELSER (DFU)

Oljen fra Grane transporteres gjennom en ca. 211 km lang rørledning (GOP) til Statoils Stureterminal i Øygarden nord for Bergen. 28"-rørledningen har en indre diameter på 0,688 meter. GOP består av to rørledningsseksjoner. Seksjon P243 (GOP offshore rørledning) er 204 km lang og strekker seg nordøst fra Granepattformen, over Norskerenna til Øygarden. Seksjon P244 (GOP-onshore rørledning) er 7 km lang og strekker seg over land fra Øygarden til Stureterminalen.

Akutte utslipp av olje som eksporteres til Stureterminalen kan skje som følge av brudd eller lekkasje på oljerørledningen. Det er valgt ut to representative utslippspunkt langs offshore rørledningen; KP73 lokalisert på åpent hav og KP200 lokalisert nær kysten. Utslippspunktene er konservativt valgt mht. potensiell miljøskade og miljørisiko: Et utslipp ved KP73 gir størst utslippsmengde (44 km til nærmeste væskelås), og KP200 ligger svært nær land (3,5 km fra grunnlinjen utenfor Øygarden) ([Statoil ASA 2018c](#)).

Det er definert tre ulike utslippsscenarioer per utslippspunkt (tabell 1.2): (1) Fullt rørbrudd, (2) stor lekkasje og (3) mindre lekkasje. Hvert scenario er karakterisert med ulik hullstørrelse. Ved fullt rørbrudd antas hullstørrelsen å tilsvare rørledningdiameteren (0,688 m) og ved en stor og mindre lekkasje er hullstørrelsen satt til hhv. 50 mm og 5 mm ([Statoil ASA 2018a](#)).

Et potensielt oljeutslipp vil ha ulike faser mht. varighet og strømningsrater. Et fullt rørledningsbrudd vil bli oppdaget umiddelbart av automatiske lekkasjedeteksjonssystemer (LDS), og rørledningen (eksport av olje) vil bli stengt i løpet av 30 minutter. Ved en lekkasje (stor og mindre) vil det ta lengre tid å detektere utslippet. Denne første fasen refereres til som *isoleringsfasen*. Utslippsraten i isoleringsfasen vil tilsvare produksjonsraten inntil pumper stenges og består av en initiell fase i det uhellet skjer og en pumpefase før transporten av olje stenges ned ([DNV GL 2017](#)).

Etter at røret er isolert vil strømningsraten reduseres til raten av fortrenging av gjenværende olje i røret, forårsaket av omliggende vann som strømmer inn i rørledningen. Denne fasen refereres til som *reparasjonsfasen*. Utslippsmengden i reparasjonsfasen bestemmes av avstand til væskelåser og kan strekke seg over lang tid (enten til all olje er fortrenget av vann eller til røret/lekkasjen er reparert). Strømningsraten i reparasjonsfasen er vanligvis lav ([DNV GL 2017](#)). Maksimum tid det tar for å reparere en lekkasje er satt til 6 måneder.

**Tabell 1.1:** Utslippsscenarioer med tilhørende hullstørrelser, tid for isolering og tid for reparasjon. Dataene er hentet fra [Statoil ASA \(2018a\)](#).

Utslippsscenario	Hullstørrelse	Tid for isolering	Tid for reparasjon
Fullt brudd	0,668 m	30 min	6 mnd
Stor lekkasje	50 mm	90 min	6 mnd
Mindre lekkasje	5 mm	72 timer (3 døgn)	6 mnd

Et brudd eller en lekkasje på rørledningen er karakterisert ved tre ulike statistikker:

(1) sannsynligheten (frekvensen) for et rørledningsbrudd- eller en lekkasje, (2) sannsynlighetsfordelingen mellom fullt brudd, stor og mindre lekkasje, og (3) sannsynlighetsfordeling av utslippsrater og -varigheter.

Verdiene til de tre statistikkene og rate- og varighetsmatrisene som er benyttet som inngangsdata for oljedriftssimuleringer med OSCAR til de to utslippspunktene er beskrevet i delkapitlene [1.1.1](#) og [1.1.2](#). Statoil har beregnet disse verdiene i den oppdaterte risikoanalysen for Edvard Grieg og Grane rørledninger ([Statoil ASA 2018c](#)). Det er benyttet generiske feilfrekvenser fra "Recommended failure rates for pipelines" ([DNV GL 2017](#)) og lokasjonsspesifikke forhold for GOP i tråd med metodikken i ([Statoil ASA 2018b](#)).

Frekvensen består av en lengdeavhengig frekvens og en lengde-uavhengig frekvens. For lange transportrørledninger er den lengde-avhengige feilfrekvensen vanligvis den viktigste bidragsyteren til den totale frekvensen. Utslipp knyttet til korrosjon og materialdefekter synes å være sterkest korrelert med rørledningens lengde. Den lengde-avhengige frekvensen er i de fleste tilfeller ansett som konservativ pga. det er vanskelig å unngå at bidraget fra en parameter tas med flere ganger når man spesifiserer (estimerer) effekt av diameter, veggtykkelse, lengde eller lokasjon. Den lengde-avhengige frekvensen bidrar med 68% av den totale feilfrekvensen for GOP-rørsystemet. ([Statoil ASA 2018d](#))

Den lengdeuavhengige frekvensen vil variere per kilometer basert på hvilke risikoer som er tilstede; tråleaktivitet som kan forårsake skader på rørledningen, skipstrafikk der anker kan hekte seg i rørledningen ("dragged anchor"), områder med eksplosiver fra krigen, områder med ventiler/tie-ins og områder der rørledningen ligger med frie spenn ("free spans"). Frie spenn kan føre til utmatting ("fatigue") og øker også sannsynligheten for skade ved tråling ([Statoil ASA 2018d](#)).

**Tabell 1.2:** Utslippsscenarioer med tilhørende hullstørrelser, tid for isolering og tid for reparasjon. Dataene er hentet fra [Statoil ASA \(2018a\)](#).

Utslippsscenario	Hullstørrelse	Tid for isolering	Tid for reparasjon
Fullt brudd	0,668 m	30 min	6 mnd
Stor lekkasje	50 mm	90 min	6 mnd
Mindre lekkasje	5 mm	72 timer (3 døgn)	6 mnd

### 1.1.1 STATISTIKK FOR GRANE KP73

Sannsynligheten for et rørledningsbrudd ved Grane KP73 er av Statoils fagekspertise vurdert å være  $9.42e-06$  per år. Rate- og varighetsmatrisen benyttet i de stokastiske oljedriftssimuleringene er presentert i tabell 1.3.

Gitt et utslipp finner sted er sannsynligheten for de tre utslippsscenarioene hhv. 16% (fullt brudd), 5% (stor lekkasje) og 79% (mindre lekkasje). Totalt forventet mengde olje sluppet ut ved sjøbunnen gitt et utslipp fra KP73 er  $2\,276\text{ m}^3$ , med en vektet rate på  $25,1\text{ Sm}^3/\text{d}$  og en vektet varighet på 90,5 døgn.

**Tabell 1.3:** Rate- og varighetsmatrisen for rørledningsbrudd og lekkasjer ved Grane KP73 ([Statoil ASA 2018a](#)).  $D$  = hullstørrelsen (diameter) benyttet i oljedriftssimuleringene. Merk ulike enheter for hullstørrelse og varighet.

Frekvens	Rørledningsbrudd og lekkasjescenarioer			Rate		Varighet	
	Scenario	Sanns. (%)	Fase	Kg/s	Sanns. (%)	Tid	Sanns. (%)
9,42E-06	Fullt brudd (D=0.688m)	16	Isolering	586,50	8,0	30 min	100
			Reparasjon	1,20	8,0	172 d	100
	Stor lekkasje (D=50mm)	5	Isolering	130,81	2,5	90 min	100
			Reparasjon	0,30	2,5	180 d	100
	Mindre lekkasje (D=5mm)	79	Isolering	1,40	39,5	3 d	100
			Reparasjon	0,04	39,5	180 d	100

### 1.1.2 STATISTIKK FOR GRANE KP200

Sannsynligheten for et rørledningsbrudd ved Grane KP200 er av Statoils fagekspertise vurdert å være  $9.36e-06$  per år. Rate- og varighetsmatrisen benyttet i de stokastiske oljedriftssimuleringene er presentert i tabell 1.4.

Gitt et utslipp finner sted er sannsynligheten for de tre utslippsscenarioene hhv. 16% (fullt brudd), 5% (stor lekkasje) og 79% (mindre lekkasje). Totalt forventet mengde olje sluppet ut ved sjøbunnen gitt et utslipp fra KP200 er  $781\text{ m}^3$ , med en vektet rate på  $10,3\text{ Sm}^3/\text{d}$  og en

vektet varighet på 75,9 døgn. For KP200 er isoleringsfasen og reparasjonsfasen for fullt brudd modellert sammen, grunnet den relativt korte tiden det tar å tømme rørledningen ved et fullt rørledningsbrudd (13,7 dager).

**Tabell 1.4:** Rate- og varighetsmatrisen for rørledningsbrudd og lekkasjer ved Grane KP200 (Statoil ASA 2018a). D = hullstørrelsen (diameter) benyttet i oljedriftssimuleringene. Merk ulike enheter for hullstørrelse og varighet.

Frekvens	Rørledningsbrudd og lekkasjescenarioer			Rate		Varighet	
	Scenario	Sanns. (%)	Fase	Kg/s	Sanns. (%)	Tid	Sanns. (%)
9,36E-06	Fullt brudd (D=0.688m)	16	Isolering og	1,93	16,0	13,7 d	100
			reparasjon				
	Stor lekkasje (D=50mm)	5	Isolering	42,00	2,5	90 min	100
			Reparasjon	0,30			
	Mindre lekkasje (D=5mm)	79	Isolering	0,50	39,5	3 d	100
			Reparasjon	0,04			

## 1.2 OLJENS FORVITRINGSEGENSKAPER

Oljen som er benyttet i oljedriftssimuleringene er Grane blend, en stabilisert olje. Forvitrimodellen til denne oljen er utarbeidet av Statoil i OWM, beskrevet i vedlegg E.1 (ASA 2018). Den følgende beskrivelsen av oljetyper er hentet fra kapittel 2 i ASA (2018). Til oljedriftberegningene for Grane oljerør er det benyttet en Grane Blend bestående av ca 40% olje fra Edvard Grieg, 10% olje fra Ivar Aasen, 15% olje fra Svalin og 35% olje fra Grane. Dette er en typisk, representativ blend av oljene som fraktes i Grane oljerør. Prøven ble tatt på Sture 27.08.2017 og oljen ble analysert på Mongstad i desember 2017. Resultatene fra denne analysen ble lagt inn i Oil Weathering Model for beregning av forvitringsegenskaper. Resultatene ble også benyttet som inputdata til OSCAR for oljedriftberegninger. Analyserapporten fra Mongstad er vedlagt i E.2.

## 1.3 VERDSATTE ØKOSYSTEMKOMPONENTER (VØK) I MRA

En VØK (*verdsatt økosystemkomponent*) er definert i MIRA-metoden som en bestand og/eller et habitat som oppfyller et sett spesifikke definisjoner og prioriteringskriterier (OLF 2007). VØK-bestander som benyttes i miljørisikoanalysen er presentert i vedlegg C.1. Utvalgte områder med høy tetthet av VØKer er presentert i seksjon 2 og figur 2.1.

Bestandsdataene anvendt for denne rapporten omfatter 12 arter sjøfugl i åpent hav datasett, 35 sjøfuglarter i kystdatasett, begge i henhold til avtale om standardisering av sjøfugldata (se nedenfor for detaljer), to arter sjøpattedyr (sel) og 13 fiskebestander. Habitatdataene omfatter

12 ulike strandhabitater og datasett for månedsvis isutbredelse. Planktonorganismer med unntak av fiskeegg og -larver er ikke tatt med pga. deres lave sensitivitet for olje, noe som skyldes stor geografisk fordeling av de enkelte artene og kort restitusjonstid. For arter av sjøfugl, sjøpattedyr og fisk er det forskjellige bestander for ulike geografiske regioner (se vedlegg C.2).

Følgende datasett er benyttet for de ulike VØK-gruppene:

- Åpent hav: SEAPOP, 01.09.2013, republisert i 2015
- Kyst: NINA, 24.04.2017
- Gyteområder: HI, nedlastet 25.04.2017
- Fiskelarver og -egg: HI, 2005
- Sjøpattedyr (sel): MRDB, 02.09.2010
- Strand: MRDB, 02.09.2010

For sjøfugl er det benyttet to datasett tilrettelagte av SEAPOP (NINA) der artene er tildelt månedlige bestandsandeler. Åpent hav datasettet er delt in i tre regioner (Barentshavet, Norskehavet og Nordsjøen) og kystdatasettet er basert på nasjonal andeler.

Et standardiseringsarbeid for tilretteleggingen av sjøfugldata fra SEAPOP til bruk i miljørisikoanalyser er igangsatt av Norsk olje og gass. NINA, DNV GL, Akvaplan-niva og Acona deltar i dette arbeidet. En sentral oppgave er harmonisering av bruk av kystdatasett i hekkeperioden, inkludert bruk av "bufferzoner", "aggregeringsfaktorer" og bestandsinndeling. Dette arbeidet vil ferdigstilles i mai 2018. Acona har tilrettelagt et nasjonalt kystdatasett iht. midlertidige anbefalinger og valgt ut 35 arter til miljørisikoanalysen for Grane (etter anbefaling fra NINA er de fleste våtmarkstilknyttede artene og vadere utelatt fordi datagrunnlaget pr. i dag er for fragmentert til å benyttes i kvantitative analyser). Følgende arter er analysert: Alkekonge, Alke, Grågås, Teist, Lunde, Havhest-N, Havhest-S, Gulnebbblom, Storlom, Islom, Smålom, Gråmåke, Fiskemåke, Sildemåke, Polarmåke, Svartbak, Sjøorre, Laksand, Svartand, Siland, Ismåke, Toppskarv, Storskarv, Krykkje, Gråstrupedykker, Stellerand, Ærfugl, Praktærfugl, Havsule, Lomvi, Polarlomvi, Rødnebbterne, Makrellterne, Storjo og Tyvjo.

Datasettene for sel og strandhabitat er opprinnelig fra MRDB v.2 utgitt i 2010. Dette er de nyeste datasettene som er tilrettelagt for standardiserte kvantitative miljørisikoanalyser. Havforskningsinstituttet utfører landsdekkende tellinger av den norske steinkobbe- og havertbestanden hvert femte år og inkorporering av nye resultater fra disse toktene vil kunne påvirke utbredelsen og den relative forekomsten av sel i eksisterende kolonier.

Datasettet for strandhabitat i MRDB er basert på DamShore-konseptet for beregning av skadepotensialet ved akutt oljeforurensning på strand. I motsetning til datasettet for sel så beskriver dette datasettet en fastere størrelse. Datasettet er gitt på 5×5 km og er tilrettelagt på et 10×10 km rutenett til bruk i MIRA. Acona har tilrettelagt det slik at hver 10×10 km rute inneholder prosentvis strandlengde med sårbarhet S1, S2 og S3 basert på strandtype og ek-

sponeringsgrad iht. MIRA-metodikken, og som vist i tabell D.8 i vedlegg D.3.

#### 1.4 OPERATØRENS AKSEPTKRITERIER FOR MILJØRISIKO

Operatørens akseptkriterier for miljøskade i ulike kategorier er gitt i tabell 1.5 og er definert i Statoil ASA. Verdiene er installasjonsspesifikke og angir høyeste sannsynlighet som operatøren aksepterer for miljøskade av ulik varighet (skadekategorier). Statoils akseptkriterier er fastsatt på grunnlag av hovedprinsippet om at "restitusjonstiden etter en miljøskade for den mest sårbare naturressursen skal være ubetydelig i forhold til forventet tid mellom slike miljøskader".

Akseptkriteriene benyttes i beregningen av relativ miljørisiko for å avgjøre om miljørisikoen er akseptabel eller ikke. Dersom relativ miljørisiko er under 100% er risikoen lavere enn operatørens akseptkriterie og anses som akseptabel. Rammeforskriftens §11 "Prinsipper for risikoreduksjon" ([www.ptil.no](http://www.ptil.no)) pålegger i tillegg operatører å vurdere miljørisikoen i forhold til ALARP-prinsippet.

**Tabell 1.5:** Statoils installasjonsspesifikke akseptkriterier for miljøskade i de ulike skadekategoriene. Sannsynligheten er oppgitt i enheten .

Skadeklasse	Restitusjonstid (år)	Maks. sanns.
Mindre	0.1–1	1.00E-02
Moderat	1–3	2.50E-03
Betydelig	3–10	1.00E-03
Alvorlig	>10	2.50E-04

## 2 OMRÅDEBESKRIVELSE

I dette kapittelet følger en beskrivelse av viktige områder for verdsatte økosystemkomponenter (VØK) som kan være sårbare ved et oljeutslipp ved Grane, samt en presentasjon av områdene i figur 2.1. Økosystemkomponentenes sårbarhet er beskrevet i vedlegg C.3.

(1) **SHETLAND** har en rekke naturvernområder som inneholder viktige hekkeområder for sjøfugl og kasteplasser for sel. Viktige sjøfugl i område er havsule, lomvi, teist, havhest, lundefugl og krykkje ([Scottish Natural Heritage 2013b](#)). Skottland har definert hele Shetlandsregionen som et verneområde for havert og steinkobbe ([The Scottish Government 2010](#)). Hermaness, Noss, Fetlar og Mousa er fire spesielt sårbare områder på østkysten av Shetland, som alle er definert som Special Protection Areas (SPA) og Marine Protected Areas (MPA) og er inkludert i EUs Natura 2000 fugledirektiv ([Scottish Natural Heritage 2013a](#)).

(2) **MAKRELL I NORDSJØEN** Makrell gyter i overflatelaget sentralt i Nordsjøen i mai - juli. Makrell er en kommersielt viktig fiskebestand, men er ikke betraktes som særlig sårbar for oljesøl da den vandrer og gyter over store områder i Nordsjøen, med stor variasjon fra år til år. Kartlegging gjennomført av Havforskningsinstituttet viser at utbredelsen av makrell har økt betraktelig de siste årene og at en større andel enn tidligere gyter i mer nordlige farvann. Makrellfeltet er ansett som et SVO-område i forvaltningsplanen for Nordsjøen ([St.meld.nr. 37 2012-2013](#)).

(3) **VIKINGBANKEN** ligger sentralt i Nordsjøen og er definert som SVO (særlig verdifullt og sårbart område) på grunn av områdets viktige betydning som leve- og gyteområde for tobis. Tobis er et samlebegrep for flere arter innen silfamilien. Artsgruppen holder til på sandbunn hvor fiskene lever nedgravd store deler av året. Tobis har strenge krav til bunnsubstrat (grov sand), noe som begrenser utvalget av egnede leveområder og gjør artsgruppen sterkt stedbundet. Tobis er et viktig bindeledd i økosystemet i Nordsjøen ved at den spiser dyreplankton og deretter selv er føde for en rekke arter fugl, sjøpattedyr og fisk.

(4) **VERDIFULLE OMRÅDER I ROGALAND** Jærkysten er viktig hekke-, beite-, myte-, trekk- og overvintringsområde for sjøfugl. Sanddynene på Jærstrendene er av internasjonal verdi og er en samlingsplass for vadefugler som hviler og beiter langs strendene under trekkperioden. Jærstrendene er også viktig fordi området representerer en overgangssone mellom Skagerrak sub-provins og Vestnorsk sub-provins. Jærkysten ble opprettet som marint verneområde i 2016 i tråd med nasjonal marin verneplan ([DN 2009](#)). Boknafjorden er et særegent område med store grunne partier med sand- og steinbunn. Området omfatter viktige kastelokaliteter for steinkobbe, og Kvitsøyområdet er viktig for arten gjennom hele året ([Henriksen, G. & Røv, N. 2004.](#)). Kjør er den sørligste kastelokaliteten for havert i Norge og kolonien her teller 250-300 dyr ([Henriksen, G. & Mangersnes, R. 2009](#)). Området utenfor Karmøy huser svært vik-



tige hekkepopulasjoner av kystbundne sjøfuglarter. De kystbundne artene bruker havområdet opptil 60 km utenfor kolonien som beiteområde i hekketiden og dekker således store områder av Boknafjorden (NINA 2008). Området er også viktig for kystbundne arter om vinteren (NINA 2008). Karmøyfeltet har tradisjonelt vært gyteområde for norsk vårgytende sild og retensjonsområde (oppsamlingsområde) for egg og larver. Det er av den grunn vurdert som SVO-område i forvaltningsplanen for Nordsjøen (HI & DN 2010).

(5) **KORSFJORDEN** Korsfjorden er under arbeidet med en forvaltningsplan for Nordsjøen vurdert som SVO-område (HI & DN 2010) på grunn av områdets betydning for biologisk mangfold. Området er også foreslått vernet i nasjonal marin verneplan (DN 2004).

(6) **BREMANGER TIL YTRE SULA** Området er viktig for sjøfugl som hekke-, beite-, myte-, trekk- og overvintringsområde samt kasteområder for steinkobbe. Området inneholder fuglereservater (Frøyskjæra, Ytterøyane, Kvalsteinane, Håsteinen, Gåsvær, Indrevær, Utvær og Smelvær) som omfatter viktige hekkelokaliteter og kolonier for mange kystbundne og pelagiske arter. Området anses som sårbart gjennom hele året og er av NINA vurdert som spesielt sårbart for sjøfugl om vinteren. Askvoll og Solund kommune har flere kasteplasser for steinkobbe. Bremanger-Ytre Sula er definert som SVO-område i forvaltningsplanen for Nordsjøen (HI & DN 2010).

(7) **RUNDE FUGLEFJELL** Runde er et svært betydningsfullt område for kolonihekkende sjøfugl. Lunde er den mest tallrike arten, men fuglefjellet er også viktig for lomvi, krykkje, alke, havhest, havsule og toppskarv. De pelagiske artene beiter i havområdet ut til 100 km utenfor kolonien i hekketiden (NINA 2008). Havområdet rundt Runde er også svært viktig om våren, da hekkefuglene ankommer koloniene, og høsten da mytende fugl og flygeudyktig ungfugl ligger på sjøen (NINA 2007).

(8) **MØREBANKENE** Mørebankene er hovedgyteområde for norsk vårgytende sild og svært viktig gyteområde for nordøstarktisk torsk og nordøstarktisk sei. Om våren og sommeren er det stor tetthet av fiskelarver og -yngel på bankene noe som er avgjørende for hekkesuksessen til sjøfuglarter som lunde, lomvi og krykkje da disse artene i liten grad kan nyttiggjøre seg voksenalder som matkilde. Spekkhogger er tilknyttet Mørebankene tidlig på våren, når silden gyter, og området er et viktig beiteområde for sjøfugl som beiter på pelagiske fiskearter.

Mørebankene er vurdert som et SVO-område i forvaltningsplanen for Norskehavet. I arbeidet med oppdatering av forvaltningsplanen ble hensynet til Mørebankene som den eneste stabile gyteplassen for norsk vårgytende sild fremhevet som en viktig grunn for å opprettholde området som SVO.

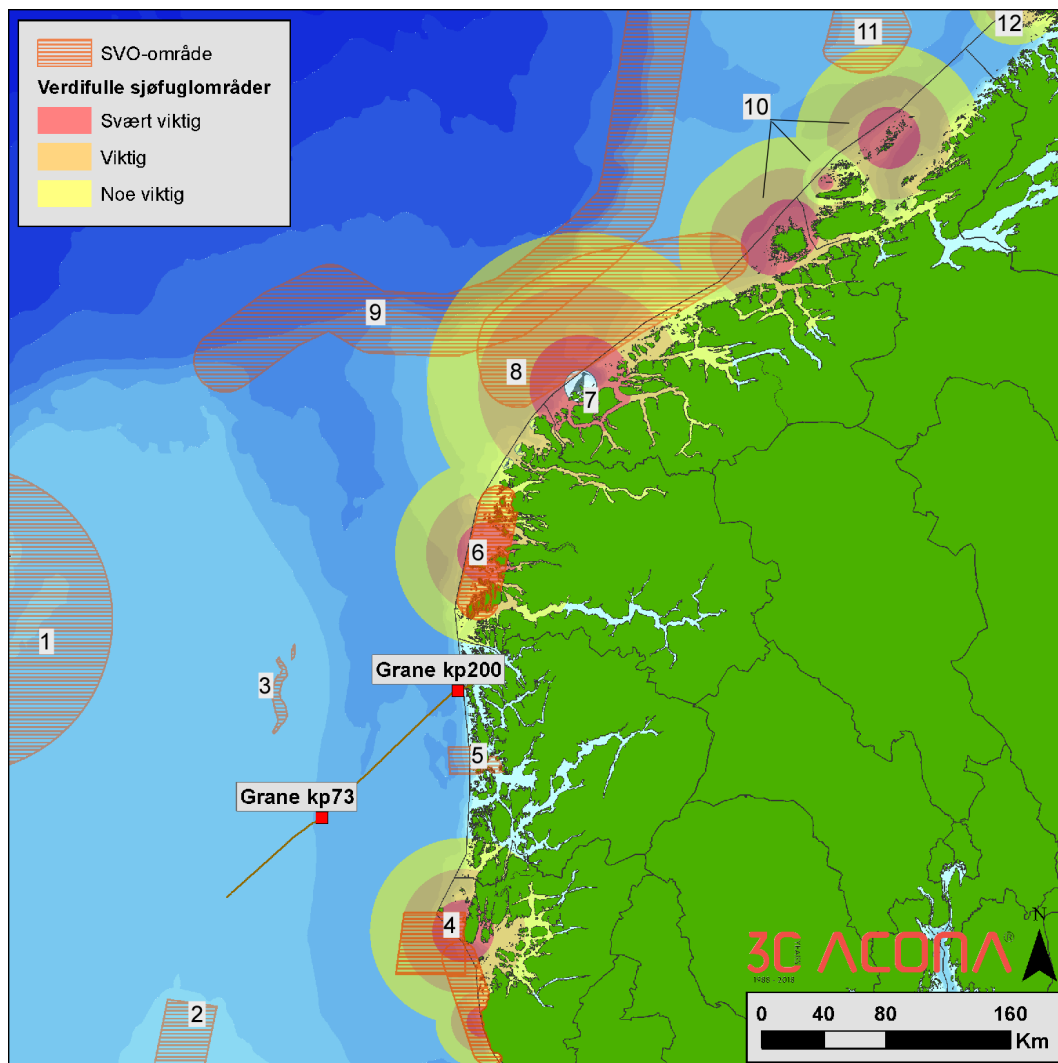
Mørekysten i sin helhet, og spesielt området fra Stadlandet til Sandøy, er et viktig kaste- og leveområde for steinkobbe (Henriksen, G. & Røv, N. 2004.).

(9) **EGGAKANTEN** Eggakanten angir grensen mellom kontinentalsokkelen og dyphavet og inkluderer kontinentalskråningen. Avstanden til kysten varierer betraktelig, og Eggakanten ligger nærmest norskehavskysten i Sunnmøre og utenfor kysten av Vesterålen/Lofoten og Andøya. Atlanterhavsstrømmen og kyststrømmen bringer opp næringsrikt vann fra dyphavet langs kanten, noe som gir høy produksjon av plante- og dyreplankton. Området fungerer som transportområde for gyteprodukter og er et viktig beiteområde for bardehval, spermhval og pelagisk sjøfugl som alkefugl, havhest og krykkje. Dypvannsfisk som uer, snabeluer, blåkveite og vassild har gyteområder langs ulike deler av Eggakanten. Området har også høy tetthet av korallrev og svamptamfunn og kartlegging av havbunnen har avdekket at det kan finnes flere potensielt nye naturtyper og kandidater til ansvarsarter for Norge i området. Eggakanten er definert som SVO-område i forvaltningsplanen for Norskehavet.

(10) **FRØYA, FROAN OG SMØLA** Øygruppen Froan er et av de viktigste marine verneområdene i Norge. Øygruppen består av Froan naturreservat og landskapsvernområde med tilhørende dyrelivsfredning. Området er svært viktig som hekke- og overvintringsområde for kystbundne sjøfuglarter, med blant annet flere store hekkekolonier av storskarv og teist. Både steinkobbe og havert har betydelige kastekolonier på øygruppa, og mer enn halvparten av Norges havertpopulasjon kaster ungene sine her. SVO-området inkluderer sokkelområdet, fra kysten og ut til og med Sularevet (Froan-Sularevet). Området er kandidat område for nasjonal marin verneplan med formål å ta vare på verneverdier som er representative for den indre del av midtnorsk sokkel (DN 2004). Det er utarbeidet en egen forvaltningsplan for Froan (Fylkesmannen i Sør-Trøndelag 2015). Området rundt Smøla inneholder flere viktige hekke- og overvintringsområder for kystbunden sjøfugl som toppskarv, storskarv, ærfugl og sildemåke. Smøla inneholder også flere viktige kasteområder for steinkobbe (HI & DN 2007) og området er spesielt viktig i vinter- og vårsesongen.

(11) **HALTENBANKEN** Bankområdet vest for Vikna i Trøndelag er spesielt viktig som gyte- og tidlig oppvekstområdet for norsk vårgytende sild og sei. Området er også et høyproduktivt retensjonsområde (oppsamlingsområde) for drivende fiskeegg og -larver. Bankområdet er også et viktig beiteområde for fugl som beiter på pelagiske fiskearter og danner derfor grunnlaget for et rikt fugleliv. Haltenbanken er vurdert som SVO-område i forvaltningsplanen for Norskehavet.

(12) **VIKNA OG SØMNA** Vikna og Sømna er viktige hekke- og overvintringsområder for kystbundne sjøfugl. Områdene har hekkebestander av toppskarv, storskarv, ærfugl og måker. I hekkeperioden bruker de kystbundne artene havområdet opptil 60 km utenfor kysten som beiteområde, og området innenfor denne radiusen er således viktig og sårbart (NINA 2008). Vikna-arkipelet og Sømna er også viktig for kystbundne arter i høst- (myteperiode) og i vårsesongen (trekk mot hekkeområder) (NINA 2007).



**Figur 2.1:** Viktige områder for verdsette økosystemkomponenter som kan være sårbare gitt et rørledningsbrudd på Grane. De to kilometerpunktene er markert i kartet, langs traseen til rørledningen 28" Grane oil pipeline.

(1) Shetland (2) Makrell SVO-område (3) Vikingbanken (4) Verdifulle områder i Rogaland (5) Korsfjorden (6) Bremanger-Ytre Sula (7) Runde fuglefjell (8) Mørebankene (9) Eggakanten (10) Frøya, Froan og Smøla (11) Haltenbanken (12) Vikna og Sømna.

### 3 METODER

Oljens fysiske utbredelse er estimert vha. stokastiske oljedriftssimuleringer (ODS) utført med programvaren OSCAR (Oil Spill Contingency And Response, SINTEF), mens oljens miljømessige konsekvenser er estimert vha. MIRA (Metode for miljørettet risikoanalyse, [OLF 2007](#)). Påfølgende kapitler, [3.1](#) (ODS) og [3.2](#) (MRA) gir en grundig innføring i metodene for de respektive analysene. Lesere med kjennskap til metodene kan fortsette direkte til kapittel [5](#) for resultater av analysene.

#### 3.1 METODE FOR SIMULERING AV OLJEDRIFT

De stokastiske oljedriftssimuleringene er gjort med modulen Oil Spill Contingency And Response (OSCAR), en del av programvarepakken MEMW 7.0.1 fra SINTEF. Basert på relevante inngangsdata (beskrevet nedenfor) simulerer programvaren spredning av olje på vannoverflaten, i vannkolonnen og akkumulering av olje på kystlinjen. Denne seksjonen beskriver inngangsdata til og bruken av OSCAR i grove trekk. En ytterligere beskrivelse finnes i brukermanualen ([SINTEF 2015](#)). OSCAR er satt opp i henhold til *Beste Praksis* for oljedriftsmodellering for standard miljørisikoanalyser ([Acona, Akvaplan-Niva, og DNV GL 2016](#)).

**Tabell 3.1:** Inngangsdata til de stokastiske oljedriftssimuleringene for DFU-er ved Grane. Merk at gass tettheten på 0.66 er minste mulige verdi å legge inn i OSCAR, men har ingen effekt i simuleringene så lenge GOR er lik 0

Parameter	Verdi/Referanse
Vinddata	NORA10 (2002-2011)
Havstrømdata	SVIM (2002-2011)
Olje type	Grane Blend
Vann dyp (m)	125
Breddegrad (°N)	59.7172
Lengdegrad (°E)	3.3844
Geodetisk system	WGS 84
Oljetetthet (kg/m <sup>3</sup> )	890
Gasstetthet (kg/m <sup>3</sup> )	0.66*
Gass-til-olje ratio (GOR)	0

**INNGANGSDATA** Oljedriftssimuleringene er basert på inngangsdata, eller -variable, av to ulike kategorier: (1) fikserte og (2) stokastiske. Til den første kategorien hører variable som vi med rimelig sikkerhet kan predikere verdiene til ved en potensiell oljeforurensning. Disse omfatter oljens egenskaper, kilometerpunkt, vanddyb, og vannkolonnens temperatur- og saltholdighetsprofiler for ulike tider av året ved utslippspunktet. Til den andre kategorien hører variable som

vi ikke kan predikere eksakt, og som vi derfor må representere med sannsynlighetsfordelinger. Disse fordelingene er basert på andre typer simuleringer og/eller historiske data. Denne kategorien inngangsdata omfatter utslippsrate, utslippsvarighet, utslippsdyp (sjøbunn eller overflate), samt styrke og retning på vind og havstrømmer. Disse er listet i tabell 3.1. Månedlig vanntemperatur (over og under sprangsjiktet), salinitet, og dybde på sprangsjiktet er basert på geografisk posisjon til utslippspunktet (SINTEF 2015). Vinndataene har horisontal- og tidoppløsning på hhv. 10 km og 3 timer. Strømdataene har horisontal- og tidsoppløsning på hhv. 4 km og 1 dag .

**STOKASTISKE SIMULERINGER** Simuleringene ble gjennomført stokastisk i batch value mode, der man utfører en stokastisk simulering for alle kombinasjoner av utslippsdyp, -rate og -varighet. Hver stokastiske simulering består av mange enkeltsimuleringer utført etter hverandre for hele året. Antall enkeltsimuleringer i en stokastisk simulering bestemmes av utslippsvarigheten og antall år med vind- og strømdata tilgjengelig. Målet er å ha tilstrekkelig antall simuleringer slik at variabiliteten i vind- og strømdataene (gjennom året og mellom år) forplantes til en variasjon i utgangsdataene, og dermed gir oss tall på usikkerheten i disse. Fordi noen av inngangsdataene er stokastiske variable, så vil alle utgangsdataene også være stokastiske variable.

**MODELLAVGRENSING** Alle simuleringene ble gjort innenfor et tredimensjonalt (3D) modellrutenett (habitatgrid i OSCAR) med  $3 \times 3$  km horisontaloppløsning og 5 m vertikaloppløsning ned til 50 m.

**UTGANGSDATA** Resultatene fra hver stokastiske simulering ble eksportert fra OSCAR til tekstfiler. Filene ble etterprosessert (bla. vektning av resultatene med sannsynlighetsfordelingen til de stokastiske inngangsdataene) vha. egenutviklet programkode i MatLab® og brukt til å beregne to typer data: (1) *influensområder*, beregnet for olje hhv. på havoverflate, i vannkolonne og på kystlinjen, og (2) *strandingsstatistikk*, som omfatter sannsynligheten for stranding, sannsynlighetsfordelingen for korteste strandingstid, og sannsynlighetsfordelingen for strandet mengde vann-i-olje-emulsjon. Sannsynlighetsfordelingene ble rapportert vha. persentilverdier, forklart i vedlegg D.2. Statistikken for stranding ble beregnet både for kysten totalt (all oljeberørt kyst), og for 36 prioriterte områder identifisert av Statoil, dvs. 36 kystområder utvalgt på grunn av deres spesielle verdi eller sårbarhet mht. oljeforurensning. De 36 områdene er et utvalg fra NOFOs 50 eksempelområder (figur E.1).

### 3.2 METODE FOR ANALYSE AV MILJØRISIKO

I denne rapporten blir risiko for skade på det ytre miljøet, som følge av oljeforurensning, beregnet vha. den skadebaserte delmetodikken i MIRA (Metode for miljørettet risikoanalyse, OLF 2007, s. 34).

**INNGANGSDATA** Den skadebaserte delmetodikken i MIRA baseres på fire sett inngangsdata som vist i tabell 3.2: (1) *Stokastisk simulerte oljedriftsdata*: den geografiske utbredelsen av oljeforurensning laget vha. stokastisk simulering, (2) *Frekvensen for rørledningsbrudd* basert på operatørens aktivitetsnivå, 1.1 (3) *Økosystemdata*: den geografiske utbredelsen av verdsette økosystemkomponenter samt deres sårbarhet for oljeforurensning, og (4) *Akseptkriterier*: operatørens valgte maksimalverdier for hvor stor miljørisiko de aksepterer.

**Tabell 3.2:** Inngangsdata til miljørisikoanalysen for

Parameter	Referanse
Stokastiske oljedriftsdata	Denne rapporten
Økosystemdata	Kapittel 1.3
Akseptkriterier	Tabell 1.5

**ØKOSYSTEMDATA** Økosystemkomponentene er inndelt i to grupper, *bestander* (sjøfugl, fisk, sjøpattedyr) og *habitater* (strand). Romlige data for hver av disse komponentene finnes på et format tilpasset det geografiske rutenettet ContAct© (Alpha Miljørådgivning AS 2003), bestående av 10×10 km kartruter som dekker kyst og åpent hav i norske farvann (hhv. *kystruter* og *havruter*). De romlige dataene er imidlertid av ulik art for de to gruppene av økosystemkomponenter.

De romlige dataene for strandhabitat angir hvor restituerbar hver enkelt kystrute er for oljeforurensning, dvs. med hvilken hastighet strandet olje fjernes vha. naturlige nedbrytingsprosesser (på stedet). Hastigheten avhenger av strandens substrat og dens bølge- og vindeksponering. Restituerbarheten er angitt kvalitativt vha. *restitusjonsklassene* R1, R2, eller R3, der R3 angir laveste restituerbarhet (lengst restitusjonstid for en gitt oljemengde strandet). For hver kystrute angir dataene hvor stor prosentandel av rutens totale strandlengde som tilhører hver av de tre restitusjonsklassene. For eksempel så kan strandhabitatet i en rute ha sårbarhet R1 i 30% av sin lengde, sårbarhet R2 i 60% av sin lengde og sårbarhet R3 i 10% av sin lengde.

De romlige dataene for hver av bestandene, derimot, angir antall individer i hver rute av ContAct- rutenettet. For hver bestand klassifiseres 1) individantall per kartrute, 2) individenes direkte sårbarhet for oljeforurensning og 3) bestandens restitusjonsevne etter et bestandstap. Individenes direkte sårbarhet for oljeforurensning, dvs. hvor lett de blir skadet dersom olje er tilstede i en kartrute, er angitt kvalitativt vha. *sårbarhetsklassene* S1, S2, og S3, der S3 angir høyeste sårbarhet. F.eks. så vil svartbak, som oppholder seg lite på vannet, ha sårbarhetsklasse S1, mens en lomvi, som ligger mye på vannet ha sårbarhetsklasse S3. Bestandenes restitusjonsevne er angitt med de samme restitusjonsklassene som for strandhabitat, selv om tolkningen av disse klassene blir ulik for strand vs. en bestand. For bestander angir restitusjonsklassen med hvilken hastighet en bestand klarer å returnere til sin opprinnelig størrelse etter at en viss andel av bestanden er drept pga. oljeskade.

**RELATIVT BESTANDSTAP** For hver oljedrift som er simulert markeres alle kartruter som har blitt berørt av olje, heretter kalt *oljeruter*. For hver av disse oljerutene bestemmes andelen av tilstedeværende individer som dør innen hver av bestandene. Dette gjøres vha. tabell D.1 (*olje-til-taps-tabell*<sup>1</sup>), som angir andelen av individer som dør i en rute som funksjon av to variable, (1) oljemengden i ruta og (2) sårbarhetsklassen til den bestanden som individene tilhører. Dette kan illustreres med et eksempel for sjøfuglarten lomvi. Dersom simulert mengde olje i en kartrute ligger i intervallet 1-100 tonn og sårbarhetsklassen til lomvi er S3, så vil 20 % av lomvi-individene i denne kartruta dø som følge av oljeskade (*relativt individtap pr. oljerute*). Denne prosentandelen multipliseres deretter med antall lomvi-individer som er tilstede i ruta for å bestemme det absolutte antallet individer som dør (*absolutt individtap pr. oljerute*). Denne prosessen gjentas for alle andre bestander som er tilstede i kartruta. Ved å summere absolutt individtap pr. oljerute over alle oljeruter i en enkelt oljedrift, kan man bestemme det totale antall individer som dør, i hver bestand, som følge av denne enkeltoljedriften (*absolutt individtap pr. oljedrift*).

For hver av bestandene kan man deretter bestemme *relativt bestandstap*, ved å dividere absolutt individtap pr. oljedrift med antall individer i hele bestanden (*bestandsstørrelse*). Størrelsen til en bestand bestemmes ved å summere dens individer over alle rutene i ContAct-nettverket. Er ressursdatene gitt som bestandsander pr. rute trenger man ikke gjennomføre dette trinnet. For fisk benyttes en enklere *olje-til-taps-tabell* der "*relativt gyteprodukt-tap*" beregnes direkte fra andelen fiskeegg og -larver som overlapper med oljekonsentrasjoner i vannkolonnen over en gitt effektgrense (Vedlegg D.3).

Siden en stokastisk oljedriftsimulering består av  $n$  enkeltsimuleringer, som alle er noe forskjellige mht. oljemengde og -utbredelse, så vil man for hver enkelt bestand kunne beregne  $n$  ulike verdier for relativt bestandstap. Disse  $n$  relative tapsverdiene blir sortert i fem ulike relative *bestandstapsintervaller*, 1 - 5 %, 5 - 10 %, 10 - 20 %, 20 - 30 % og >30 %. For fisk sorteres de i følgende *tapsintervaller*, 1 - 2 %, 2 - 5 %, 5 - 10 %, 10 - 20 %, 20 - 30 %, 30 - 50 % og >50 %. Antall simuleringer som havner i hver av disse intervallene divideres deretter på  $n$ , det totale antall simuleringer. Dette gir andelen simuleringer i hver av intervallene. For eksempel, 45 % av simuleringene kan gi relative populasjonstap innen intervallet 1 - 5 %, 22 % av simuleringene kan gi relative populasjonstap innen intervallet 5 - 10 %, osv. Disse andelene er det beste estimatet vi har for sannsynligheten for relative bestandstap i de ulike intervallene dersom (betinget) et framtidig oljeutslipp finner sted fra utslippspunktet. Denne betingede sannsynligheten for relative bestandstap symboliseres med  $P_{PT_x|}$ , der  $PT_x$  representerer bestandstapet i intervallet  $x$ .

**RESTITUSJONSTID FOR BESTANDER** For hver av de  $n$  verdiene av relativt bestandstap kan man estimere bestandens restitusjonstid vha. *skadenøkler*, som angir sannsynligheten for ulike restitusjonstidsintervaller som funksjon av relativt populasjonstap og som funksjon av restitusjonskategorien til bestanden (tabell D.3 i vedlegg D.3). For fisk må man gå via en nøkkel

som angir sannsynlighet for ulike tap i årsklasserekuttering som funksjon av tapsandeler av fiskeegg og -larver (tabell D.4), før man kan estimere fiskebestandens restitusjonstid vha. en skadenøkkel (tabell D.5 og D.6). Disse  $n$  restitusjonstidene blir sortert i fire ulike *restitusjonstidsintervaller*, 1 mnd. - 1 år, 1 - 3 år, 3 - 10 år, >10 år. Antall simuleringer som havner i hver av disse intervallene divideres deretter på  $n$ , det totale antall simuleringer. Dette gir andelen simuleringer som gir restitusjonstider i hver av intervallene. Disse andelene er det beste estimatet vi har for sannsynligheten for restitusjonstider i de ulike intervallene dersom (betinget) et framtidig oljeutslipp fra utslippspunktet. Denne betingede sannsynligheten for restitusjonstid symboliseres med  $P_{RT_y|Olje}$ , der  $RT_y$  representerer restitusjonstiden i intervallet  $y$ .

**RESTITUSJONSTID FOR STRANDHABITAT** For strandhabitat beregnes restitusjonstid for hver enkelt kystrute direkte vha. skadenøkler (tabell D.1 i vedlegg D.7).

**MILJØRISIKO** Ved å multiplisere den betingede sannsynligheten  $P_{RT_y|Olje}$ , sannsynligheten for restitusjonstid i intervall  $y$  dersom et oljeutslipp finner sted, med  $P_{Olje}$ , sannsynligheten for oljeutslipp, så får man den absolutte sannsynligheten for restitusjonstid i intervallet  $y$  dersom vi på forhånd ikke vet om olje vil bli sluppet ut.

$$P_{RT_y} = P_{RT_y|Olje} \times P_{Olje} \quad (3.1)$$

For å bestemme miljørisiko blir  $P_{RT_y}$ , for hver av restitusjonstidsintervallene, dividert *akseptkriteriet* for miljøskade i dette intervallet,  $P_{RT_y}^{Acc}$ . Brøken refereres til som *relativ miljørisiko*.

$$RelativRisiko_{RT_x} = P_{RT_y} / P_{RT_y}^{Acc} \quad (3.2)$$

**OVERLAPPSANALYSE FISKEEGG OG -YNGEL** I tillegg til MIRA-metoden for norsk vårgytende sild og nordarktisk torsk utføres en overlappsanalyse av gyteareal for andre viktige fiskebestander med influensområdet for olje i vannkolonnen (området bestående av all kartruter som har høyere oljekonsentrasjon i vannsøylen enn 100 ppb i mer enn 5 % av enkeltsimuleringene).



## 4 RESULTATER FRA OLJEDRIFTSIMULERING

Resultatene fra de stokastiske oljedriftsimuleringene presenteres som influensområder og strandingsstatistikk for et rørledningsbrudd på sjøbunnen for kilometerpunktene KP73 og KP200 på Grane. Resultatene fra de helårige stokastiske oljedriftsimuleringene presenteres for sesongene vinter (desember–februar), vår (mars–mai), sommer (juni–august) og høst (september–november).

Influensområdene for olje på sjøoverflaten, i vannkolonnen og akkumulert på strandlinjen består av alle  $10 \times 10$  km kartruter som har mer olje enn en viss grenseverdi i mer enn 5% enkeltsimuleringene. Grenseverdien er  $0,01$  tonn/ $\text{km}^2$  for sjøoverflaten, 100 ppb THC (Total Hydrocarbon Concentration, oppløst og i dråpeform) for vannkolonnen, og  $0,01$  tonn/km for strandlinjen (vedlegg D.1). Merk at influensområdene ikke viser omfanget av et enkelt oljeutslipp, men er en statistisk størrelse som er beregnet fra enkeltsimuleringer og som angir sannsynligheten for at en kartrute vil bli berørt av mer olje enn grenseverdien *forutsatt* at et rørledningsbrudd finner sted.

### 4.1 INFLUENSOMRÅDER FOR GRANE KP73

Influensområdene for olje på sjøoverflaten varierer fra 2 571 til 3 040 kartruter ( $10 \times 10$  km, tabell 4.1). Områdene strekker seg fra kysten av Sverige og opp til Lofoten. Som vist i figur 4.2, så varierer influensområdet med sesong, der områdene for sommer, høst og vinter strekker seg lengre nord mot Lofoten mens influensområdet strekker seg mot Skagerrak om våren. Merk at det kun er 5%-linjen som har stor utstrekning, dvs kartruter som har mer olje på overflaten enn terskelverdien ( $0,01$  tonn/ $\text{km}^2$ ) i mer enn 5% av enkeltsimuleringene.

Influensområdene for olje langst kysten er store, 48–62 kartruter ( $10 \times 10$  km, tabell 4.1). De fleste av disse kartrutene ligger på kysten av Rogaland, Hordaland, Sogn og Fjordane, Møre og Romsdal og øyer sør i Trøndelag (opp til Froan) (figur 4.3).

Influensområdene for olje i vannkolonnen er null uansett tid på året. Figurer for olje i vannkolonnen er derfor ikke inkludert nedenfor.

**Tabell 4.1:** Størrelsen av influensområder for olje på sjøoverflaten, i vannkolonnen og akkumulert på strandlinjen, definert i vedlegg D.1, og vist som antall 10×10 km kartruter. Influensområdene er beregnet fra de stokastiske oljedriftsimuleringene for et rørledningsbrudd ved Grane KP73.

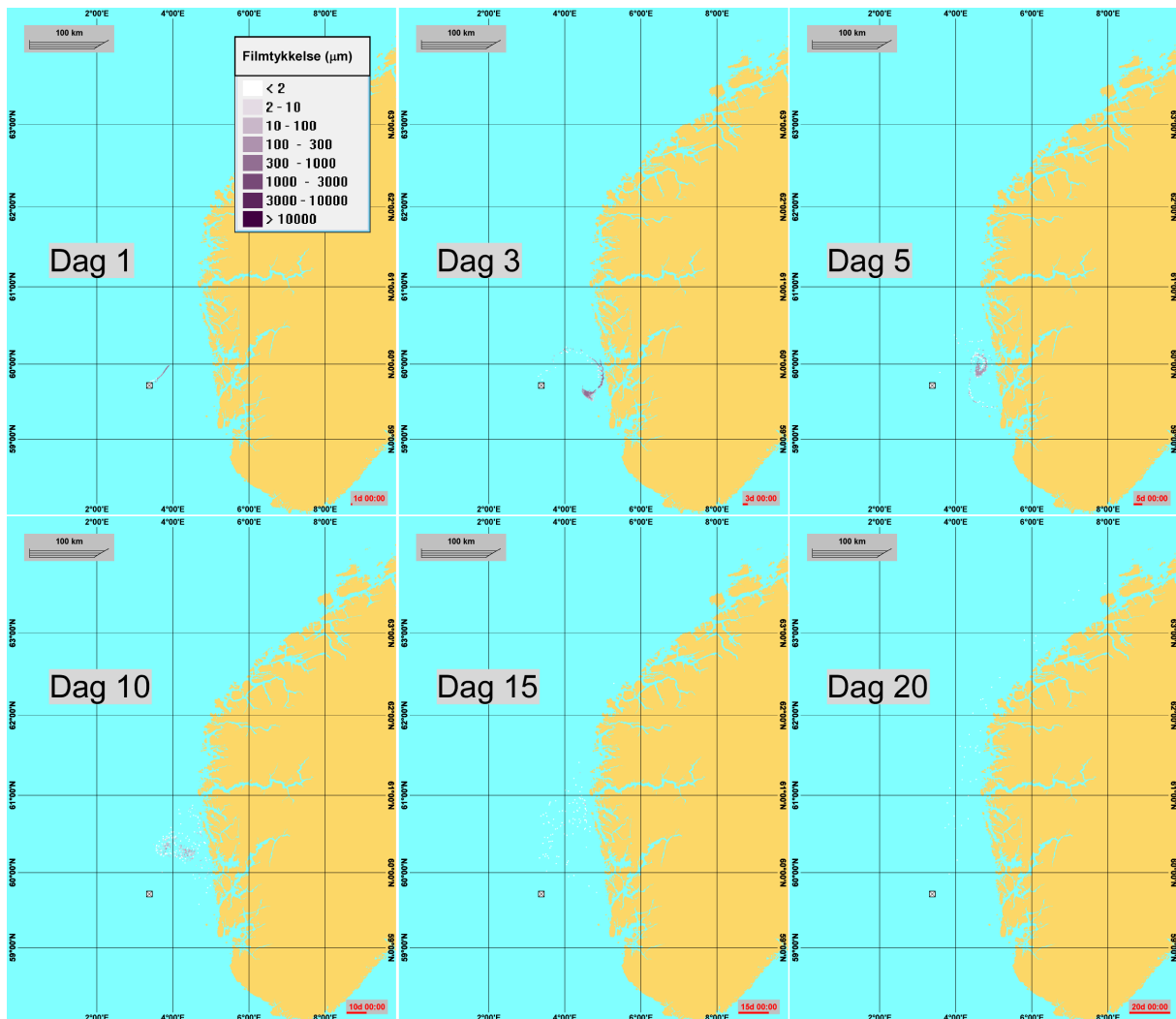
Utslipp		Antall kartruter (10×10 km)		
Sesong	Dyp	Vannkolonne	Overflate	Strandlinje
Vinter	Sjøbunn	0	3040	48
Vår	Sjøbunn	0	2755	61
Sommer	Sjøbunn	0	2571	62
Høst	Sjøbunn	0	2690	53

#### 4.1.1 ILLUSTRASJON AV EN ENKELTSIMULERING

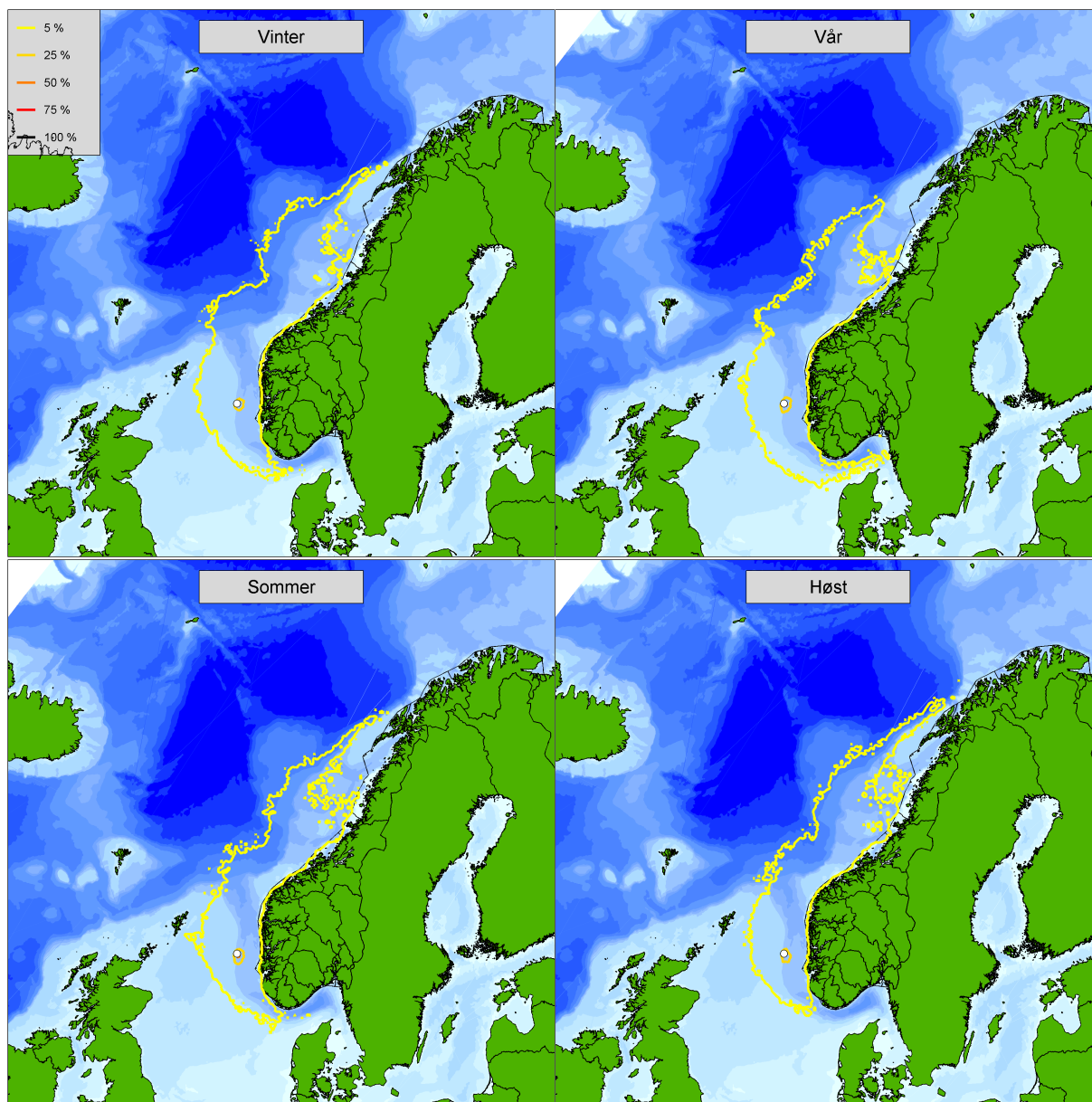
Et eksempel på en simulering av et enkelt oljeutslipp er illustrert i figur 4.1. Figuren viser en enkeltsimulering av start- og pumpefasen for et fullt brudd på rørledningen ved KP73. Utslippet har en strømningsrate på 587 kg/s og en varighet på 30 minutter slik at totalt utslippet olje er 1 056 tonn (940 m<sup>3</sup>). Utviklingen av utslippet er vist etter 1, 3, 5, 10, 15 og 20 døgn. Utslippet driver raskt østover, mot fastland, tydelig preget av virvelstrømmer ("gyrer") i kyststrømmen som beveger seg med klokken, og når land etter 3 døgn. Det meste av stranding forekommer de neste 3 dagene (ca. 377 tonn eller 76 % av all olje som totalt strander). Ved dag 10 har utslippet beveget seg nordover med kyststrømmen. Massebalansen ved dag 10 viser at ytterligere 8 % (36 tonn) av total mengde olje sluppet ut har strandet, mens 12 % og 10 % befinner seg hhv. i vannkolonne og på sjøoverflaten. Resterende har fordampet (26 %), degradert (11 %) eller sedimentert (1 %). De neste dagene beveger deler av utslippet seg videre nordover og en liten del av sølet befinner seg utenfor Smøla ved dag 20. Totalt har 42 % av utslippet på 1 056 tonn (444 tonn olje) strandet ved dag 20.

Enkeltsimuleringen som er illustrert er utslippet som ga størst strandet mengde olje for isoleringsfasen (initiell- og pumpefasen) gitt et fullt rørbrudd ved KP73, dvs. alle simulerte utlipp med rate på 587 kg/s og varighet på 30 minutter.

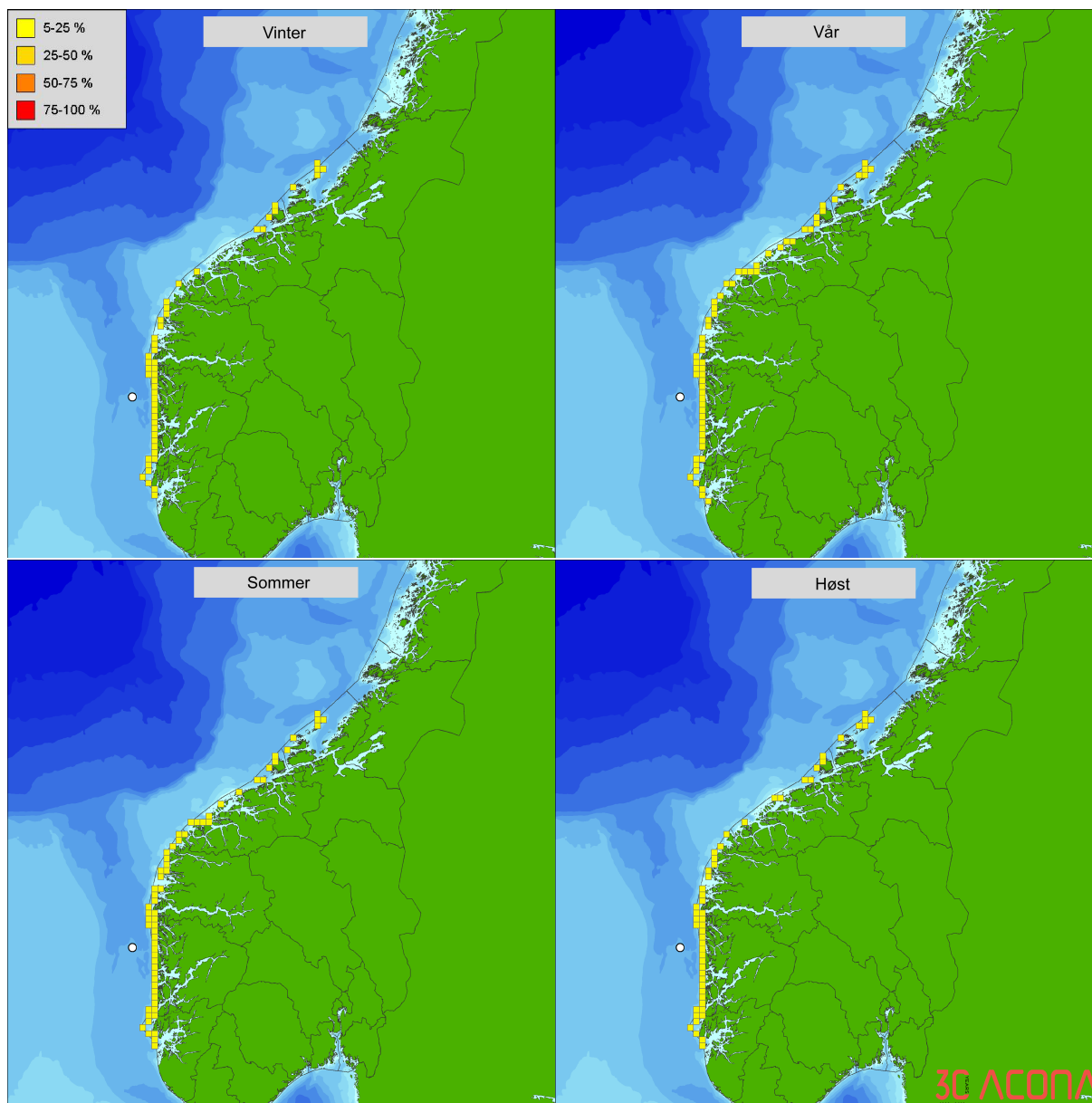
For å gi en bedre illustrasjon av størrelsen på oljeflakene er de gjengitt i virkelig størrelse. Dette medfører imidlertid at man må forstørre figuren mye for å se de mindre oljeflakene. Typisk størrelse på de minste oljeflakene (hvite rundinger/flekker) er 500 - 700 meter i diameter og består av veldig tynn olje ("sheen" og "rainbow") og inneholder i størrelseorden 300- 500 kg olje. Gitt at to, tre, fire, eller flere av slike oljeflak befinner seg innenfor et 100 km<sup>2</sup> område (en kartrute) i løpet av en simulering vil kartruten tas hensyn til ved beregning av influensområde for sjøoverflaten.



**Figur 4.1:** Illustrasjon av utviklingen av en enkelt oljedriftsimulering av start- og pumpefasen for et fullt brudd på rørledningen ved Grane KP73. Utslippet har en strømningsrate på 587 kg/s og en varighet på 30 minutter. Utslippet finner sted i november (22.10.2004). Filmtykkelsen er gjengitt i fargegradient øverst til venstre i figuren.



**Figur 4.2:** Influensområdene for olje på sjøoverflaten, gitt et rørledningsbrudd ved Grane KP73. Hvert område består av alle 10×10 km kartruter som har mer olje på overflaten enn 0,01 tonn/km<sup>2</sup> i mer enn 5, 25, 50 eller 75% av enkeltsimuleringene, gjengitt med ulike fargekoder.



**Figur 4.3:** Influensområdene for olje akkumulert på strandlinjen, gitt et rørledningsbrudd ved Grane KP73. Hvert område består av alle 10×10 km kyststripe-kartruter med mer akkumulert olje enn 0,01 tonn/km i mer enn 5, 25, 50 eller 75% av enkeltsimuleringene, gjengitt med ulike fargekoder.

## 4.2 STRANDINGSSTATISTIKK FOR GRANE KP73

Strandingsstatistikken for olje er basert på bruk av persentiler. Vedlegg D.2 gir en beskrivelse av dette begrepet. Strandingsstatistikken er presentert for all oljeberørt kystlinje og i Statoils prioriterte kystområder i dette kapitlet.

**ALL OLJEBERØRT KYST** Strandingsstatistikken for all oljeberørt kyst viser relativt høye strandings sannsynligheter (16,5 til 19,1 %), korte strandingstider (6 til 10 dager), og moderate strandingsmengder (tabell 4.2), representert ved 95-persentilene.

Høyeste strandingssannsynligheter beregnes om våren og høsten, med 19,1 %. Korteste drivtid, på 6,3 dager, er fra et rørledningsbrudd om vinteren, representert ved 95-persentilen. Størst mengde strandet oljeemulsjon, representert ved 95-persentilen beregnes for et rørledningsbrudd om våren (2 642 tonn).

**PRIORITERTE OMRÅDER** Tretten av Statoils prioriterte områder har en strandingssannsynlighet på 5% eller mer. Korteste strandingstider og største strandingsmengder for disse er vist i tabell 4.3. Høyeste strandingssannsynlighet er på Ytre Sula med 17,6% sannsynlighet gitt et rørledningsbrudd om våren. Ytre Sula har korteste drivtider hele året, med 9 dager om høsten som den korteste (representert ved 95-persentilen), og størst mengde strandet emulsjon (458 tonn, rørledningsbrudd om våren). Fullstendige resultater for strandingsstatistikk i Statoils prioriterte områder er presentert i tabell A.1. i vedlegg A.1

**Tabell 4.2:** Strandingsstatistikk for all oljeberørt kyst, beregnet fra de stokastiske oljedriftsimuleringene gitt et rørledningsbrudd ved Grane KP73. Kolonnene dekker sannsynlighet for stranding, drivtid, og strandet mengde oljeemulsjon. Strandingstid og mengde oljeemulsjon er oppgitt som to ulike persentiler fra deres respektive sannsynlighetsfordelinger. Persentiler er definert i vedlegg D.2.

Utslipp		Sanns. (%)	Drivtid (d)		Mengde (tonn)	
Periode	Dyp		P <sub>100</sub>	P <sub>95</sub>	P <sub>100</sub>	P <sub>95</sub>
Vinter	Sjøbunn	16.5	2.2	6.3	2747	1974
Vår	Sjøbunn	19.1	2.7	9.6	3933	2642
Sommer	Sjøbunn	18.7	3.2	10.0	3106	2261
Høst	Sjøbunn	19.1	2.3	6.0	2722	1563

**Tabell 4.3:** Strandingsstatistikk for Statoils prioriterte områder med strandingssannsynlighet større enn 5% gitt et rørledningsbrudd ved Grane KP73. Kolonnenene dekker strandingssannsynlighet, 95-persentil av korteste drivtid og 95-persentil av mengde strandet oljeemulsjon for vinter (P1), vår (P2), sommer (P3) og høst (P4).

Område	Sanns. (%)				Tid (d)				Mengde (t)			
	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4
Atløy-Værlandet	12.6	11.6	13	12.8	17	16	15	13	66	85	77	52
Austevoll	12.8	12	13	14.1	12	15	16	10	144	190	166	112
Bømlo	6.9	6.4	9.1	7.6	60	107	62	88	4	4	14	5
Frøya og Froan	9.2	9.3	9.8	9.8	43	74	42	54	29	41	52	36
Nord-Jæren	8.2	9.4	9.4	7.2	52	55	42	69	11	23	15	12
Onøy (Øygarden)	14.3	12.4	14	14.7	10	11	17	11	218	202	190	145
Runde	8.1	9	9.6	7.3	48	73	37	78	10	18	12	7
Sandøy	2.5	8	5.5	8	Inf	92	70	80	0	3	2	4
Smøla	9.9	10.3	11	8.9	43	63	40	32	21	40	41	27
Sverslingsosen - Skorpa	10.7	10.7	11	10.6	28	34	27	31	21	43	34	23
Utsira	11.1	11.4	11	10.5	30	37	31	39	31	36	34	28
Vikna vest	1.7	4	5.3	3.6	Inf	Inf	114	Inf	0	0	3	0
Ytre Sula	14.5	17.6	15	15.8	10	12	12	9	275	458	362	223



### 4.3 INFLUENSOMRÅDER FOR GRANE KP200

Influensområdene for olje på sjøoverflaten er betydelige, og varierer fra 506 til 588 kartruter ( $10 \times 10$  km, tabell 4.4). Områdene strekker seg fra Hordaland og opp mot Lofoten. Som vist i figur 4.5, så varierer influensområdet med sesong, der områdene for høst strekker seg lengre nord mot Lofoten mens influensområdet strekker seg mot sør om sommeren. Merk at det kun er 5%-linjen som har stor utstrekning, dvs kartruter som har mer olje på overflaten enn terskelverdien ( $0,01$  tonn/km<sup>2</sup>) i mer enn 5% av enkeltsimuleringene.

Influensområdene for olje langst kysten er store, 16–20 kartruter ( $10 \times 10$  km, tabell 4.4). De fleste av disse kartrutene ligger på kysten av Hordaland og Sogn og Fjordane (figur 4.6).

Influensområdene for olje i vannkolonnen er null uansett tid på året. Figurer for olje i vannkolonnen er derfor ikke inkludert nedenfor.

**Tabell 4.4:** Størrelsen av influensområder for olje på sjøoverflaten, i vannkolonnen og akkumulert på strandlinjen, definert i vedlegg D.1, og vist som antall  $10 \times 10$  km kartruter. Influensområdene er beregnet fra de stokastiske oljedriftsimuleringene for et rørledningsbrudd ved Grane KP200.

Utslipp		Antall kartruter ( $10 \times 10$ km)		
Sesong	Dyp	Vannkolonne	Overflate	Strandlinje
Vinter	Sjøbunn	0	506	16
Vår	Sjøbunn	0	538	19
Sommer	Sjøbunn	0	516	20
Høst	Sjøbunn	0	588	19

#### 4.3.1 ILLUSTRASJON AV EN ENKELTSIMULERING

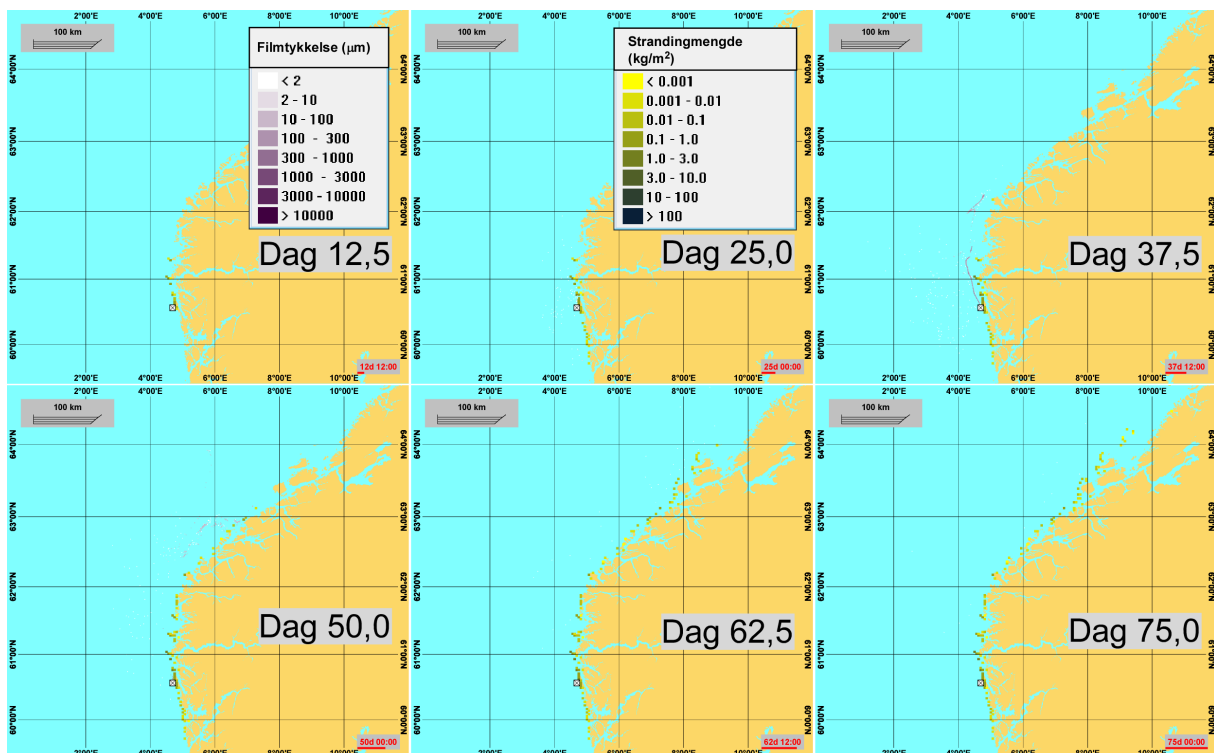
Et eksempel på en simulering av et enkelt oljeutslipp er illustrert i figur 4.4. Figuren viser en enkeltsimulering av "reparasjonsfasen", for en stor lekkasje ved KP200, dvs. lekkasje av olje forårsaket av fortrenging av resterende olje i rørledningen av vann. Utslippet har en strømningsrate på 0,3 kg/s og en varighet på 55 døgn slik at totalt utslippet olje er 1 426 tonn (1 269 m<sup>3</sup>). Utviklingen av utslippet er vist per 12,5 døgn, dvs. etter 12,5, 25,0, 37,5, 50, 62,5 og 75 døgn. På grunn av lav rate og lite olje på sjøoverflaten, er det illustrert forekomst av stranding langs kysten under simuleringen i tillegg til olje på overflaten.

Utslippet finner sted nær land, men stranding registreres først etter 2,4 døgn. Dette skyldes i hovedsak strømforholdene under denne simuleringen, da det i hovedsak er pålandsvind de første dagene etter utslippet har funnet sted. Ved dag 12,5 og 25 har deler av utslippet beveget seg nord for Sognefjorden. I denne perioden er det lite olje på overflaten. Ved dag 37,5 strekker deler av utslippet seg fra utslippspunktet til Stadt. Ved dag 50 har stranding blitt registrert på Nordøyane i Giske, Haram i Sandøy kommune, og det meste av overflateoljen befinner seg rundt utslippet eller utenfor Mørkekysten. Ved dag 62,5 og dag 75 er det registrert stranding i Frøya og Froan, samt en rute ved Fosen på Trøndelagskysten. Massebalansen ved dag 75 viser at 47,5% av dette utslippet har strandet, 26,7% degradert, 17,5% fordampet, 5,3% i vannkolonnen, 2,9% sedimenter og det 0,1% er igjen på sjøoverflaten.

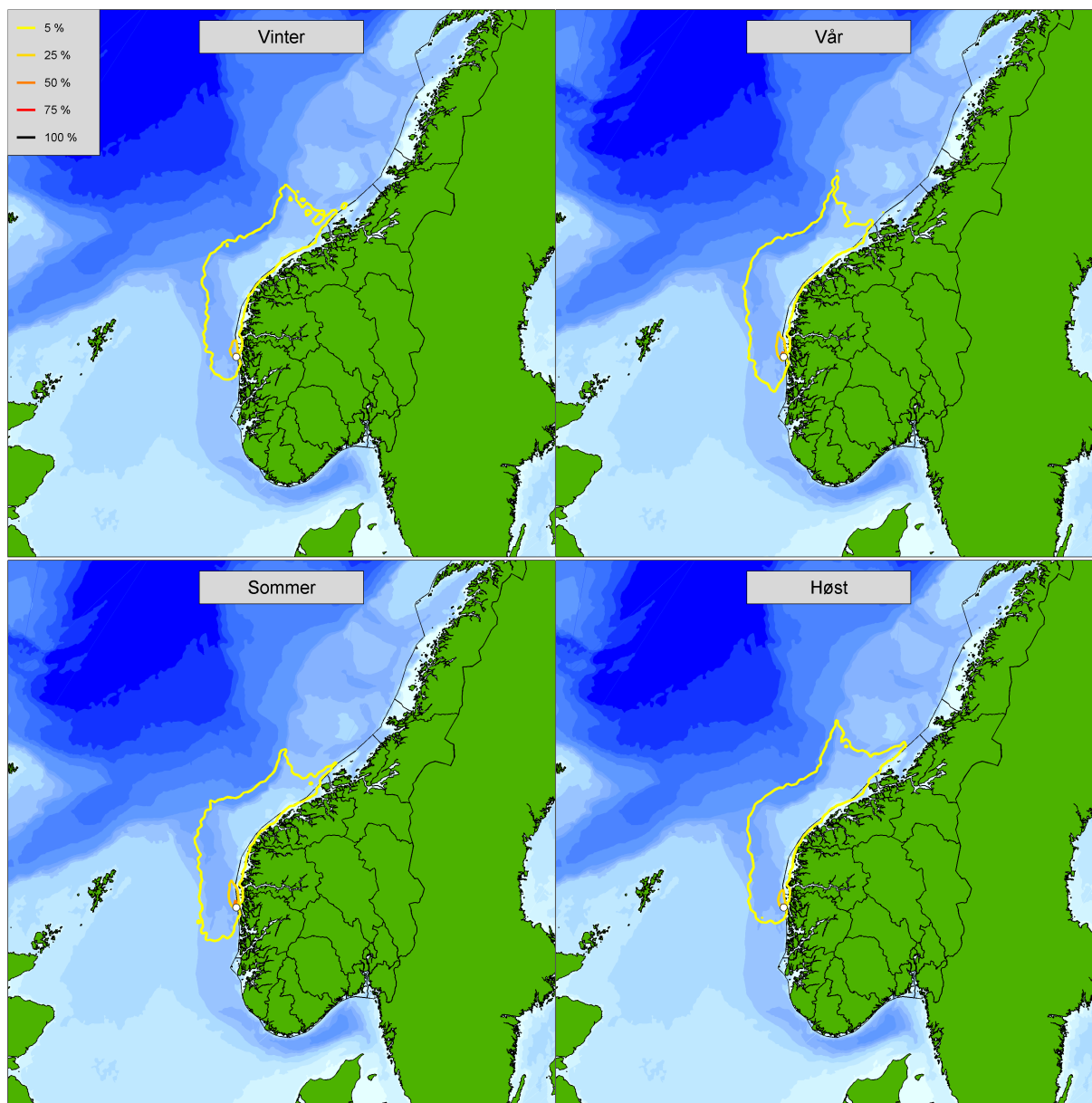
Enkeltsimuleringen som er illustrert er utslippet som resulterte i størst strandet mengde olje for "reparasjonsfasen" gitt en stor lekkasje ved KP200, dvs. størst strandet mengde olje av alle simulerte utslipp med rate på 0,3 kg/s og varighet 55 døgn.

For å gi en bedre illustrasjon av størrelsen på oljeflakene er de gjengitt i virkelig størrelse. I tillegg er forekomst av stranding langs kysten under simuleringen illustrert med ruter. Fargekoden viser akkumulert mengde strandet olje i løpet av simuleringen. Gjentatt stranding i samme område vil akkumuleres og dette vises i figurene ved at fargekoden endres når/hvis strandingsmengden i en rute overstiger den gjeldende mengdekategorien. For at strandingsrutene vist i figuren skal inkluderes i beregning av influensområdet for strandlinjen må oljemengden i en strandrute overstige 0,01 tonn/km<sup>2</sup> (10 kg/m<sup>2</sup>).

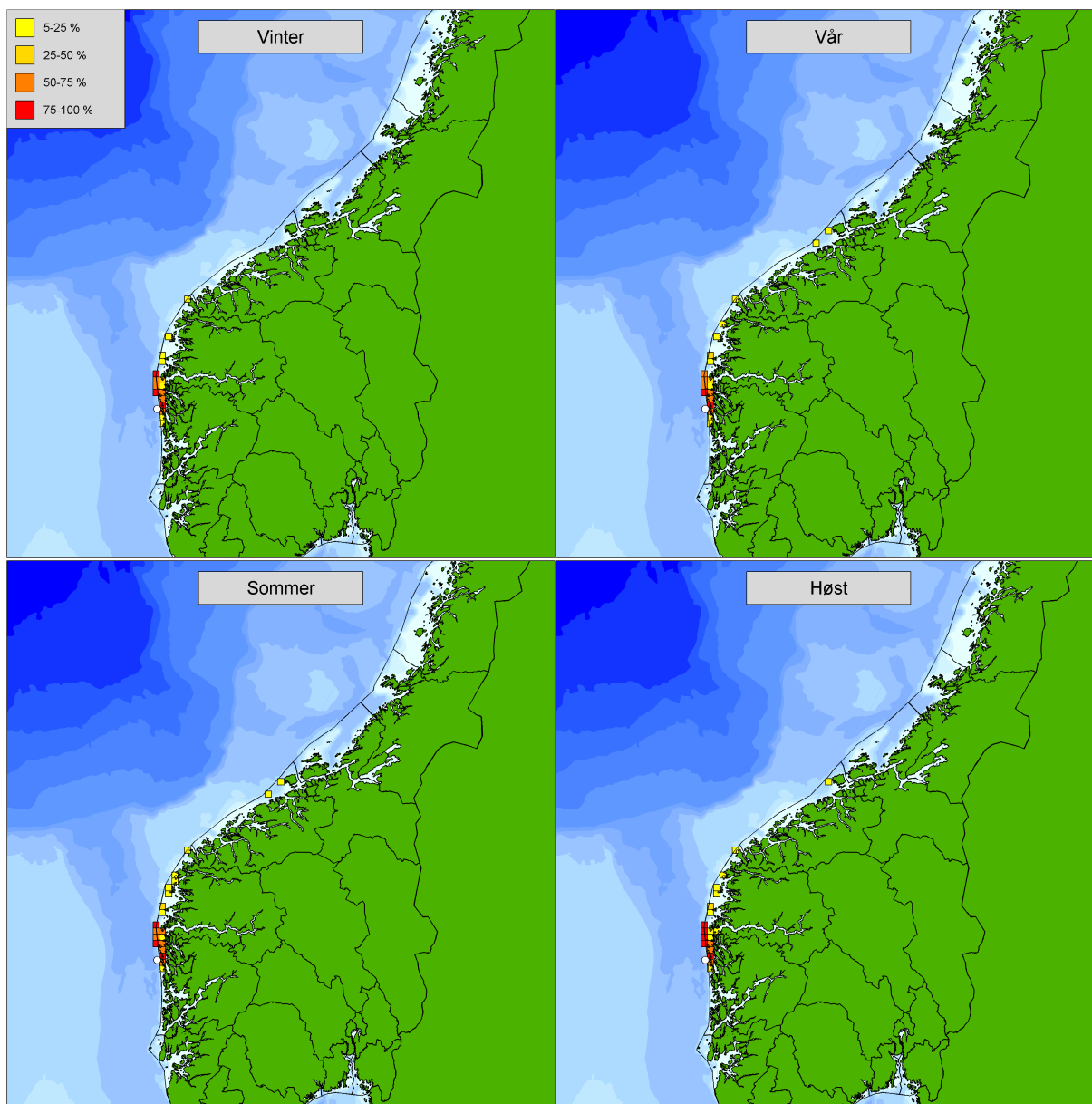
Merk at strandingsrutene vist i figuren har en oppløsning på 3×3 km (dvs. habitatgridet benyttet i OSCAR) (jf. avsnitt 3.1). Tilsynelatende stranding utenfor landområder (f.eks. Froan) skyldes at strandmasken benyttet i simuleringene (iht. til Beste Praksis for oppsett av oljedriftssimuleringer i OSCAR) har høyere oppløsning enn standard strandmaske som følger med OSCAR.



**Figur 4.4:** Illustrasjon av utviklingen av en enkelt oljedriftsimulering av start- og pumpefasen for et fullt brudd på rørledningen ved Grane KP200. Utslippet har en strømningsrate på 0,3 kg/s og en varighet på 55 døgn. Pga. lav rate og lite olje på sjøoverflaten er det illustrert forekomst av stranding langs kysten under simuleringen i tillegg til olje på overflaten. Filmtykkelsen og strandingsmengden er gjengitt i fargegradient øverst til venstre i figuren.



**Figur 4.5:** Influensområdene for olje på sjøoverflaten, gitt et rørledningsbrudd ved Grane KP200. Hvert område består av alle 10×10 km kartruter som har mer olje på overflaten enn 0,01 tonn/km<sup>2</sup> i mer enn 5, 25, 50 eller 75% av enkeltsimuleringene, gjengitt med ulike fargekoder.



**Figur 4.6:** Influensområdene for olje akkumulert på strandlinjen, gitt et rørledningsbrudd ved Grane KP200. Hvert område består av alle 10×10 km kyststripe-kartruter med mer akkumulert olje enn 0,01 tonn/km i mer enn 5, 25, 50 eller 75% av enkeltsimuleringene, gjengitt med ulike fargekoder.

#### 4.4 STRANDINGSSTATISTIKK FOR GRANE KP200

Strandingsstatistikken for olje er basert på bruk av persentiler. Vedlegg D.2 gir en beskrivelse av dette begrepet. Strandingsstatistikken er presentert for all oljeberørt kystlinje og i Statoils prioriterte kystområder i dette kapitlet.

**ALL OLJEBERØRT KYST** Strandingsstatistikken for all oljeberørt kyst viser veldig høye strandings sannsynligheter (92,8 til 96,3 %), veldig kort strandingstider, men moderate strandingsmengder (tabell 4.5).

Høyeste strandingssannsynligheter beregnes om høsten, med 96,3%. Korteste drivtid, på 0,1 dag, er også fra et rørledningsbrudd om høsten, representert ved 95-persentilen. Størst mengde strandet oljeemulsjon, representert ved 95-persentilen beregnes for et rørledningsbrudd om sommeren (2 423 tonn).

**PRIORITERTE OMRÅDER** Seks av Statoils prioriterte områder for oljevern har en strandingssannsynlighet på 5% eller mer. Korteste strandingstider og største strandingsmengder for disse er vist i tabell 4.6. Høyeste strandingssannsynlighet er på Ytre Sula med 81,7% sannsynlighet gitt et rørledningsbrudd om høsten. Ytre Sula og Onøy (Øygarden) har korteste drivtider hele året, med 1 dag (representert ved 95-persentilen). Ytre Sula har også størst mengde strandet emulsjon (531 tonn, rørledningsbrudd om vinteren). Fullstendige resultater for strandingsstatistikk i Statoils prioriterte områder er presentert i tabell B.1. i vedlegg B.1

**Tabell 4.5:** Strandingsstatistikk for all oljeberørt kyst, beregnet fra de stokastiske oljedriftsimuleringene gitt et rørledningsbrudd ved Grane KP200. Kolonnene dekker sannsynlighet for stranding, drivtid, og strandet mengde oljeemulsjon. Strandingstid og mengde oljeemulsjon er oppgitt som to ulike persentiler fra deres respektive sannsynlighetsfordelinger. Persentiler er definert i vedlegg D.2.

Utslipp		Sanns. (%)	Drivtid (d)		Mengde (tonn)	
Periode	Dyp		P <sub>100</sub>	P <sub>95</sub>	P <sub>100</sub>	P <sub>95</sub>
Vinter	Sjøbunn	92.8	0.1	0.3	2760	1990
Vår	Sjøbunn	92.3	0.1	0.3	2763	2043
Sommer	Sjøbunn	95.3	0.1	0.3	3360	2423
Høst	Sjøbunn	96.3	0.1	0.1	2961	2240

**Tabell 4.6:** Strandingsstatistikk for Statoils prioriterte områder med strandingssannsynlighet større enn 5% gitt et rørledningsbrudd ved Grane KP200. Kolonnene dekker strandingssannsynlighet, 95-persentil av korteste drivtid og 95-persentil av mengde strandet oljeemulsjon for vinter (P1), vår (P2), sommer (P3) og høst (P4).

Område	Sanns. (%)				Tid (d)				Mengde (t)			
	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4
Atløy-Værlandet	19	32.5	30.3	25.8	4	6	4	5	34	44	70	45
Frøy og Froan	3.3	3.3	4.4	5.1	Inf	Inf	Inf	23	0	0	0	2
Onøy (Øygarden)	59.9	63	62.8	62.1	1	1	1	1	210	241	161	202
Smøla	5	6.1	6.8	5.6	Inf	26	24	22	0	3	4	5
Sverslingsosen - Skorpa	8.2	9.7	10.7	9.4	11	11	11	10	6	11	24	10
Ytre Sula	80.6	76.7	80.9	81.7	1	1	1	1	531	430	488	400

## 5 RESULTATER FOR MILJØRISIKOANALYSE

Acona AS har utført en helårlig miljørisikoanalyse i tråd med den skadebaserte metodikken i MIRA for Grane KP73 og Grane KP200. Analysen har omfattet følgende grupper av verdsatte økosystemkomponenter (VØKer): (1) sjøfugl fra datasett for åpent hav, (2) sjøfugl fra datasett for kyst, (3) sel, (4) fisk og (5) strandhabitat. Se kapittel 1.3 for en komplett beskrivelse av bestandsdata av VØKene, og vedlegg C for en liste over VØKer, deres geografiske inndeling og sårbarhet for olje.

Fullstendige resultater for populasjonstap, restitusjonstid og miljørisiko for alle analyserte VØK-grupper og bestander er gitt i vedlegg A.2 og B.2.

De modellerte utslippsscenariene for Grane KP73 og Grane KP200 viser ingen miljørisiko over 0.5% i alle skadekategorier for de analyserte naturressursene. Dette betyr at miljørisikoanalysen viser tilnærmet ingen miljørisiko for sjøfugl på åpent hav, kystfugl, sjøpattedyr, fisk eller strandlinje for Grane rørledning, representert ved de to kilometerpunktene. Det er ingen sannsynlighet for *bestandstap over 20%* og høyeste betinget sannsynlighet (sannsynlighet gitt at et utslipp har funnet sted) for *bestandstap mellom 10 og 20%* er 8% for alkefuglene alkekonge (vinter), lunde (vinter) og lomvi (vinter, vår og sommer). Resultatene fra miljørisikoanalysen er derfor ikke delt opp i kapitler for de ulike VØK-gruppene eller illustrert vha. diagrammer i rapporten.

Det lave risikonivået må sees i sammenheng med 1) små oljemengder med lave sannsynligheter i kartrutene, 2) at sannsynlighet for miljøskade vurderes mot installasjonsspesifikke akseptkriterier (se kapittel 1.4 og 3) lave frekvenser for rørbrudd og lekkasje.

De lave sannsynlighetene for olje over grenseverdien i kartrutene er illustrert i influensområdefigurer for overflate i figur 4.2 (KP73) og figur 4.5 (KP200). Her ser vi at det kun er området der mer enn 5% av enkeltsimuleringene inneholder mer olje enn terskelverdien på 0,01 tonn/km<sup>2</sup> som har stor utstrekning, mens i områder der mer enn 25, 50 og 75% av enkeltsimuleringene er konsentrert rundt kilometerpunktet, både for KP73 og KP200.

De lave frekvensene for rørbrudd eller lekkasje, 9.42e-06 for KP73 og 9.36e-06 for KP200 tilsvarer et utslipp hhv. hvert 106 188. og 106 865 år, dvs. det kan forventes et rørbrudd eller en lekkasje ved enten KP73 eller KP200 i løpet av ca. 50 000 år med drift.



## BIBLIOGRAPHY

- Acona, Akvaplan-niva og DNV GL. Oljedriftsmodellering for standard miljørisikoanalyser-beste praksis. Driverdata, inngangsdata og innstillinger. A Bjørgesæter, P Lindersen, A Rudberg, C Stephansen og GM Skeie. Technical report, 2016.
- Acona, Akvaplan-Niva, og DNV GL. Oljedriftsmodellering for standard miljørisikoanalyser - Beste praksis. Driverdata, inngangsdata og innstillinger. a. bjørgesæter, p. lindersen, a. rudberg, c. stephansen, og g.m. skeie. *Technical Report*, 2016.
- Alpha Miljørådgivning AS. ContAct GIS. Rutenettet er ikke benyttet i analysene, men er tatt med som en referanse for at spesielt interesserte skal kunne finne den geografiske lokasjonen til strandhabitatrutene vha. deres ID-nummer., 2003.
- Statoil ASA. Teknisk notat - Prediksjon av forvitringsegenskaper vha OWM - Grane Blend. 2018.
- DN. Endelig tilrådning med forslag til referanseområder. Råd til utforming av marin verneplan for marine beskyttede områder i Norge. Rådgivende utvalg for marin verneplan 30. juni 2004. 2004.
- DN. Nasjonal marin verneplan - melding om oppstart av planarbeid. 9.9.2009. 2009.
- DNV & NINA. Grunnlagsrapport. Oppdatering av faglig grunnlag for forvaltningsplanen for Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten (HFB). Konsekvenser av akuttutslipp for sjøfugl, sjøpattedyr og strand. Rapportnr.: 2010-0539. 2010.
- DNV & SINTEF. Petroleumsvirksomhet. Oppdatering av faglig grunnlag for forvaltningsplanen for Barentshavet og områdene utenfor Lofoten (HFB). Konsekvenser av akutt utslipp for fisk. 2010.
- DNV GL. Recommended Failure Rates for Pipelines. Report no/DNV-2017-0547. Technical report, DNV GL, 2017.
- Fylkesmannen i Sør-Trøndelag. Forvaltningsplan for verneområdene i Froan i Frøya kommune. Nr.1. 2015.
- B.E. Grøsvik, S. Meier, P.A. Horneland, V. Lien, and F. Vikebø. Erfaringer, modellsimuleringer og kartverktøy til støtte for vurdering av dispergeringsmiddel i statens oljevernberedskap. *Rapport fra Havforskningen*, 2, 2014.
- Henriksen, G. & Mangersnes, R. *Kjør. Et fristed for fugl og sel*. Tapir akademiske forlag, Trondheim., 2009.
- Henriksen, G. & Røv, N. *Kystsel, havert og steinkobbe*. ISBN 82-519-1853-7. Tapir akademiske forlag, Trondheim., 2004.
- Henriksen, S. and Hilmo, O. (red.). Norsk rødliste for arter 2015. Artsdatabanken, Norge. 2015.
- HI & DN. Helheltlig forvaltningsplan for Norskehavet: Arealrapport med natur-og ressursbeskrivelser. *Fisken og Havet nr.6*, 2007.

- HI & DN. Faglig grunnlag for en forvaltningsplan for Nordsjøen og Skagerakk. Arealrapport. Ta-2681/2010. *Fisken og Havet*, 6, 2010.
- NINA. (Norsk institutt for naturforskning) Særlig verdifulle områder (SVO) for sjøfugl - området Nordsjøen - Norskehavet. Rapport 230. 2007.
- NINA. Tverrsektoriell vurdering av konsekvenser for sjøfugl. Grunnlagsrapport til en helhetlig forvaltningsplan for Norskehavet. 2008.
- OLF. Metode for miljørettet risikoanalyse (MIRA). Revisjon. 2007.
- OLF. Metode for miljørisiko på fisk ved akutte oljeutslipp. Rapport nr. 2007-2075, 2008.
- Scottish Natural Heritage. Natura sites and the habitat and birds directives, 2013a. URL <http://www.snh.gov.uk/protecting-scotlands-nature/protected-areas/international-designations/natura-sites/>.
- Scottish Natural Heritage. Special protected areas across scotland, 2013b. URL <http://gateway.snh.gov.uk/sitelink/index.jsp>. governmental database containing all national and international protected sites in Scotland.
- SEAPOP. Sjøfugl i Norge 2012. Resultater fra SEAPOP programmet. www.seapop.no. 2013. URL [www.seapop.no](http://www.seapop.no).
- SINTEF. MEMW (Marine environmental modeling workbench) OSCAR and Dream Models. User manual version 7.0.1. 2015.
- Statoil ASA. Statoil styrende dokumenter wr1151, app g. 2013b. Referanse oppgitt av Vilde Krey Valle i mailkorrespondanse 20.05. 2014.
- Statoil ASA. Frekvensdata TN rørledninger 26.02.2018. 2018a.
- Statoil ASA. Risk and Emergency Preparedness Analysis of the Norwegian Oil and Gas Transport Network - Risk Analysis Methodology, doc.nr D000-XX-S-RE-002-001. 2018b.
- Statoil ASA. Risk analysis of edvard grieg and grane oil export pipeline. doc.nr: D000-xx-000-s-re-002-030. 2018c.
- Statoil ASA. Input MRA Grane EGOP. 2018d.
- St.meld.nr. 37. Helhetlig forvaltning av det marine miljø i Nordsjøen og Skagerakk (forvaltningsplan). 2012-2013.
- The Scottish Government. Marine (scotland) act 2010. 2010. The law regulating the entire scottish marine area. Marine Scotland is the govt. directorate enforcing the law.
- F.B Vikebø, P. Rønningen, S. Meier, B.E. Grøsvik, and V.S. Lien. Dispersants have limited effects on exposure rates of oil spills on fish eggs and larvae in shelf seas. *Environmental science & technology*, 49(10):6061–6069, 2015.
- Frøde B Vikebø, Petter Rønningen, Vidar S Lien, Sonnich Meier, Mark Reed, Bjørn Ådlandsvik, and Trond Kristiansen. Spatio-temporal overlap of oil spills and early life stages of fish. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil*, page fst131, 2013.

## A VEDLEGG: RESULTATER FOR GRANE KP73

### A.1 STRANDINGSSTATISTIKK FOR PRIORITERTE OMRÅDER

**Tabell A.1:** Strandingstatistikk for emulsjon i Statoils prioriterte områder. Statistikken er beregnet fra de stokastiske oljedriftssimuleringene for et røledningsbrudd ved Grane KP73.

Utslipp		Område	Sanns. (%)	Tid (dager)			Mengde (tonn)		
Periode	Dyp			P <sub>100</sub>	P <sub>95</sub>	P <sub>50</sub>	P <sub>50</sub>	P <sub>95</sub>	P <sub>100</sub>
Vinter	Sjøbunn	Atløy-Værlandet	12.6	3.4	17	Inf	0	66	179
...	Sjøbunn	Austevoll	12.8	3.1	12	Inf	0	144	349
...	Sjøbunn	Bømlo	6.9	6.0	60	Inf	0	4	30
...	Sjøbunn	Frøya og Froan	9.2	17.8	43	Inf	0	29	93
...	Sjøbunn	Lista-Loshavn	1.7	64.9	Inf	Inf	0	0	7
...	Sjøbunn	Nord-Jæren	8.2	7.8	52	Inf	0	11	149
...	Sjøbunn	Ognabukta	2.1	75.8	Inf	Inf	0	0	7
...	Sjøbunn	Onøy (Øygarden)	14.3	2.6	10	Inf	0	218	475
...	Sjøbunn	Runde	8.1	13.5	48	Inf	0	10	41
...	Sjøbunn	Sandøy	2.5	37.1	Inf	Inf	0	0	30
...	Sjøbunn	Smøla	9.9	16.1	43	Inf	0	21	75
...	Sjøbunn	Sverslingsosen - Skorpa	10.7	6.7	28	Inf	0	21	131
...	Sjøbunn	Træna	0.8	56.3	Inf	Inf	0	0	3
...	Sjøbunn	Utsira	11.1	5.2	30	Inf	0	31	234
...	Sjøbunn	Vega	0.4	48.8	Inf	Inf	0	0	3
...	Sjøbunn	Vikna vest	1.7	40.7	Inf	Inf	0	0	11
...	Sjøbunn	Ytre Sula	14.5	2.5	10	Inf	0	275	469
Vår	Sjøbunn	Atløy-Værlandet	11.6	4.7	16	Inf	0	85	214
...	Sjøbunn	Austevoll	12.0	4.0	15	Inf	0	190	329
...	Sjøbunn	Bømlo	6.4	8.6	107	Inf	0	4	69
...	Sjøbunn	Frøya og Froan	9.3	23.4	74	Inf	0	41	91
...	Sjøbunn	Nord-Jæren	9.4	7.9	55	Inf	0	23	127
...	Sjøbunn	Onøy (Øygarden)	12.4	2.7	11	Inf	0	202	382
...	Sjøbunn	Runde	9.0	19.1	73	Inf	0	18	93
...	Sjøbunn	Sandøy	8.0	25.4	92	Inf	0	3	16
...	Sjøbunn	Smøla	10.3	14.5	63	Inf	0	40	104
...	Sjøbunn	Sverslingsosen - Skorpa	10.7	6.3	34	Inf	0	43	130
...	Sjøbunn	Utsira	11.4	4.5	37	Inf	0	36	233
...	Sjøbunn	Vikna vest	4.0	73.2	Inf	Inf	0	0	8
...	Sjøbunn	Ytre Sula	17.6	3.8	12	Inf	0	458	818
Sommer	Sjøbunn	Andøya	0.9	126.4	Inf	Inf	0	0	3

Fortsetter neste side

**Tabell A.1:** Fortsatt fra forrige side

Utslipp		Område	Sanns. (%)	Tid (dager)			Mengde (tonn)		
Periode	Dyp			P <sub>100</sub>	P <sub>95</sub>	P <sub>50</sub>	P <sub>50</sub>	P <sub>95</sub>	P <sub>100</sub>
...	Sjøbunn	Atløy-Værlandet	12.5	6.1	15	Inf	0	77	154
...	Sjøbunn	Austevoll	13.1	6.5	16	Inf	0	166	293
...	Sjøbunn	Bømlo	9.1	11.5	62	Inf	0	14	35
...	Sjøbunn	Frøya og Froan	9.8	14.0	42	Inf	0	52	96
...	Sjøbunn	Lista-Loshavn	0.9	137.5	Inf	Inf	0	0	3
...	Sjøbunn	Nord-Jæren	9.4	10.1	42	Inf	0	15	89
...	Sjøbunn	Ognabukta	0.9	67.1	Inf	Inf	0	0	3
...	Sjøbunn	Onøy (Øygarden)	13.6	3.2	17	Inf	0	190	303
...	Sjøbunn	Runde	9.6	9.4	37	Inf	0	12	54
...	Sjøbunn	Sandøy	5.5	11.7	70	Inf	0	2	15
...	Sjøbunn	Smøla	10.6	11.8	40	Inf	0	41	80
...	Sjøbunn	Sverslingsosen - Skorpa	11.3	8.3	27	Inf	0	34	77
...	Sjøbunn	Utsira	11.1	6.9	31	Inf	0	34	67
...	Sjøbunn	Vega	1.8	70.7	Inf	Inf	0	0	3
...	Sjøbunn	Vikna vest	5.3	62.6	114	Inf	0	3	15
...	Sjøbunn	Ytre Sula	15.1	4.3	12	Inf	0	362	636
Høst	Sjøbunn	Andøya	1.8	124.9	Inf	Inf	0	0	2
...	Sjøbunn	Atløy-Værlandet	12.8	3.6	13	Inf	0	52	135
...	Sjøbunn	Austevoll	14.1	2.7	10	Inf	0	112	268
...	Sjøbunn	Bømlo	7.6	3.3	88	Inf	0	5	45
...	Sjøbunn	Frøya og Froan	9.8	11.2	54	Inf	0	36	104
...	Sjøbunn	Lista-Loshavn	1.8	117.8	Inf	Inf	0	0	5
...	Sjøbunn	Nord-Jæren	7.2	4.4	69	Inf	0	12	33
...	Sjøbunn	Onøy (Øygarden)	14.7	3.0	11	Inf	0	145	363
...	Sjøbunn	Runde	7.3	10.5	78	Inf	0	7	20
...	Sjøbunn	Sandøy	8.0	21.6	80	Inf	0	4	10
...	Sjøbunn	Smøla	8.9	10.0	32	Inf	0	27	49
...	Sjøbunn	Sverslingsosen - Skorpa	10.6	6.0	31	Inf	0	23	47
...	Sjøbunn	Utsira	10.5	2.4	39	Inf	0	28	78
...	Sjøbunn	Vikna vest	3.6	16.2	Inf	Inf	0	0	6
...	Sjøbunn	Ytre Sula	15.8	2.9	9	Inf	0	223	536

## A.2 RESULTATER MILJØRISIKOANALYSE

**Tabell A.2:** Risiko for skade på sjøfugl på åpent hav beregnet fra de stokastiske oljedriftssimuleringene for et rørledningsbrudd ved Grane KP73.  $P_{PT_x|Olje}$  er sannsynligheten for et relativt populasjonstap (PT) i intervall  $x$  gitt et oljeutslipp.  $P_{RT_y|Olje}$  er den betingede sannsynligheten for en restitusjonstid (RT) i intervallet  $y$  og er omtalt i rapporten som skadesannsynlighet. Kolonnen  $P_{RT_y}/P_{RT_y}^{Acc}$  er miljørisikoen, som forklart i avsnitt 3.2, likning 3.1 og 3.2. Se tabell C.2 for forklaring av regionskoder.

Periode	Dyp	Region	Art	$P_{PT_x Olje}$					$P_{RT_y Olje}$				$P_{RT_y}/P_{RT_y}^{Acc}$			
				% simul. m. relativt bestandstapsintervall:					% simul. m restitusjonstidsintervall:				Relativ risiko for restitusjonstidsintervall:			
				1-5%	5-10%	10-20%	20-30%	30-100%	Mindre 0.1-1 år	Moderat 1-3 år	Betydelig 3-10 år	Alvorlig >10 år	Mindre 0.1-1 år	Moderat 1-3 år	Betydelig 3-10 år	Alvorlig >10 år
Vinter	Sjøbunn	BH	Alke	2.95	0.00	0.00	0.00	0.00	1.47	1.47	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
...	Sjøbunn	BH	Svartbak	0.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.42	0.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
...	Sjøbunn	BH	Gråmåke	1.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.84	0.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NH	Alkekonge	1.93	0.92	8.00	0.00	0.00	1.20	3.43	4.23	2.00	0.00	0.01	0.04	0.08
...	Sjøbunn	NH	Alke	0.89	4.21	3.79	0.00	0.00	1.50	3.50	2.95	0.95	0.00	0.01	0.03	0.04
...	Sjøbunn	NH	Lunde	2.88	0.13	8.00	0.00	0.00	1.47	3.51	4.03	2.00	0.00	0.01	0.04	0.08
...	Sjøbunn	NH	Havhest	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NH	Svartbak	8.66	0.00	0.00	0.00	0.00	4.33	4.33	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NH	Gråmåke	8.92	0.00	0.00	0.00	0.00	4.46	4.46	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NH	Krykkje	5.76	3.79	0.00	0.00	0.00	3.83	4.77	0.95	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00
...	Sjøbunn	NH	Havsule	3.50	8.26	0.00	0.00	0.00	3.82	5.88	2.07	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00
...	Sjøbunn	NH	Polarlomvi	1.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.84	0.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NH	Lomvi	2.78	0.92	8.00	0.00	0.00	1.62	3.85	4.23	2.00	0.00	0.01	0.04	0.08
...	Sjøbunn	NS	Alkekonge	9.84	0.00	0.00	0.00	0.00	4.92	4.92	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NS	Havhest	8.66	0.00	0.00	0.00	0.00	4.33	4.33	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NS	Svartbak	8.66	0.00	0.00	0.00	0.00	4.33	4.33	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NS	Gråmåke	10.50	0.00	0.00	0.00	0.00	5.25	5.25	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NS	Krykkje	4.61	7.16	0.00	0.00	0.00	4.09	5.88	1.79	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00
...	Sjøbunn	NS	Havsule	9.96	8.53	0.00	0.00	0.00	7.11	9.24	2.13	0.00	0.01	0.03	0.02	0.00
...	Sjøbunn	NS	Lomvi	5.47	0.00	0.00	0.00	0.00	2.74	2.74	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
Vår	Sjøbunn	BH	Lunde	1.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NH	Alke	1.75	8.00	0.00	0.00	0.00	2.88	4.88	2.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00

Fortstatt på neste side

**Tabell A.2:** Resultater for sjøfugl på åpent hav for et rørledningsbrudd ved Grane KP73 fortsatt

Periode	Dyp	Region	Art	$P_{PT_x Olje}$					$P_{RT_y Olje}$				$P_{RT_y}/P_{RT_y}^{Acc}$			
				% simul. m. relativt bestandstapsintervall:					% simul. m restitusjonstidsintervall:				Relativ risiko for restitusjonstidsintervall:			
				1-5%	5-10%	10-20%	20-30%	30-100%	Mindre 0.1-1 år	Moderat 1-3 år	Betydelig 3-10 år	Alvorlig >10 år	Mindre 0.1-1 år	Moderat 1-3 år	Betydelig 3-10 år	Alvorlig >10 år
...	Sjøbunn	NH	Lunde	5.68	2.40	0.00	0.00	0.00	3.44	4.04	0.60	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00
...	Sjøbunn	NH	Havhest	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NH	Fiskemåke	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NH	Svartbak	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NH	Gråmåke	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NH	Krykkje	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NH	Havsule	4.56	5.60	0.00	0.00	0.00	3.68	5.08	1.40	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00
...	Sjøbunn	NH	Lomvi	1.84	1.25	8.00	0.00	0.00	1.23	3.55	4.31	2.00	0.00	0.01	0.04	0.08
...	Sjøbunn	NS	Lunde	7.20	0.80	0.00	0.00	0.00	3.80	4.00	0.20	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NS	Havhest	9.45	0.80	0.00	0.00	0.00	4.93	5.13	0.20	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NS	Fiskemåke	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NS	Svartbak	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NS	Krykkje	1.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.64	0.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NS	Havsule	8.79	0.00	0.00	0.00	0.00	4.39	4.39	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NS	Lomvi	1.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sommer	Sjøbunn	BH	Alke	0.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.44	0.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
...	Sjøbunn	BH	Lunde	0.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.44	0.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
...	Sjøbunn	BH	Havhest	0.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.44	0.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NH	Alke	1.16	7.11	0.89	0.00	0.00	2.36	4.36	2.22	0.22	0.00	0.02	0.02	0.01
...	Sjøbunn	NH	Lunde	3.56	3.56	0.89	0.00	0.00	2.67	3.78	1.33	0.22	0.00	0.01	0.01	0.01
...	Sjøbunn	NH	Havhest	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NH	Fiskemåke	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NH	Svartbak	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NH	Gråmåke	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00

Fortstatt på neste side

**Tabell A.2:** Resultater for sjøfugl på åpent hav for et rørledningsbrudd ved Grane KP73 fortsatt

Periode	Dyp	Region	Art	$P_{PT_x Olje}$					$P_{RT_y Olje}$				$P_{RT_y}/P_{RT_y}^{Acc}$			
				% simul. m. relativt bestandstapsintervall:					% simul. m restitusjonstidsintervall:				Relativ risiko for restitusjonstidsintervall:			
				1-5%	5-10%	10-20%	20-30%	30-100%	Mindre 0.1-1 år	Moderat 1-3 år	Betydelig 3-10 år	Alvorlig >10 år	Mindre 0.1-1 år	Moderat 1-3 år	Betydelig 3-10 år	Alvorlig >10 år
...	Sjøbunn	NH	Krykkje	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NH	Havsule	6.20	3.56	0.00	0.00	0.00	3.99	4.88	0.89	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00
...	Sjøbunn	NH	Lomvi	2.57	0.92	8.00	0.00	0.00	1.52	3.75	4.23	2.00	0.00	0.01	0.04	0.08
...	Sjøbunn	NS	Alke	0.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.44	0.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NS	Lunde	7.39	0.89	0.00	0.00	0.00	3.92	4.14	0.22	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NS	Havhest	8.26	1.78	0.00	0.00	0.00	4.57	5.02	0.44	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NS	Fiskemåke	0.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.44	0.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NS	Svartbak	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NS	Krykkje	0.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.44	0.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NS	Havsule	6.22	0.00	0.00	0.00	0.00	3.11	3.11	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NS	Lomvi	2.67	0.00	0.00	0.00	0.00	1.33	1.33	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
Høst	Sjøbunn	BH	Gråmåke	0.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.44	0.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
...	Sjøbunn	BH	Havsule	0.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.44	0.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NH	Alkekonge	0.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NH	Alke	5.33	2.67	0.00	0.00	0.00	3.33	4.00	0.67	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00
...	Sjøbunn	NH	Lunde	2.07	4.53	1.78	0.00	0.00	2.17	3.75	2.02	0.44	0.00	0.01	0.02	0.02
...	Sjøbunn	NH	Havhest	1.67	8.00	0.00	0.00	0.00	2.83	4.83	2.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00
...	Sjøbunn	NH	Svartbak	7.20	0.00	0.00	0.00	0.00	3.60	3.60	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NH	Gråmåke	7.20	0.00	0.00	0.00	0.00	3.60	3.60	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NH	Krykkje	7.11	0.00	0.00	0.00	0.00	3.56	3.56	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NH	Havsule	2.02	7.20	0.00	0.00	0.00	2.81	4.61	1.80	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00
...	Sjøbunn	NH	Lomvi	2.78	0.09	8.00	0.00	0.00	1.41	3.44	4.02	2.00	0.00	0.01	0.04	0.08
...	Sjøbunn	NS	Havhest	5.02	6.22	0.00	0.00	0.00	4.06	5.62	1.56	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00
...	Sjøbunn	NS	Svartbak	5.33	0.00	0.00	0.00	0.00	2.67	2.67	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00

Fortsett på neste side



**Tabell A.2:** Resultater for sjøfugl på åpent hav for et rørledningsbrudd ved Grane KP73 fortsatt

Periode	Dyp	Region	Art	$P_{PT_x Olje}$					$P_{RT_y Olje}$				$P_{RT_y}/P_{RT_y}^{Acc}$			
				% simul. m. relativt bestandstapsintervall:					% simul. m restitusjonstidsintervall:				Relativ risiko for restitusjonstidsintervall:			
				1-5%	5-10%	10-20%	20-30%	30-100%	Mindre 0.1-1 år	Moderat 1-3 år	Betydelig 3-10 år	Alvorlig >10 år	Mindre 0.1-1 år	Moderat 1-3 år	Betydelig 3-10 år	Alvorlig >10 år
...	Sjøbunn	NS	Krykkje	0.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NS	Havsule	10.71	0.00	0.00	0.00	0.00	5.35	5.35	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NS	Lomvi	0.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.44	0.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**Tabell A.3:** Risiko for skade på kystdatasett for sjøfugl beregnet fra de stokastiske oljedriftssimuleringene for et rørledningsbrudd ved Grane KP73.  $P_{PT_x|Olje}$  er sannsynligheten for et relativ populasjonstap (PT) i intervall  $x$  gitt et oljeutslipp. Kolonnen  $P_{RT_y|Olje}$  er skadesannsynlighet, dvs. den betingede sannsynligheten for en restitusjonstid (RT) i intervallet  $y$ . Kolonnen  $P_{RT_y}/P_{RT_y}^{Acc}$  er miljørisikoen, som forklart i avsnitt 3.2, likning 3.1 og 3.2. Se tabell C.2 for forklaring av regionkoder.

Periode	Dyp	Region	Art	$P_{PT_x Olje}$					$P_{RT_y Olje}$				$P_{RT_y}/P_{RT_y}^{Acc}$			
				% simul. m. relativt bestandstapsintervall:					% simul. m restitusjonstidsintervall:				Relativ risiko for restitusjonstidsintervall:			
				1-5%	5-10%	10-20%	20-30%	30-100%	Mindre 0.1-1 år	Moderat 1-3 år	Betydelig 3-10 år	Alvorlig >10 år	Mindre 0.1-1 år	Moderat 1-3 år	Betydelig 3-10 år	Alvorlig >10 år
Vinter	Sjøbunn	NO	Gulnebbloom	1.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.63	0.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NO	Islom	2.95	0.00	0.00	0.00	0.00	1.47	1.47	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NO	Smålom	0.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NO	Svartand	2.83	2.14	5.89	0.00	0.00	1.95	3.96	3.48	1.47	0.00	0.01	0.03	0.06
...	Sjøbunn	NO	Toppskarv	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NO	Storskarv	7.58	0.00	0.00	0.00	0.00	3.79	3.79	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NO	Ærfugl	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
Vår	Sjøbunn	NO	Alke	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NO	Lunde	6.40	0.00	0.00	0.00	0.00	3.20	3.20	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NO	Havhest-N	3.15	5.60	0.00	0.00	0.00	2.98	4.38	1.40	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00
...	Sjøbunn	NO	Gulnebbloom	1.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NO	Islom	5.60	0.80	0.00	0.00	0.00	3.00	3.20	0.20	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NO	Smålom	4.88	0.00	0.00	0.00	0.00	2.44	2.44	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NO	Svartand	9.49	0.00	0.00	0.00	0.00	4.74	4.74	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NO	Toppskarv	7.20	0.80	0.00	0.00	0.00	3.80	4.00	0.20	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NO	Storskarv	5.60	0.00	0.00	0.00	0.00	2.80	2.80	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NO	Ærfugl	7.20	0.00	0.00	0.00	0.00	3.60	3.60	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NO	Havsule	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NO	Lomvi	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
Sommer	Sjøbunn	NO	Alke	7.32	0.00	0.00	0.00	0.00	3.66	3.66	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NO	Grågås	5.33	0.00	0.00	0.00	0.00	2.67	2.67	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NO	Teist	3.56	0.00	0.00	0.00	0.00	1.78	1.78	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00

Fortstatt på neste side

**Tabell A.3:** Resultater for sjøfugl i kystdatasett for et rørledningsbrudd ved Grane KP73 fortsatt

Periode	Dyp	Region	Art	$P_{PT_x Olje}$					$P_{RT_y Olje}$				$P_{RT_y}/P_{RT_y}^{Acc}$			
				% simul. m. relativt bestandstapsintervall:					% simul. m restitusjonstidsintervall:				Relativ risiko for restitusjonstidsintervall:			
				1-5%	5-10%	10-20%	20-30%	30-100%	Mindre 0.1-1 år	Moderat 1-3 år	Betydelig 3-10 år	Alvorlig >10 år	Mindre 0.1-1 år	Moderat 1-3 år	Betydelig 3-10 år	Alvorlig >10 år
...	Sjøbunn	NO	Lunde	6.22	0.00	0.00	0.00	0.00	3.11	3.11	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NO	Havhest-N	4.27	4.44	0.00	0.00	0.00	3.25	4.36	1.11	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00
...	Sjøbunn	NO	Sildemåke	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NO	Siland	4.44	0.00	0.00	0.00	0.00	2.22	2.22	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NO	Toppskarv	7.32	0.89	0.00	0.00	0.00	3.88	4.10	0.22	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NO	Storskarv	6.22	0.00	0.00	0.00	0.00	3.11	3.11	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NO	Ærfugl	7.11	0.00	0.00	0.00	0.00	3.56	3.56	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NO	Havsule	8.29	0.00	0.00	0.00	0.00	4.15	4.15	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NO	Lomvi	7.32	0.00	0.00	0.00	0.00	3.66	3.66	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NO	Makrellterne	4.44	0.00	0.00	0.00	0.00	2.22	2.22	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NO	Storjo	8.32	0.00	0.00	0.00	0.00	4.16	4.16	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
Høst	Sjøbunn	NO	Havhest-N	1.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.89	0.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NO	Gulnebbblom	0.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.44	0.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NO	Islom	0.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.44	0.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NO	Smålom	0.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.44	0.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NO	Svartand	1.22	2.84	3.56	0.00	0.00	1.32	2.92	2.49	0.89	0.00	0.01	0.02	0.03
...	Sjøbunn	NO	Toppskarv	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NO	Storskarv	0.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.44	0.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NO	Ærfugl	7.11	0.00	0.00	0.00	0.00	3.56	3.56	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NO	Havsule	3.56	0.00	0.00	0.00	0.00	1.78	1.78	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00

**Tabell A.4:** Risiko for skade på sel beregnet fra de stokastiske oljedriftssimuleringene for et rørledningsbrudd ved Grane KP73.  $P_{PT_x|Olje}$  er sannsynligheten for et relativt populasjonstap (PT) i intervall  $x$  gitt et oljeutslipp. Kolonnen  $P_{RT_y|Olje}$  er skadesannsynlighet, dvs. den betingede sannsynligheten for en restitusjonstid (RT) i intervallet  $y$ . Kolonnen  $P_{RT_y}/P_{RT_y}^{Acc}$  er miljørisikoen, som forklart i avsnitt 3.2, likning 3.1 og 3.2. Se tabell C.2 5 for forklaring av regionskoder.

Periode	Dyp	Region	Art	$P_{PT_x Olje}$					$P_{RT_y Olje}$				$P_{RT_y}/P_{RT_y}^{Acc}$			
				% simul. m. relativt bestandstapsintervall:					% simul. m restitusjonstidsintervall:				Relativ risiko for restitusjonstidsintervall:			
				1-5%	5-10%	10-20%	20-30%	30-100%	Mindre 0.1-1 år	Moderat 1-3 år	Betydelig 3-10 år	Alvorlig >10 år	Mindre 0.1-1 år	Moderat 1-3 år	Betydelig 3-10 år	Alvorlig >10 år
Vinter	Sjøbunn	MI	Havert	6.74	0.00	0.00	0.00	0.00	3.37	3.37	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NO	Havert	0.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.42	0.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
...	Sjøbunn	SO	Havert	2.30	5.05	0.00	0.00	0.00	2.41	3.68	1.26	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00
...	Sjøbunn	MI	Steinkobbe	5.89	0.00	0.00	0.00	0.00	2.95	2.95	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
...	Sjøbunn	SO	Steinkobbe	1.68	0.84	0.00	0.00	0.00	1.05	1.26	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vår	Sjøbunn	MI	Havert	7.20	0.00	0.00	0.00	0.00	3.60	3.60	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
...	Sjøbunn	SO	Havert	1.21	7.20	0.00	0.00	0.00	2.41	4.21	1.80	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00
...	Sjøbunn	MI	Steinkobbe	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
...	Sjøbunn	SO	Steinkobbe	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sommer	Sjøbunn	MI	Havert	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
...	Sjøbunn	SO	Havert	1.01	7.11	0.00	0.00	0.00	2.28	4.06	1.78	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00
...	Sjøbunn	MI	Steinkobbe	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
Høst	Sjøbunn	MI	Havert	7.11	0.00	0.00	0.00	0.00	3.56	3.56	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NO	Havert	0.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.44	0.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
...	Sjøbunn	SO	Havert	1.81	5.33	0.00	0.00	0.00	2.24	3.57	1.33	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00
...	Sjøbunn	MI	Steinkobbe	6.22	0.00	0.00	0.00	0.00	3.11	3.11	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00

**Tabell A.5:** Risiko for skade på kystlinje-ruter beregnet fra de stokastiske oljedriftssimuleringene for et rørledningsbrudd ved Grane KP73.  $P_{RT_y|Olje}$  er sannsynligheten for en restitusjonstid (RT) i intervallet  $y$  gitt et overflate- eller sjøbunnsutslipp. Ratioen  $P_{RT_y}/P_{RT_y}^{Acc}$ , der den beregnede sannsynligheten for en restitusjonstid i intervallet  $y$  er dividert med høyeste sannsynlighet som aksepteres av operatøren, er identisk lik relativ miljørisiko, som forklart i avsnitt 3.2, likning 3.1 og 3.2. Kolonnen "Rute ID" inneholder identifikasjonsnummer for enkeltrutene ( $0 \times 10$  km) i rutenettet ContAct© (Alpha Miljørådgivning AS 2003)

Periode	Rute ID	$P_{RT_y Olje}$				$P_{RT_y}/P_{RT_y}^{Acc}$			
		% simul. m restitusjonstidsintervall:				Relativ risiko for restitusjonstidsintervall:			
		Mindre 0.1–1 år	Moderat 1–3 år	Betydelig 3–10 år	Alvorlig >10 år	Mindre 0.1–1 år	Moderat 1–3 år	Betydelig 3–10 år	Alvorlig >10 år
Vinter	14200	8.71	5.70	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00
Vinter	22034	1.43	3.57	2.14	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00
Vinter	15254	11.18	3.11	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
Vinter	13989	11.24	2.92	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
Vinter	15043	11.05	2.79	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
Vinter	14621	10.94	2.74	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
Vinter	14832	10.66	2.69	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
Vinter	12723	9.83	2.67	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
Vinter	13567	10.62	2.66	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
Vinter	13778	10.16	2.54	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
Vår	14200	6.73	5.67	0.31	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00
Vår	22034	1.38	3.45	2.07	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00
Vår	15254	12.80	4.60	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00
Vår	18218	3.50	3.09	0.86	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00
Vår	13989	9.39	2.95	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
Vår	14832	9.84	2.86	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
Vår	15043	10.21	2.75	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
Vår	14621	10.04	2.71	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
Vår	13567	9.61	2.60	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
Vår	13145	8.91	2.43	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
Sommer	22034	1.82	4.56	2.73	0.00	0.00	0.02	0.03	0.00
Sommer	14200	8.43	6.26	0.18	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00
Sommer	15254	11.42	3.57	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
Sommer	15043	10.51	3.07	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
Sommer	14832	10.43	2.83	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
Sommer	13989	10.84	2.71	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
Sommer	13145	9.75	2.66	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
Sommer	14621	10.52	2.63	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
Sommer	12723	10.30	2.57	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
Sommer	17792	4.06	2.50	0.30	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
Høst	14200	8.43	5.87	0.09	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00
Høst	22034	1.55	3.88	2.33	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00
Høst	15254	12.08	3.69	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
Høst	13989	11.58	3.12	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
Høst	15043	11.73	2.93	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00

Fortsett på neste side

**Tabell A.5:** Resultater for strandruter fortsatt

Periode	Rute ID	$P_{RT_y Olje}$				$P_{RT_y}/P_{RT_y}^{Acc}$			
		% simul. m restitusjonstidsintervall:				Relativ risiko for restitusjonstidsintervall:			
		Mindre 0.1–1 år	Moderat 1–3 år	Betydelig 3–10 år	Alvorlig >10 år	Mindre 0.1–1 år	Moderat 1–3 år	Betydelig 3–10 år	Alvorlig >10 år
Høst	14832	11.08	2.77	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
Høst	12723	10.74	2.68	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
Høst	14621	10.74	2.68	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
Høst	12934	10.29	2.57	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
Høst	15888	10.00	2.50	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00

## B VEDLEGG: RESULTATER FOR GRANE KP200

### B.1 STRANDINGSSTATISTIKK FOR PRIORITERTE OMRÅDER

**Tabell B.1:** Strandingstatistikk for emulsjon i Statoils prioriterte områder. Statistikken er beregnet fra de stokastiske oljedriftssimuleringene for et rørledningsbrudd ved Grane KP200.

Periode	Utslipp		Sanns. (%)	Tid (dager)			Mengde (tonn)		
	Dyp	Område		P <sub>100</sub>	P <sub>95</sub>	P <sub>50</sub>	P <sub>50</sub>	P <sub>95</sub>	P <sub>100</sub>
Vinter	Sjøbunn	Atløy-Værlandet	19.0	1.4	4	Inf	0	34	307
...	Sjøbunn	Austevoll	1.9	3.8	Inf	Inf	0	0	17
...	Sjøbunn	Bømlo	0.3	11.2	Inf	Inf	0	0	3
...	Sjøbunn	Frøya og Froan	3.3	11.4	Inf	Inf	0	0	56
...	Sjøbunn	Onøy (Øygarden)	59.9	0.2	1	17	4	210	705
...	Sjøbunn	Runde	3.2	9.0	Inf	Inf	0	0	27
...	Sjøbunn	Sandøy	1.0	11.8	Inf	Inf	0	0	25
...	Sjøbunn	Smøla	5.0	10.3	Inf	Inf	0	0	31
...	Sjøbunn	Sverslingsosen - Skorpa	8.2	2.5	11	Inf	0	6	135
...	Sjøbunn	Utsira	0.3	22.9	Inf	Inf	0	0	12
...	Sjøbunn	Vikna vest	0.3	17.0	Inf	Inf	0	0	4
...	Sjøbunn	Ytre Sula	80.6	0.6	1	4	21	531	1702
Vår	Sjøbunn	Atløy-Værlandet	32.5	1.6	6	Inf	0	44	312
...	Sjøbunn	Austevoll	3.5	6.0	Inf	Inf	0	0	90
...	Sjøbunn	Frøya og Froan	3.3	10.8	Inf	Inf	0	0	27
...	Sjøbunn	Nord-Jæren	0.3	30.3	Inf	Inf	0	0	11
...	Sjøbunn	Onøy (Øygarden)	63.0	0.5	1	29	3	241	714
...	Sjøbunn	Runde	4.4	7.4	Inf	Inf	0	0	23
...	Sjøbunn	Sandøy	2.0	17.8	Inf	Inf	0	0	20
...	Sjøbunn	Smøla	6.1	8.3	26	Inf	0	3	40
...	Sjøbunn	Sverslingsosen - Skorpa	9.7	3.6	11	Inf	0	11	264
...	Sjøbunn	Utsira	1.7	16.0	Inf	Inf	0	0	26
...	Sjøbunn	Ytre Sula	76.7	0.7	1	5	21	430	988
Sommer	Sjøbunn	Atløy-Værlandet	30.3	1.8	4	Inf	0	70	440
...	Sjøbunn	Austevoll	2.5	5.0	Inf	Inf	0	0	227
...	Sjøbunn	Frøya og Froan	4.4	10.2	Inf	Inf	0	0	81
...	Sjøbunn	Nord-Jæren	0.3	16.5	Inf	Inf	0	0	24
...	Sjøbunn	Onøy (Øygarden)	62.8	0.3	1	15	5	161	974
...	Sjøbunn	Runde	4.6	5.3	Inf	Inf	0	0	70
...	Sjøbunn	Sandøy	2.7	7.8	Inf	Inf	0	0	25
...	Sjøbunn	Smøla	6.8	6.5	24	Inf	0	4	183

Fortsetter neste side

**Tabell B.1:** Fortsatt fra forrige side

Utslipp		Område	Sanns. (%)	Tid (dager)			Mengde (tonn)		
Periode	Dyp			P <sub>100</sub>	P <sub>95</sub>	P <sub>50</sub>	P <sub>50</sub>	P <sub>95</sub>	P <sub>100</sub>
...	Sjøbunn	Sverslingsosen - Skorpa	10.7	3.2	11	Inf	0	24	361
...	Sjøbunn	Utsira	0.6	9.5	Inf	Inf	0	0	87
...	Sjøbunn	Ytre Sula	80.9	0.9	1	4	25	488	1077
Høst	Sjøbunn	Atløy-Værlandet	25.8	1.3	5	Inf	0	45	145
...	Sjøbunn	Austevoll	1.4	5.8	Inf	Inf	0	0	344
...	Sjøbunn	Bømlo	0.5	14.1	Inf	Inf	0	0	18
...	Sjøbunn	Frøya og Froan	5.1	7.2	23	Inf	0	2	51
...	Sjøbunn	Nord-Jæren	0.2	24.8	Inf	Inf	0	0	19
...	Sjøbunn	Onøy (Øygarden)	62.1	0.1	1	16	6	202	1788
...	Sjøbunn	Runde	2.7	6.4	Inf	Inf	0	0	16
...	Sjøbunn	Sandøy	1.4	7.2	Inf	Inf	0	0	19
...	Sjøbunn	Smøla	5.6	6.3	22	Inf	0	5	47
...	Sjøbunn	Sverslingsosen - Skorpa	9.4	2.5	10	Inf	0	10	152
...	Sjøbunn	Utsira	0.2	18.3	Inf	Inf	0	0	18
...	Sjøbunn	Vikna vest	1.1	11.2	Inf	Inf	0	0	11
...	Sjøbunn	Ytre Sula	81.7	0.4	1	3	23	400	1012



## B.2 RESULTATER MILJØRISIKOANALYSE

**Tabell B.2:** Risiko for skade på sjøfugl på åpent hav beregnet fra de stokastiske oljedriftssimuleringene for et rørledningsbrudd ved Grane KP200.  $P_{PT_x|Olje}$  er sannsynligheten for et relativ populasjonstap (PT) i intervall  $x$  gitt et oljeutslipp.  $P_{RT_y|Olje}$  er den betingede sannsynligheten for en restitusjonstid (RT) i intervallet  $y$  og er omtalt i rapporten som skadesannsynlighet. Kolonnen  $P_{RT_y}/P_{RT_y}^{Acc}$  er miljørisikoen, som forklart i avsnitt 3.2, likning 3.1 og 3.2. Se tabell C.2 for forklaring av regionskoder.

Periode	Dyp	Region	Art	$P_{PT_x Olje}$					$P_{RT_y Olje}$				$P_{RT_y}/P_{RT_y}^{Acc}$			
				% simul. m. relativt bestandstapsintervall:					% simul. m restitusjonstidsintervall:				Relativ risiko for restitusjonstidsintervall:			
				1-5%	5-10%	10-20%	20-30%	30-100%	Mindre 0.1-1 år	Moderat 1-3 år	Betydelig 3-10 år	Alvorlig >10 år	Mindre 0.1-1 år	Moderat 1-3 år	Betydelig 3-10 år	Alvorlig >10 år
Vinter	Sjøbunn	NH	Alkekonge	3.20	5.44	6.08	0.00	0.00	2.96	5.84	4.40	1.52	0.00	0.02	0.04	0.06
...	Sjøbunn	NH	Alke	9.28	0.64	0.00	0.00	0.00	4.80	4.96	0.16	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NH	Lunde	5.76	5.44	3.84	0.00	0.00	4.24	6.56	3.28	0.96	0.00	0.02	0.03	0.04
...	Sjøbunn	NH	Havhest	4.80	0.00	0.00	0.00	0.00	2.40	2.40	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NH	Svartbak	9.60	0.00	0.00	0.00	0.00	4.80	4.80	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NH	Gråmåke	10.24	0.00	0.00	0.00	0.00	5.12	5.12	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NH	Krykkje	12.80	0.00	0.00	0.00	0.00	6.40	6.40	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NH	Havsule	3.52	11.52	0.00	0.00	0.00	4.64	7.52	2.88	0.00	0.00	0.03	0.03	0.00
...	Sjøbunn	NH	Lomvi	2.56	6.40	6.08	0.00	0.00	2.88	6.00	4.64	1.52	0.00	0.02	0.04	0.06
...	Sjøbunn	NS	Alkekonge	0.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.32	0.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NS	Svartbak	0.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.32	0.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NS	Gråmåke	2.88	0.00	0.00	0.00	0.00	1.44	1.44	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NS	Krykkje	6.08	0.00	0.00	0.00	0.00	3.04	3.04	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NS	Havsule	14.45	0.32	0.00	0.00	0.00	7.31	7.39	0.08	0.00	0.01	0.03	0.00	0.00
Vår	Sjøbunn	NH	Alkekonge	0.88	1.87	2.40	0.00	0.00	0.91	1.98	1.67	0.60	0.00	0.01	0.02	0.02
...	Sjøbunn	NH	Alke	10.93	0.27	0.00	0.00	0.00	5.53	5.60	0.07	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NH	Lunde	2.22	2.67	1.33	0.00	0.00	1.78	2.78	1.33	0.33	0.00	0.01	0.01	0.01
...	Sjøbunn	NH	Havhest	2.40	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NH	Fiskemåke	2.40	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NH	Svartbak	4.53	0.00	0.00	0.00	0.00	2.27	2.27	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NH	Gråmåke	4.27	0.00	0.00	0.00	0.00	2.13	2.13	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NH	Krykkje	4.80	0.00	0.00	0.00	0.00	2.40	2.40	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00

Fortstatt på neste side

**Tabell B.2:** Resultater for sjøfugl på åpent hav for et rørledningsbrudd ved Grane KP200 fortsatt

Periode	Dyp	Region	Art	$P_{PT_x Olje}$					$P_{RT_y Olje}$				$P_{RT_y}/P_{RT_y}^{Acc}$			
				% simul. m. relativt bestandstapsintervall:					% simul. m restitusjonstidsintervall:				Relativ risiko for restitusjonstidsintervall:			
				1-5%	5-10%	10-20%	20-30%	30-100%	Mindre 0.1-1 år	Moderat 1-3 år	Betydelig 3-10 år	Alvorlig >10 år	Mindre 0.1-1 år	Moderat 1-3 år	Betydelig 3-10 år	Alvorlig >10 år
...	Sjøbunn	NH	Havsule	8.62	4.27	0.00	0.00	0.00	5.38	6.44	1.07	0.00	0.01	0.02	0.01	0.00
...	Sjøbunn	NH	Lomvi	3.17	7.73	3.73	0.00	0.00	3.52	6.38	3.80	0.93	0.00	0.02	0.04	0.03
...	Sjøbunn	NS	Alkekonge	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NS	Lunde	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NS	Havhest	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NS	Gråmåke	1.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.53	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NS	Krykkje	2.67	0.00	0.00	0.00	0.00	1.33	1.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NS	Havsule	5.28	0.00	0.00	0.00	0.00	2.64	2.64	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
Sommer	Sjøbunn	NH	Alke	6.12	0.00	0.00	0.00	0.00	3.06	3.06	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NH	Lunde	1.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.93	0.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NH	Havhest	4.27	0.00	0.00	0.00	0.00	2.13	2.13	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NH	Fiskemåke	2.13	0.00	0.00	0.00	0.00	1.07	1.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NH	Svartbak	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NH	Krykkje	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.27	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NH	Havsule	11.20	0.00	0.00	0.00	0.00	5.60	5.60	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NH	Lomvi	8.46	6.40	0.27	0.00	0.00	5.83	7.50	1.73	0.07	0.01	0.03	0.02	0.00
...	Sjøbunn	NS	Havhest	2.93	0.00	0.00	0.00	0.00	1.47	1.47	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
Høst	Sjøbunn	NH	Alkekonge	0.69	1.37	2.29	0.00	0.00	0.69	1.60	1.49	0.57	0.00	0.01	0.01	0.02
...	Sjøbunn	NH	Alke	2.74	0.69	0.00	0.00	0.00	1.54	1.71	0.17	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NH	Lunde	1.14	2.29	0.91	0.00	0.00	1.14	1.94	1.03	0.23	0.00	0.01	0.01	0.01
...	Sjøbunn	NH	Havhest	11.66	0.00	0.00	0.00	0.00	5.83	5.83	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NH	Svartbak	3.89	0.00	0.00	0.00	0.00	1.94	1.94	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NH	Gråmåke	3.66	0.00	0.00	0.00	0.00	1.83	1.83	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NH	Krykkje	3.66	0.00	0.00	0.00	0.00	1.83	1.83	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00

Fortsett på neste side

**Tabell B.2:** Resultater for sjøfugl på åpent hav for et rørledningsbrudd ved Grane KP200 fortsatt

Periode	Dyp	Region	Art	$P_{PT_x Olje}$					$P_{RT_y Olje}$				$P_{RT_y}/P_{RT_y}^{Acc}$			
				% simul. m. relativt bestandstapsintervall:					% simul. m restitusjonstidsintervall:				Relativ risiko for restitusjonstidsintervall:			
				1-5%	5-10%	10-20%	20-30%	30-100%	Mindre 0.1-1 år	Moderat 1-3 år	Betydelig 3-10 år	Alvorlig >10 år	Mindre 0.1-1 år	Moderat 1-3 år	Betydelig 3-10 år	Alvorlig >10 år
...	Sjøbunn	NH	Havsule	10.97	3.43	0.00	0.00	0.00	6.34	7.20	0.86	0.00	0.01	0.03	0.01	0.00
...	Sjøbunn	NH	Lomvi	9.14	4.11	2.29	0.00	0.00	5.60	7.20	2.17	0.57	0.01	0.03	0.02	0.02
...	Sjøbunn	NS	Havhest	2.74	0.00	0.00	0.00	0.00	1.37	1.37	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NS	Svartbak	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NS	Gråmåke	0.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.34	0.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NS	Krykkje	1.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.91	0.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NS	Havsule	2.97	0.00	0.00	0.00	0.00	1.49	1.49	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00

**Tabell B.3:** Risiko for skade på kystdatasett for sjøfugl beregnet fra de stokastiske oljedriftssimuleringene for et rørledningsbrudd ved Grane KP200.  $P_{PT_x|Olje}$  er sannsynligheten for et relativt populasjonstap (PT) i intervall  $x$  gitt et oljeutslipp. Kolonnen  $P_{RT_y|Olje}$  er skadesannsynlighet, dvs. den betingede sannsynligheten for en restitusjonstid (RT) i intervallet  $y$ . Kolonnen  $P_{RT_y}/P_{RT_y}^{Acc}$  er miljørisikoen, som forklart i avsnitt 3.2, likning 3.1 og 3.2. Se tabell C.2 for forklaring av regionskoder.

Periode	Dyp	Region	Art	$P_{PT_x Olje}$					$P_{RT_y Olje}$				$P_{RT_y}/P_{RT_y}^{Acc}$			
				% simul. m. relativt bestandstapsintervall:					% simul. m restitusjonstidsintervall:				Relativ risiko for restitusjonstidsintervall:			
				1-5%	5-10%	10-20%	20-30%	30-100%	Mindre 0.1-1 år	Moderat 1-3 år	Betydelig 3-10 år	Alvorlig >10 år	Mindre 0.1-1 år	Moderat 1-3 år	Betydelig 3-10 år	Alvorlig >10 år
Vinter	Sjøbunn	NO	Svartand	10.17	5.44	0.00	0.00	0.00	6.44	7.80	1.36	0.00	0.01	0.03	0.01	0.00
...	Sjøbunn	NO	Toppskarv	4.16	0.00	0.00	0.00	0.00	2.08	2.08	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
Vår	Sjøbunn	NO	Alke	2.13	0.00	0.00	0.00	0.00	1.07	1.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NO	Havhest-N	7.73	0.00	0.00	0.00	0.00	3.87	3.87	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NO	Islom	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NO	Smålom	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.27	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NO	Svartand	10.04	0.00	0.00	0.00	0.00	5.02	5.02	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NO	Toppskarv	3.47	0.00	0.00	0.00	0.00	1.73	1.73	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NO	Ærfugl	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NO	Havsule	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NO	Lomvi	2.13	0.00	0.00	0.00	0.00	1.07	1.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NO	Storjo	2.67	0.00	0.00	0.00	0.00	1.33	1.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sommer	Sjøbunn	NO	Alke	1.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.93	0.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NO	Grågås	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.27	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NO	Teist	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NO	Havhest-N	10.79	0.00	0.00	0.00	0.00	5.40	5.40	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NO	Siland	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NO	Toppskarv	6.20	0.00	0.00	0.00	0.00	3.10	3.10	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NO	Storskarv	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.27	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NO	Ærfugl	3.73	0.00	0.00	0.00	0.00	1.87	1.87	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NO	Havsule	10.46	0.00	0.00	0.00	0.00	5.23	5.23	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NO	Lomvi	1.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.93	0.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Fortstatt på neste side

**Tabell B.3:** Resultater for sjøfugl i kystdatasett for et rørledningsbrudd ved Grane KP200 fortsatt

Periode	Dyp	Region	Art	$P_{PT_x Olje}$					$P_{RT_y Olje}$				$P_{RT_y}/P_{RT_y}^{Acc}$			
				% simul. m. relativt bestandstapsintervall:					% simul. m restitusjonstidsintervall:				Relativ risiko for restitusjonstidsintervall:			
				1-5%	5-10%	10-20%	20-30%	30-100%	Mindre 0.1-1 år	Moderat 1-3 år	Betydelig 3-10 år	Alvorlig >10 år	Mindre 0.1-1 år	Moderat 1-3 år	Betydelig 3-10 år	Alvorlig >10 år
...	Sjøbunn	NO	Storjo	7.59	0.00	0.00	0.00	0.00	3.80	3.80	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
Høst	Sjøbunn	NO	Havhest-N	0.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.34	0.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NO	Islom	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NO	Smålom	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NO	Svartand	5.14	3.66	0.00	0.00	0.00	3.48	4.40	0.91	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00
...	Sjøbunn	NO	Toppskarv	0.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NO	Ærfugl	2.29	0.00	0.00	0.00	0.00	1.14	1.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
...	Sjøbunn	NO	Havsule	0.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.46	0.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**Tabell B.4:** Risiko for skade på sel beregnet fra de stokastiske oljedriftssimuleringene for et rørledningsbrudd ved Grane KP200.  $P_{PT_x|Olje}$  er sannsynligheten for et relativt populasjonstap (PT) i intervall  $x$  gitt et oljeutslipp. Kolonnen  $P_{RT_y|Olje}$  er skadesannsynlighet, dvs. den betingede sannsynligheten for en restitusjonstid (RT) i intervallet  $y$ . Kolonnen  $P_{RT_y}/P_{RT_y}^{Acc}$  er miljørisikoen, som forklart i avsnitt 3.2, likning 3.1 og 3.2. Se tabell C.2 5 for forklaring av regionskoder.

Periode	Dyp	Region	Art	$P_{PT_x Olje}$					$P_{RT_y Olje}$				$P_{RT_y}/P_{RT_y}^{Acc}$			
				% simul. m. relativt bestandstapsintervall:					% simul. m restitusjonstidsintervall:				Relativ risiko for restitusjonstidsintervall:			
				1-5%	5-10%	10-20%	20-30%	30-100%	Mindre 0.1-1 år	Moderat 1-3 år	Betydelig 3-10 år	Alvorlig >10 år	Mindre 0.1-1 år	Moderat 1-3 år	Betydelig 3-10 år	Alvorlig >10 år
Vinter	Sjøbunn	MI	Havert	1.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.96	0.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
...	Sjøbunn	SO	Havert	0.00	0.32	0.00	0.00	0.00	0.08	0.16	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
...	Sjøbunn	MI	Steinkobbe	0.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vår	Sjøbunn	MI	Havert	1.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.67	0.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
...	Sjøbunn	SO	Havert	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.27	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
...	Sjøbunn	MI	Steinkobbe	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sommer	Sjøbunn	MI	Havert	2.40	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
...	Sjøbunn	SO	Havert	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
...	Sjøbunn	MI	Steinkobbe	2.40	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Høst	Sjøbunn	MI	Havert	3.89	0.00	0.00	0.00	0.00	1.94	1.94	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
...	Sjøbunn	SO	Havert	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
...	Sjøbunn	MI	Steinkobbe	0.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.34	0.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**Tabell B.5:** Risiko for skade på kystlinje-ruter beregnet fra de stokastiske oljedriftssimuleringene for et rørledningsbrudd ved Grane KP200.  $P_{RT_y|Olje}$  er sannsynligheten for en restitusjonstid (RT) i intervallet  $y$  gitt et overflate- eller sjøbunnsutslipp. Ratioen  $P_{RT_y}/P_{RT_y}^{Acc}$ , der den beregnede sannsynligheten for en restitusjonstid i intervallet  $y$  er dividert med høyeste sannsynlighet som aksepteres av operatøren, er identisk lik relativ miljørisiko, som forklart i avsnitt 3.2, likning 3.1 og 3.2. Kolonnen "Rute ID" inneholder identifikasjonsnummer for enkeltrutene ( $0 \times 10$  km) i rutenettet ContAct© (Alpha Miljørådgivning AS 2003)

Periode	Rute ID	$P_{RT_y Olje}$				$P_{RT_y}/P_{RT_y}^{Acc}$			
		% simul. m restitusjonstidsintervall:				Relativ risiko for restitusjonstidsintervall:			
		Mindre 0.1–1 år	Moderat 1–3 år	Betydelig 3–10 år	Alvorlig >10 år	Mindre 0.1–1 år	Moderat 1–3 år	Betydelig 3–10 år	Alvorlig >10 år
Vinter	14200	42.79	33.17	1.49	0.00	0.04	0.12	0.01	0.00
Vinter	14621	61.57	18.07	0.00	0.00	0.06	0.07	0.00	0.00
Vinter	15254	62.39	17.16	0.00	0.00	0.06	0.06	0.00	0.00
Vinter	15043	58.90	15.85	0.00	0.00	0.06	0.06	0.00	0.00
Vinter	14832	55.33	14.87	0.00	0.00	0.05	0.06	0.00	0.00
Vinter	14411	50.70	13.09	0.00	0.00	0.05	0.05	0.00	0.00
Vinter	13989	46.99	12.88	0.00	0.00	0.04	0.05	0.00	0.00
Vinter	14622	48.05	12.14	0.02	0.00	0.04	0.05	0.00	0.00
Vinter	15044	20.13	5.10	0.05	0.00	0.02	0.02	0.00	0.00
Vinter	15888	13.04	3.26	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
Vår	14200	41.88	33.79	1.89	0.00	0.04	0.13	0.02	0.00
Vår	14621	61.80	18.27	0.00	0.00	0.06	0.07	0.00	0.00
Vår	15254	59.35	15.52	0.00	0.00	0.06	0.06	0.00	0.00
Vår	15043	54.05	14.65	0.00	0.00	0.05	0.05	0.00	0.00
Vår	14832	55.41	14.61	0.00	0.00	0.05	0.05	0.00	0.00
Vår	13989	49.37	13.59	0.00	0.00	0.05	0.05	0.00	0.00
Vår	14411	52.39	13.52	0.00	0.00	0.05	0.05	0.00	0.00
Vår	14622	47.97	12.11	0.02	0.00	0.04	0.05	0.00	0.00
Vår	15044	38.63	9.79	0.09	0.00	0.04	0.04	0.00	0.00
Vår	15888	25.36	6.34	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.00
Sommer	14200	45.17	37.04	2.33	0.00	0.04	0.14	0.02	0.00
Sommer	14621	64.73	19.79	0.05	0.00	0.06	0.07	0.00	0.00
Sommer	15254	63.40	16.86	0.00	0.00	0.06	0.06	0.00	0.00
Sommer	14832	56.95	15.32	0.00	0.00	0.05	0.06	0.00	0.00
Sommer	14411	58.22	15.29	0.00	0.00	0.05	0.06	0.00	0.00
Sommer	15043	58.34	15.25	0.00	0.00	0.05	0.06	0.00	0.00
Sommer	14622	53.87	13.65	0.02	0.00	0.05	0.05	0.00	0.00
Sommer	13989	49.54	13.26	0.00	0.00	0.05	0.05	0.00	0.00
Sommer	15044	40.45	10.40	0.09	0.00	0.04	0.04	0.00	0.00
Sommer	15888	23.65	6.18	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.00
Høst	14200	44.60	36.01	1.87	0.00	0.04	0.13	0.02	0.00
Høst	14621	62.37	18.44	0.02	0.00	0.06	0.07	0.00	0.00
Høst	15254	63.94	16.97	0.00	0.00	0.06	0.06	0.00	0.00
Høst	14832	59.42	16.23	0.00	0.00	0.06	0.06	0.00	0.00
Høst	15043	59.68	15.84	0.00	0.00	0.06	0.06	0.00	0.00

Fortsett på neste side



**Tabell B.5:** Resultater for strandruter fortsatt

Periode	Rute ID	$P_{RT_y Olje}$				$P_{RT_y}/P_{RT_y}^{Acc}$			
		% simul. m restitusjonstidsintervall:				Relativ risiko for restitusjonstidsintervall:			
		Mindre 0.1–1 år	Moderat 1–3 år	Betydelig 3–10 år	Alvorlig >10 år	Mindre 0.1–1 år	Moderat 1–3 år	Betydelig 3–10 år	Alvorlig >10 år
Høst	14411	54.69	14.36	0.00	0.00	0.05	0.05	0.00	0.00
Høst	13989	48.47	13.39	0.05	0.00	0.05	0.05	0.00	0.00
Høst	14622	45.26	11.34	0.02	0.00	0.04	0.04	0.00	0.00
Høst	15888	20.64	5.16	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.00
Høst	15044	18.15	4.60	0.04	0.00	0.02	0.02	0.00	0.00

## C VEDLEGG: INNGANGSDATA

### C.1 VERDSATTE ØKOSYSTEMKOMPONENTER (VØK)

**Tabell C.1:** Verdsatte økosystemkomponenter (VØK-er) i ulike grupper. VØK-enes rødlistestatus (ref) er vist vha. kodene: CR = Akutt truet, EN = Sterkt Truet, VU = Sårbar, NT = Nær truet, LC = Livskraftig, NA = ikke egnet. \* angir deres rødlistestatus på Svalbard

Gruppe	Art	Rødlistestatus
Sjøfugl	Alkekonge	LC*
	Alke	EN
	Fiskemåke	NT
	Grågås	LC
	Gråmåke	LC
	Gråstrupedykker	NA
	Gulneblom	NT
	Havelle	NT
	Havhest (N og S)	EN
	Havsule	LC
	Islom	NA
	Ismåke	VU*
	Krykkje	EN
	Laksand	LC
	Lappfiskand	VU
	Lomvi	CR
	Lunde	VU
	Makrellterne	EN
	Polarlomvi	EN
	Polarmåke	NT*
	Praktærfugl	NA
	Rødnebbterne	LC
	Siland	LC
	Sildemåke	LC
	Sjøorre	VU
	Smålom	LC
	Stellerand	VU
	Storjo	LC
	Storlom	LC
	Storskarv	LC
Svartand	NT	
Svartbak	LC	

Fortstatt på neste side

**Tabell C.1:** VØK-liste fortsatt

Gruppe	Art	Rødlistestatus
	Teist	VU
	Toppskarv	LC
	Tyvjo	NT
	Ærfugl	NT
Sjøpattedyr	Havert	LC
	Steinkobbe	LC
Fisk	Norsk vårgytende sild	LC
	Nordøstarktisk sei	LC
	Nordøstarktisk torsk (skrei)	LC
	Nordøstarktisk hyse	LC
	Nordsjømakrell	LC
	Nordsjøtorsk	LC
	Nordsjøsild	LC
	Nordsjøsei	LC
	Nordsjøhyse	LC
	Havsil (tobis)	LC
	Snabeluer	VU
	Lodde	LC
	Blåkveite	LC
Strandhabitat	-	-

## C.2 OVERSIKT GEOGRAFISKE BESTANDER

**Tabell C.2:** Geografisk bestandsinndeling for grupper av sjøfuglarter og for enkeltarter av sel.

VØK-gruppe	Geografisk bestandskode	Geografisk region
Fugl på åpent hav	BH	Barentshavet
	NH	Norskehavet
	NS	Nordsjøen
Fugl ved kyst	NO	Norsk (nasjonal) bestand
Havert	SO	Sørlig bestand
	MI	Midtnorsk bestand
	NO	Nordlig bestand
Steinkobbe	SO	Sørlig bestand
	NH	Midtnorsk bestand
	NO	Nordlig bestand

## C.3 ØKOSYSTEMKOMPONENTENES SÅRBARHET FOR OLJE

Nedenfor følger en beskrivelse av økosystemkomponentenes generelle sårbarhet for oljesøl. Se tabell C.2 for rødlistestatus til alle VØK-ene som er vurdert i miljørisikoanalysen.

**PLANKTON** Våroppblomstringen i kystområdene i Nordsjøen og Norskehavet starter generelt i mars/april, men årlige variasjoner forekommer og det vil også være geografiske variasjoner for oppstart av blomstringen innenfor et år. Utviklingen av dyreplanktonsamfunn er korrelert med oppblomstringen av planteplankton, og generelt nås en biomasse-topp av dyreplankton to uker etter våroppblomstringen starter. Hoppekrepsene *Calanus finmarchicus* (raudåte) og *Calanus helgolandicus* er de dominerende artene i analyseområdet. En sekundær oppblomstring av planteplankton som følge av redusert beiteaktivitet fra dyreplankton forekommer de fleste år i august.

På grunn av bred og varierende distribusjon, samt kort generasjonstid og hurtig immigrasjon fra uberørte områder, er plankton generelt sett ikke regnet å være sårbare for oljeforurensning.

**FISKERESSURSER** Arter som er tilknyttet geografisk avgrensede lokaliteter gjennom hele eller deler av livssyklus er mest sårbare i forhold til petroleumsvirksomhet. I analyseområdet er dette tilfelle for torsk, sei, sild og tobis. I perioden januar til august vil det være egg fra disse artene i analyseområdet, med hovedvekt på tidsrommet januar til april. Ansamlinger av ungfisk er spesielt sårbare for oljesøl.

**SJØFUGL** Sjøfugl er generelt veldig sårbare for olje. Fuglenes fjærdrakt mister sin isolerende effekt når den blir tilgriset, og ved større oljeutslipp har sjøfugl høy dødelighet (NINA 2008).

Pelagiske og kystbundne dykkende arter som tilbringer mye tid på overflaten er mest sårbare. De pelagisk overflatebeitende artene tilbringer mer tid i luften, og kan i større grad unngå oljen.

I hekketiden (perioden april til august) er sjøfugl sårbare på land og ved kysten (pelagiske og kystbundne arter) og på åpent hav (pelagiske arter). Pelagisk sjøfugl overvinter på åpent hav og er sårbare om vinteren, mens kystbundne arter samles i store konsentrasjoner langs kysten for overvintring. Alkefugl er ekstra sårbare for olje om høsten (august - oktober) da de ikke er flyvedyktige i en periode på opp til 50 dager (HI & DN 2007).

Resultater for det nasjonale overvåkningsprogrammet for sjøfugl viser at mange av populasjonene langs norskekysten har en negativ populasjonsutvikling (SEAPOP 2013). Generelt er det de pelagiske artene som har mest problemer og næringssvikt er trolig en av hovedårsakene til populasjonsnedgangen. En rekke av artene som har tilhørighet til analyseområdet er oppført på den norske rødlista (Henriksen, S. and Hilmo, O. (red.) 2015).

**SJØPATTEDYR** Sjøpattedyr er på individnivå sårbare i forhold til innhalering og fordøyelse av olje. Selpopulasjoner er sårbare i kaste/die-, parings- og hårfellingsperioder da dyrene samles i tette konsentrasjoner. Nyfødte unger kan være sårbare for tilgrising ved oljesøl, særlig havert som fødes med fosterpels. Hval er på populasjonsnivå ikke sårbare for oljesøl, kjemikaliesøl eller operasjonelle utslipp.

Kystselene steinkobbe og havert er de eneste selartene som har fast tilhold langs norskekysten. Havert i området mellom Froan og Lofoten har kaste- og paringsperiode fra midten av september til slutten av oktober, mens havert i Troms og Finnmark samt Rogaland føder unger fra midten av november til midten av desember. Steinkobbe kaster ungene i perioden juni-juli, og har hårfellings- og paringsperiode etter ungene er avvendt i august- september, mens havert feller pelsen først i februar-april.

**OTER** Oterpopulasjonene i Midt-Norge er sterke, og i kyststrøkene fra og med Sør-Trøndelag og nordover antas oteren å ha en sammenhengende utbredelse (DNV & NINA 2010). Det er særlig høy tetthet av oter langs finnmarkskysten. Oter mangler det isolerende spekklaget som hval og sel har, og er sårbar for nedkjøling og død ved tilgrising av olje. Oter har status som sårbar (VU) på den norske rødlista (Henriksen, S. and Hilmo, O. (red.) 2015).

Datagrunnlaget for oterpopulasjonen i analyseregionen er ikke tilstrekkelig til å kunne gjøre statistiske modelleringer for å finne mulige populasjonstap på grunn av oljeutslipp, og oter er derfor ikke videre omtalt i miljørisikoanalysen med hensyn på potensielle skader og miljørisiko. I de deler av analyseregionen hvor tettheten er høy, vil uhell av mindre omfang sannsynligvis ikke få langvarige, direkte innvirkninger på populasjoner da reetablering fra nærliggende områder kan forventes.

## D VEDLEGG: METODER

### D.1 DEFINISJON AV INFLUENSOMRÅDER

Ved stokastisk simulering av oljedrift kan man definere influensområder. Dette er statistikker for oljens utbredelse i rommet. Slike influensområder kan defineres for tre ulike romlige områder, for olje på sjøoverflaten, for olje i vannkolonnen og for olje på kyststripen. Et influensområde beregnes ved å legge alle de enkelte oljedriftene fra en simulering oppå hverandre, og trekke ut alle kartruter som har mer enn 5% sannsynlighet for å bli truffet av olje. Denne sannsynligheten er antall oljedrifter som treffer ruten dividert på det totale antall oljedrifter i simuleringen. Størrelsen på kartrutene er vanligvis  $2 \times 2$  km eller  $10 \times 10$  km. At en rute er truffet er definert ulikt for de tre influensområdene som brukes i denne rapporten, se nedenfor.

**INFLUENSOMRÅDE FOR OLJE PÅ SJØOVERFLATEN** Influensområdet til olje på sjøoverflaten består av alle kartruter som har mer olje på overflaten enn  $0,01$  tonn/km<sup>2</sup>, i mer enn 5% av enkeltsimuleringene. Denne grenseverdien representerer den antatt minste mengden olje som gir målbart tap av sjøfugl (Metode for Miljørettet Risikoanalyse, [OLF 2007](#)).

**INFLUENSOMRÅDE FOR OLJE I VANNKOLONNEN** Influensområdet for olje vannkolonnen består av alle kartruter som har høyere oljekonsentrasjon i vannsøylen enn 375 ppb, i mer enn 5% av enkeltsimuleringene. Denne grenseverdien representerer den antatt laveste konsentrasjonen av olje som er dødelig for fiskelarver ([DNV & SINTEF 2010](#)).

**INFLUENSOMRÅDE FOR OLJE AKKUMULERT PÅ LAND** Influensarealet for akkumulert olje på kystlinjen beregnes ved å summere arealet av alle kartruter med mer akkumulert olje på land enn  $0,01$  tonn/km kystlinje, i mer enn 5% av enkeltsimuleringene. Denne grenseverdien representerer den antatt minste mengden olje som kan gi målbar skade på kyststripen (Metode for Miljørettet Risikoanalyse, [OLF 2007](#)).

**AREAL AV INFLUENSOMRÅDER I FORHOLD TIL AREAL AV ENKELTOLJEDRIFTER** Det er viktig å være klar over at arealet til et influensområde ikke er det samme som arealet til noen av enkeltoljedriftene (oljeflak) i en stokastisk simulering. Siden de ulike oljedriftene er simulert for ulike tidsvinduer, med ulike vind- og strømforhold, så vil de kunne variere mye i areal og i romlig utstrekning. Arealet av influensområdet vil derfor kunne avvike mye fra arealene til de enkelte oljedriftene i simuleringen. To ytterpunkter er verd å kommentere. Simuleringer der de enkelte oljedriftene har store arealer og hvor disse arealene er moderat romlig spredt i forhold til hverandre vil kunne gi influensområder som har arealer mye større enn de enkelte oljedriftene. Motsatt er det for simuleringer der de enkelte oljedriftene har relativt små arealer og hvor disse arealene har stor romlig spredning i forhold til hverandre. I dette tilfellet kan influensområdet få et areal som er mindre enn arealet til noen av de enkelte oljedriftene. Dette

skyldes at arealet med mer enn 5 % sannsynlighet for treff vil bli gradvis mindre jo mer spredt oljedriftene er.

## D.2 BEREGNING AV PERSENTILER

Inngangsdataene til en stokastisk simulering inneholder stokastiske variable (se metodeavsnitt 3.1), derfor vil også dens utgangsdata være stokastiske variable. Dette betyr at dersom en stokastisk simulering består av  $n$  ulike enkeltsimuleringer, så vil den generere  $n$  sett av utgangsdata, ett sett for hver enkeltsimulering. For hver av disse enkeltsimuleringene kan vi beregne et knippe av deskriptive variable, som hver representerer en relevant egenskap ved oljeutslippet. Eksempler på slike deskriptive variable, blant mange andre, er sjøareal som er berørt av olje, tiden oljen bruker på å drive til land (drivtid) og strandet mengde vann-i-olje emulsjon. Dette betyr at man fra én stokastisk simulering kan produsere en *sannsynlighetsfordeling* av  $n$  ulike verdier for hver av de deskriptive variablene, noe som gjør også disse til stokastisk variable.

Sannsynlighetsfordelingene av verdier, en for hver av de ulike deskriptive variablene, forteller hvordan oljedrifter fra ett og samme utslippspunkt kan variere i egenskaper når man kombinerer variasjonen i alle inngangsdataene som er brukt. Disse fordelingene er derfor verdifulle når man skal tolke de stokastiske oljedriftssimuleringene, og informasjon fra disse fordelingene vil følgelig bli brukt i våre oljedriftrapporter. Imidlertid, siden  $n$  er et stort tall (typisk  $n = 500 - 10000$ ), så er det upraktisk å tabulere alle verdiene fra hver av disse fordelingene. En eller annen form for datareduksjon er nødvendig for å framstille hovedtrekkene fra fordelingene i en mer kompakt form. Percentiler er vanligvis brukt til dette formålet innen oljedriftanalyser, basert på retningslinjer fra Miljødirektoretet.

For en stokastisk variabel med  $n$  verdier i sin fordeling, så er en percentil ( $P_X$ ) den av disse verdiene som er større enn en viss prosentandel  $X$  av de andre verdiene. For eksempel, så er 5-percentilen ( $P_5$ ) for strandet mengde emulsjon den enkeltverdien, blant de  $n$  beregnede verdiene, som er større enn 5 % av de andre verdiene. I praksis beregner vi percentiler til en fordeling som beskrevet i det følgende. Sorter verdiene i fordelingen etter størrelse, fra minste til største verdi, der disse tallenes posisjon i den sorterte listen går fra hhv. 1 til  $n$ . 5-percentilen til fordelingen er det minste tallet i listen som har posisjonsnummer større enn  $n \times 5/100$ . Derfor, viss  $n = 100$ , så vil den sorterte listen inneholde 100 verdier, med posisjon fra 1 til 100. 5-percentilen vil da være verdien i posisjon 5. Tilsvarende, så vil 50-percentilen ( $P_{50}$ ) være verdien i posisjon 50, og 95-percentilen ( $P_{95}$ ) verdien i posisjon 95. De percentilene som brukes i denne rapporten er  $P_{50}$ ,  $P_{95}$ , og  $P_{100}$ .

### D.3 KONVERTERINGSTABELLER

**Tabell D.1:** Tabell for å konvertere fra (1) mengde olje i en  $10 \times 10$  km kartrute (tonn) til (2) prosentandelen av sjøfuglindivider i ruta som dør av oljeskade, for arter av sårbarhetsklasse S1, S2 og S3. Tabellen er hentet fra [OLF 2007](#) (tabell 3.7, s. 40), og kalles der for "Effekt-nøkkel for akutt dødelighet for sjøfugl".

Mengde	Sårbarhet		
	S1	S2	S3
tonn			
1–100	5%	10%	20%
100–500	10%	20%	40%
500–1000	20%	40%	60%
>1000	40%	60%	80%

**Tabell D.2:** Tabell for å konvertere fra (1) mengde (tonn) olje i en  $10 \times 10$  km kartrute til (2) prosentandelen av sjøpattedyrindivider i ruta som dør av oljeskade, for arter av sårbarhetsklasse S1, S2 og S3. Tabellen er hentet fra [OLF \(2007\)](#) (tabell 3.8, s. 40), og kalles der for "Effektnøkkel for akutt dødelighet for sjøpattedyr".

Mengde	Sårbarhet		
	S1	S2	S3
1–100	5%	15%	20%
100–500	10%	20%	35%
500–1000	15%	30%	50%
>1000	20%	40%	65%



**Tabell D.3:** Tabell for å konvertere fra (1) prosentvis reduksjon i en populasjon pga. oljeskade til (2) restitusjonstiden (år) for den samme populasjonen. Tabellen er hentet fra [OLF 2007](#) (Tabell 3-10, s. 42) der den kalles "Skadenøkkelen for sjøfugl/sjøpattedyr bestander med høy sårbarhet (S3)".

Restitusjonsklasse	Reduksjon (%)	Restitusjonstid (år)			
		0.1-1	1-3	3-10	>10
R3	1-5	50%	50%	...	...
	5-10	25%	50%	25%	...
	10-20	...	25%	50%	25%
	20-30	...	...	50%	50%
	> 30	...	...	...	100%

**Tabell D.4:** Tabell for å konvertere fra (1) prosentvis reduksjon i årklasserekruttering for gytebestanden av sild pga. oljeskade til (2) restitusjonstiden (år) for den samme gytebestanden. Tabellen er hentet fra [OLF 2008](#) (Tabell 8-5) der den kalles "Skadenøkkelen for gytebestand av sild basert på restitusjonstidsfordelinger ved ulike årklassetap (Basert på Tabell 8-4).

Tapsandel egg/larver (%)	Tapsandel årklasserekruttering								
	0 %	1 %	2 %	5 %	10 %	20 %	30 %	50 %	100 %
1 %	50 %	30 %	15 %	5 %	...	...	...	...	...
2 %	10 %	20 %	40 %	20 %	10 %	...	...	...	...
5 %	...	10 %	20 %	40 %	20 %	10 %	...	...	...
10 %	...	...	10 %	20 %	40 %	15 %	10 %	5 %	...
20 %	...	...	...	10 %	20 %	40 %	15 %	10 %	5 %
30 %	...	...	...	5 %	10 %	15 %	40 %	20 %	10 %
50 %	...	...	...	...	5 %	10 %	15 %	40 %	30 %

**Tabell D.5:** Tabell for å konvertere fra (1) prosentvis reduksjon i årklasserekrutering for gytebestanden av torsk pga. oljeskade til (2) restitusjonstiden (år) for den samme gytebestanden. Tabellen er hentet fra [OLF 2008](#) (Tabell 8-6) der den kalles "Skadenøkkelen for gytebestand av torsk basert på restitusjonstidsfordelinger ved ulike årklassetap.

Reduksjon (%)	Restitusjonstid (år)			
	0.1-1	1-3	3-10	>10
1-5	45 %	35 %	20 %	...
5-10	15 %	30 %	55 %	...
10-20	5 %	15 %	80 %	...
20-30	...	5 %	90 %	5 %
> 30	...	...	90 %	10 %

**Tabell D.6:** Tabell for å konvertere fra (1) prosentvis reduksjon i årklasserekrutering for gytebestanden av sild pga. oljeskade til (2) restitusjonstiden (år) for den samme gytebestanden. Tabellen er hentet fra [OLF 2008](#) (Tabell 8-5) der den kalles "Skadenøkkelen for gytebestand av sild basert på restitusjonstidsfordelinger ved ulike årklassetap (Basert på Tabell 8-4).

Reduksjon (%)	Restitusjonstid (år)			
	0.1-1	1-3	3-10	>10
1-5	60 %	40 %	...	...
5-10	35 %	40 %	25 %	...
10-20	20 %	25 %	50 %	5 %
20-30	10 %	25 %	40 %	25 %
> 30	...	10 %	30 %	60 %

**Tabell D.7:** Tabell for å konvertere fra (1) mengde olje som strander i en strandrute (tonn) til (2) restitusjonstiden (år) for den samme ruta. Hvert intervall av oljemengde konverteres til en prosentfordeling av restitusjonstider. Tabellen er hentet fra [OLF 2007](#) (tabell 3-9, s. 41) der den kalles "Skadenøkkel for kysthabitater med sårbarhet 1-3".

Sårbarhet	Mengde (tonn) pr 100 km <sup>2</sup>	Mindre 0.1–1 år	Moderat 1–3 år	Betydelig 3–10 år	Alvorlig > 10 år
S3	1–100	20 %	50 %	30 %	...
	100–500	10 %	60 %	20 %	10 %
	500–1000	...	20 %	50 %	30 %
	>1000	...	...	40 %	60 %
S2	1–100	60 %	40 %	...	...
	100–500	30 %	60 %	10 %	...
	500–1000	10 %	60 %	30 %	...
	>1000	...	40 %	50 %	10 %
S1	1–100	80 %	20 %	...	...
	100–500	60 %	40 %	...	...
	500–1000	40 %	50 %	10 %	...
	>1000	20 %	40 %	40 %	...

**Tabell D.8:** Sårbarhetsindeks for strand-kartruter av ulik bølgeksponeering, der "1" angir laveste sårbarhet. Tabellen er hentet fra [OLF 2007](#) (tabell på s. C-3). I dette studiet er det benyttet en sårbarhetsindeks "3" for ruter der sårbarheten er ukjent. I MIRA er sårbarhetsindeksen for slike ruter foreslått å settes til "1".

Strandtype	Sårbarhetsgrad	
	Bølgeksponeering	
	Høy	Lav
Blokkstrand	1	3
Klippe	1	1
Leire/Strandeng	3	3
Menneskeskapt	1	1
Sanddyne	2	2
Sandstrand	1	2
Steinstrand	2	3
Svaberg	1	2

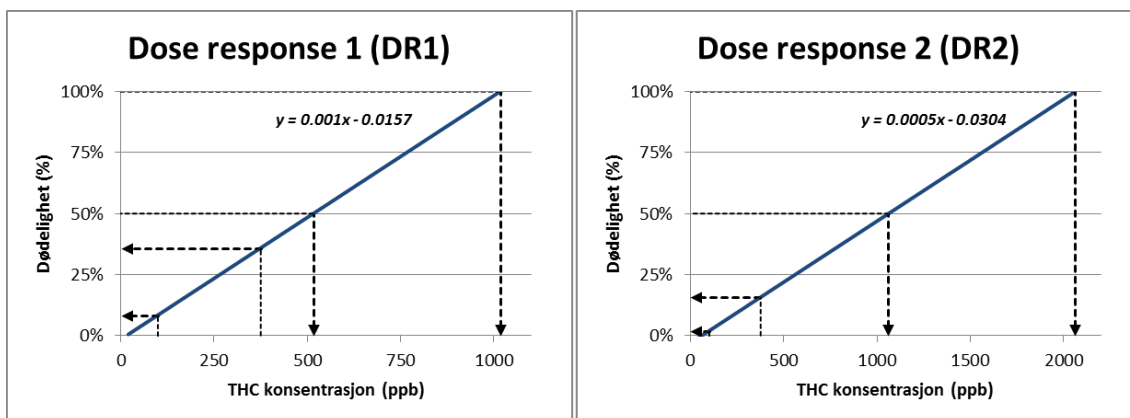
### D.3.1 SKADELIG OLJEKONSENTRASJON FOR FISKELARVER

**EFFEKTKONSENTRASJON FOR OLJE OG FISK** Giftigheten til olje (og andre stoffer) uttrykkes ofte som en effektkonsentrasjon, dvs. den konsentrasjonen av olje som medfører en definert effekt på fiskeegg og -larver. Måles effekt i dødelighet oppgis giftigheten ofte som LCX ("lethal concentration") og ellers som ECX ("effect concentration"), der X'en angir hvor stor andel (f.eks. 5%, 50%, 100%) av forsøksorganismene som forventes å dø eller påvirkes ved en gitt konsentrasjon av stoffet. Verdiene utarbeides som regel fra laboratorieforsøk.

Det er ikke etablert en bransjestandard for giftighet av olje for bruk i miljørisikoanalyser. I arbeidet med MIRA for fisk utført av DNV, Havforskningsinstituttet og Universitetet i Oslo i regi av OLF ble det utarbeidet to «dose-responskurver» (DR1 og DR2) som grunnlag for beregning av tapsandeler av fiskeegg og -larver (OLF 2008). Dose-responskurvene fra studiet er presentert i Figur 12. Stigningstallet og konstantleddet er oppgitt med tre eller fire desimaler noe som resulterer i at dose-respons kurvene i Figur 12 er noe forskjellig fra originalrapporten (OLF 2008). Den mest konservative dose-respons kurven (DR1) har startpunkt på 50 ppb, som gir 1% dødelighet, og går opp til 1000 ppb som gir 100% dødelighet. Den minst konservative dose-respons kurven (DR2) har startpunkt på 100 ppb, som gir 1% dødelighet og går opp til 2000 ppb som gir 100% dødelighet.

De stiplede linjene i figuren viser to vanlige bruksmåter; hhv. *forward* og *inverse*. I forward bruksmåte kan kurven benyttes til å vurdere risikoen for at et egg eller en larve vil dø ved en gitt konsentrasjon, dvs. X'en i LC. Tar man utgangspunkt i den mest konservative dose-respons kurven (DR1) og en konsentrasjon på 100 og 375 ppb er det forventet at hhv. 8% og 36% av eggene eller larvene som blir eksponert vil dø, dvs. LC8 = 100 ppb og LC36 = 375 ppb. I inverse bruksmåte kan kurven benyttes til å beregne LC verdier for gitte grenseverdier, for eksempel vil LC50 og LC100 være hhv. 516 ppb og 1061 ppb for DR1 og 1016 ppb og 2061 ppb for DR2.

I forbindelse med oppdatering av forvaltningsplanene for Barentshavet og områdene utenfor Lofoten ble det konkludert med en EC50 verdi på 2,5 TPAH (total mengde polyaromatiske hydrokarboner) for torsk og sildelarver (DNV & SINTEF 2010). Underlaget for verdien er en gjennomgang av litteratur i forsøk der larver av sild eller torsk er eksponert for oljekomponenter i vann. Verdien kan derfor ikke uten videre generaliseres til andre arter. TPAH er den vanligste måten å angi grenseverdier for spesifikke virkninger av oljekomponenter. Forholdet mellom TPAH og THC avhenger av oljetype og graden av forvitring. Det ble utarbeidet en "nøkkel" som gjør det mulig å estimere TCH fra TPAH og omvendt. Nøkkelen viser at en EC50 verdi på 2,5 TPAH tilsvarer en EC50 verdi for THC på 375 ppb. Nøkkelen har ikke generell gyldighet, men representerer Balder råolje og andre råoljer med lignende sammensetning og egenskaper (DNV & SINTEF 2010). Dette studiet resulterte dermed i betraktlig lavere grenseverdier for THC enn studiet gjengitt over (se figur D.1).



**Figur D.1:** Dose-respons kurver som grunnlag for beregning av tapsandeler av fiskeegg og -larver. Kurvene er laget fra den lineære regresjonslinjen gitt i (OLF 2008). Stigningstallet og konstantleddet er gitt med tre desimaler noe som gjør at dose-respons kurvene i figuren er noe mer konservative enn i originalrapporten.

Vikebø et al. (2013) oppsummerte resultater fra flere laboratorieforsøk og konkluderte med en dødelig effekt for TPAH-konsentrasjoner over 1,0 ppb og kronisk effekt for TPAH-konsentrasjoner over 0,1 ppb. Disse grenseverdiene er benyttet i flere studier utført i regi av Havforskningsinstituttet (for eksempel Grøsvik et al. 2014; Vikebø et al. 2015). Benytter man nøkkelen for Balder råolje tilsvarer 1,0 TPAH en LC100 verdi for THC på 151 ppb.

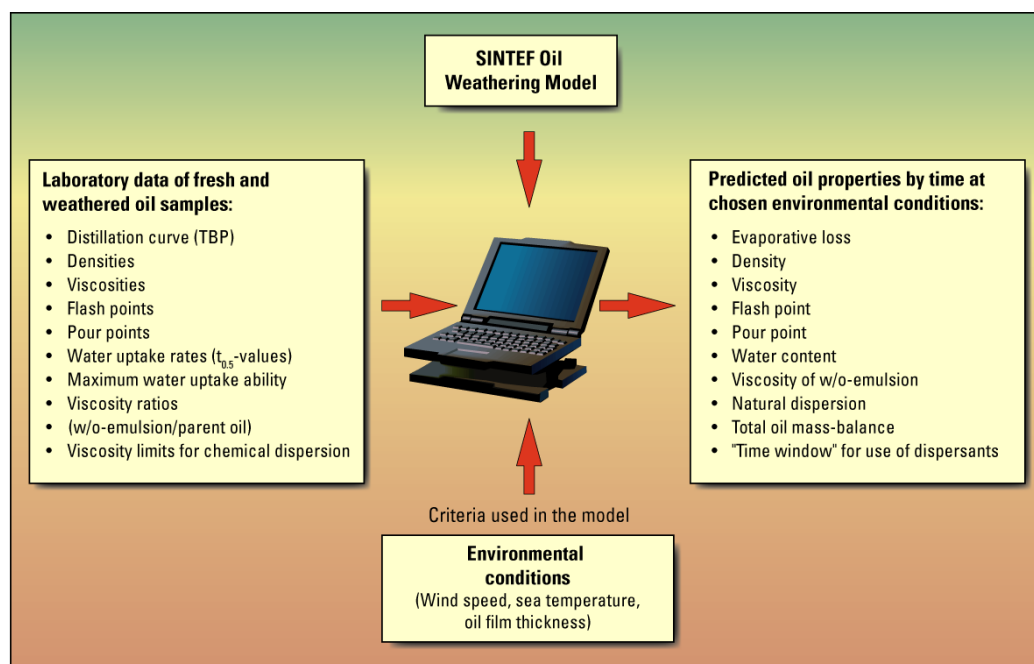
I miljørisikoanalysen for fisk i dette studiet er det benyttet en LC100 verdi på 100 ppb THC. Dette betyr at man antar at alle (100%) fiskelarver og -egg som eksponeres for THC konsentrasjoner over 100 ppb dør. Basert på tilgjengelig data for gyteprodukter til fisk anses denne verdien å være konservativ.

## E VEDLEGG FRA STATOIL ASA

### E.1 FORVITRINGSMODELL (OWM) AV GRANE BLEND

## 1 Prediksjon av forvitringsegenskaper ved bruk av Oil Weathering Model

Oil Weathering Model (OWM) er en del av MEMW-pakken fra Sintef (som også inkluderer Oscar som brukes til oljedriftsimuleringer). OWM simulerer forvitringsegenskaper til oljer ved å bruke laboratoriedata for den gitte oljen, vist i Figur 1-1 nedenfor.



handboker/gratisk/fig-eng/model-col-eng.ai

Figur 1-1 Input og Output til Oil Weathering Model

Parametrene som analyseres og legges inn i Oil Weathering Model er:

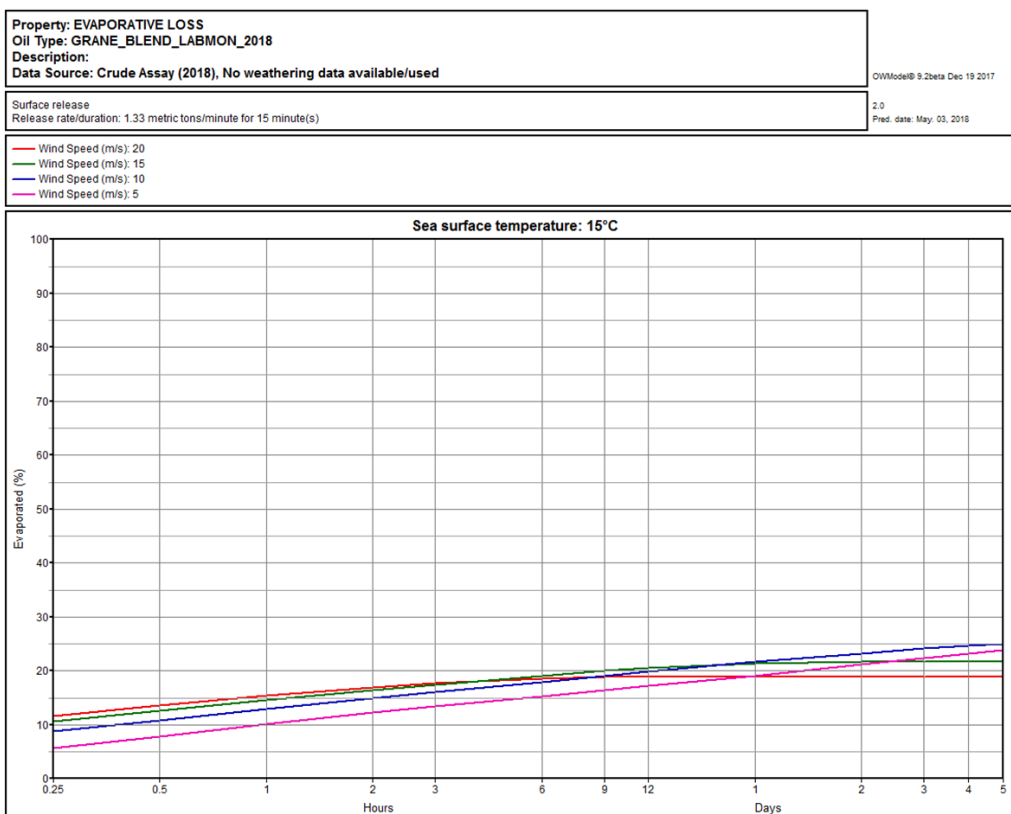
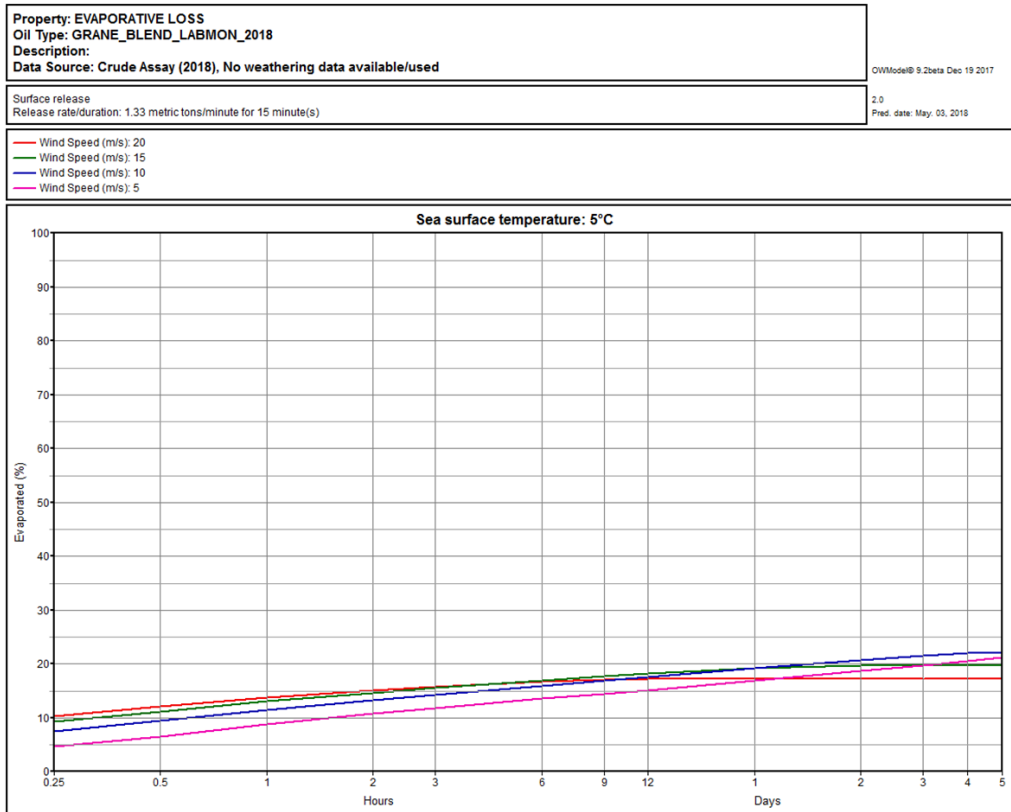
- Tetthet
- Stivnepunkt (Pour point)
- Flammepunkt (Flash Point)
- Viskositet ved 13°C
- Voksinnhold
- Asfalteninnhold
- Kokepunktcurve

## 2 Oljetypen Grane Blend

Til oljedriftberegningene for Grane oljerør er det benyttet en Grane Blend bestående av ca 40 % olje fra Edvard Grieg, 10 % olje fra Ivar Aasen, 15 % olje fra Svalin og 35 % olje fra Grane. Dette er en typisk, representativ blend av oljene som fraktes i Grane oljerør. Prøven ble tatt på Sture 27.08.2017 og oljen ble analysert på Mongstad i desember 2017. Resultatene fra denne analysen ble lagt inn i Oil Weathering Model for beregning av forvitringsegenskaper. Resultatene ble også benyttet som inputdata til OSCAR for oljedriftberegninger. Et utvalg av grafer fra Oil Weathering Model som viser forvitringsegenskapene er vist fortløpende. Analyserapporten fra Mongstad er vedlagt.

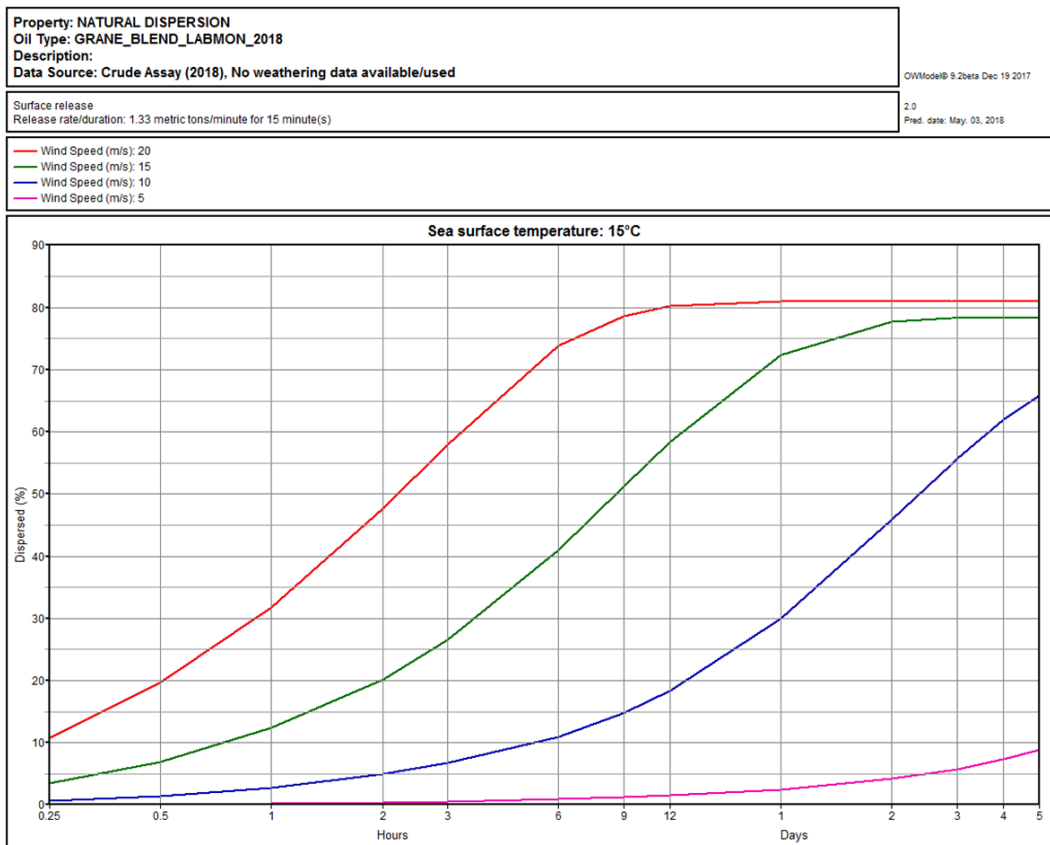
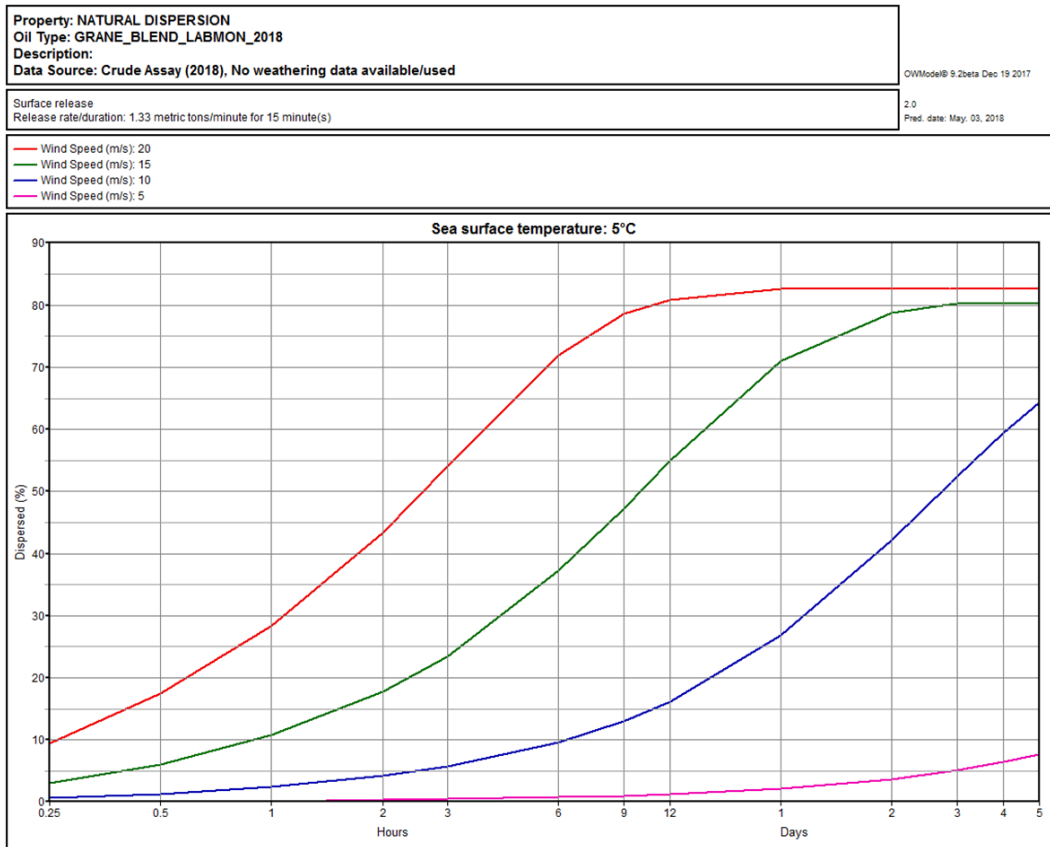
### 3 Grafer som viser forvitringsegenskapene til Grane Blend

#### 3.1 Avdampning 5°C og 15°C

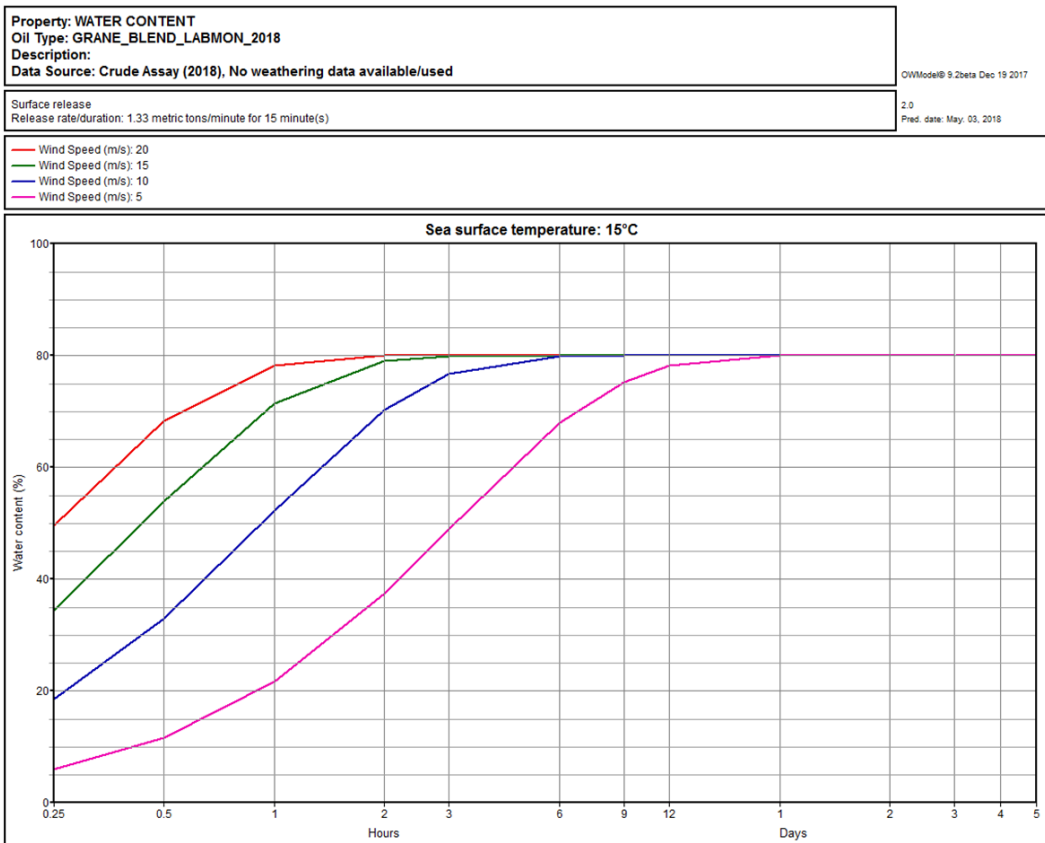
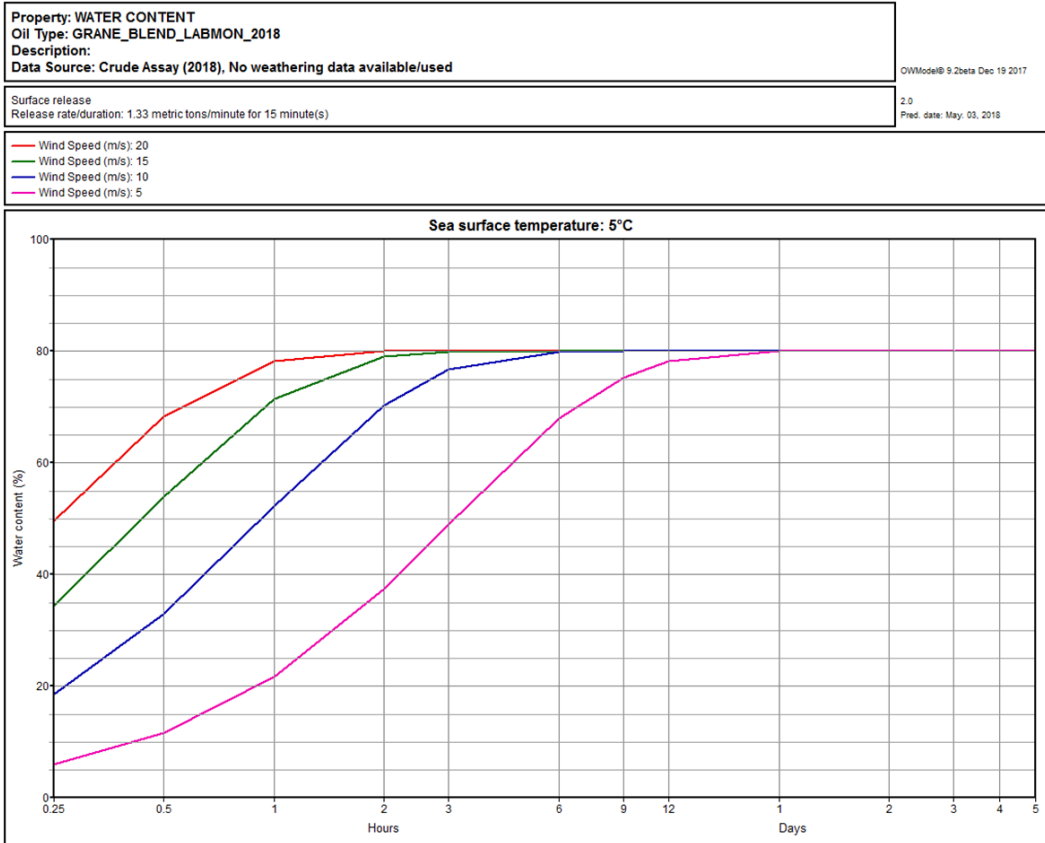




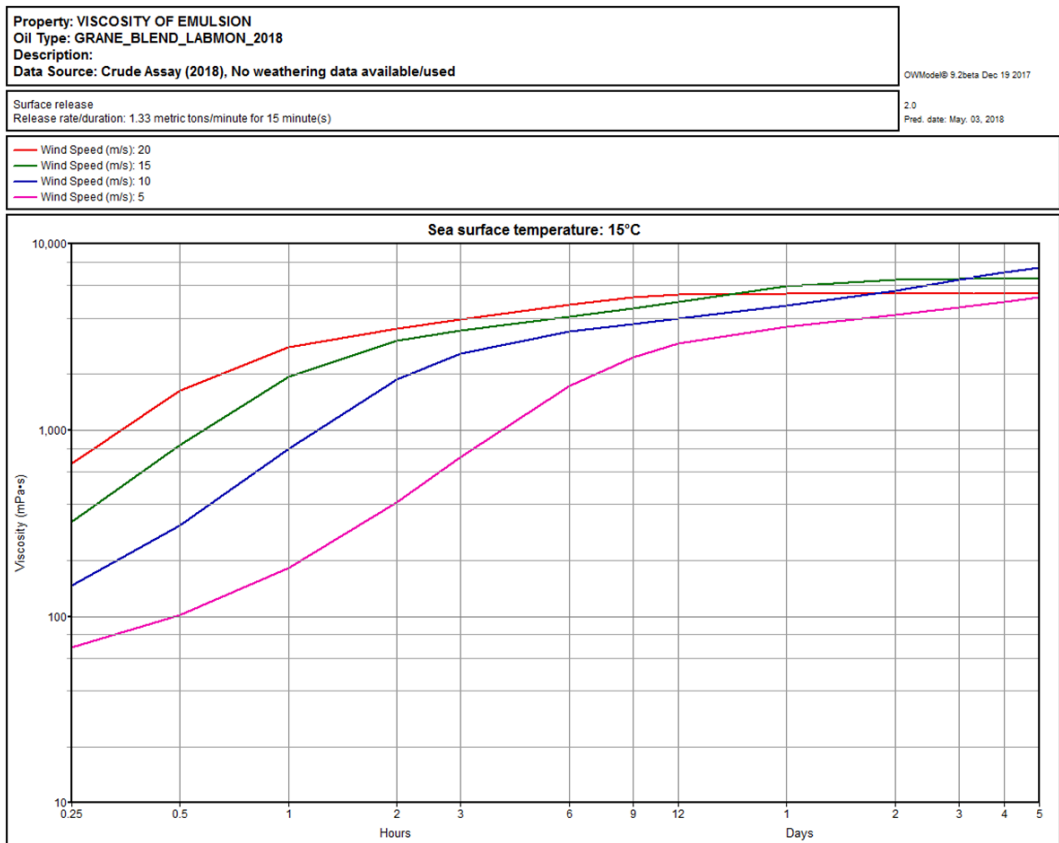
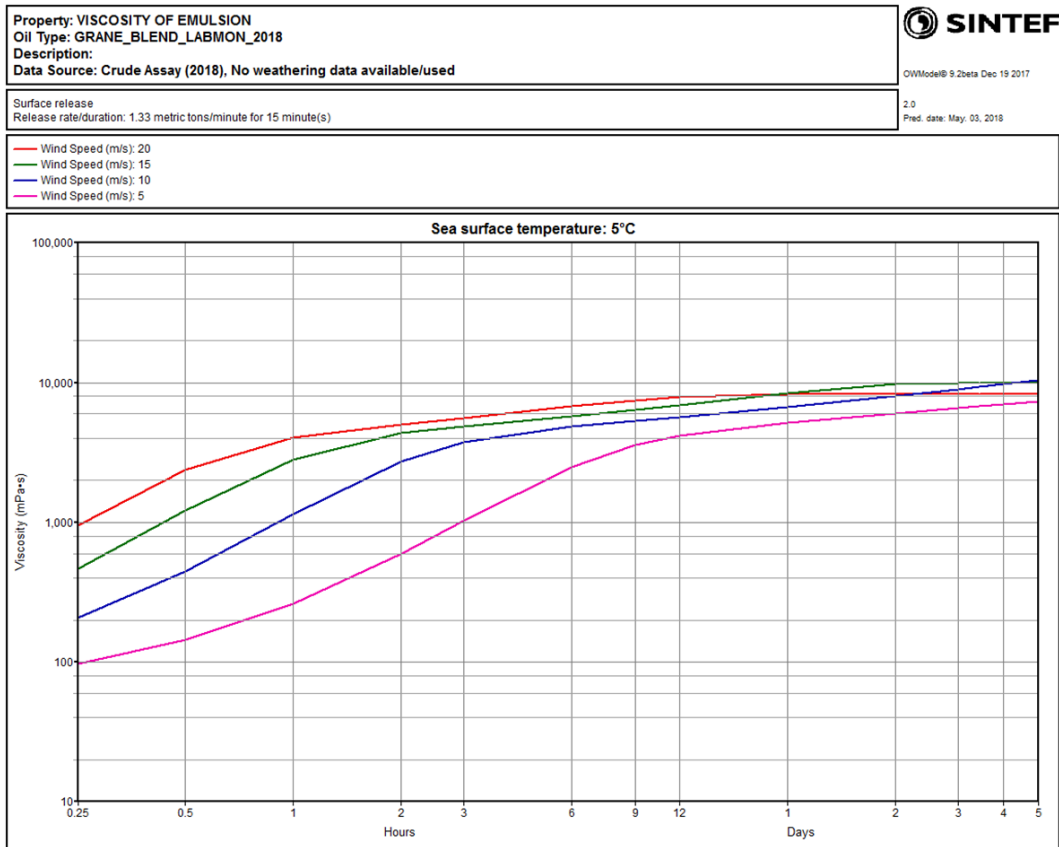
### 3.2 Naturlig dispergering 5°C og 15°C



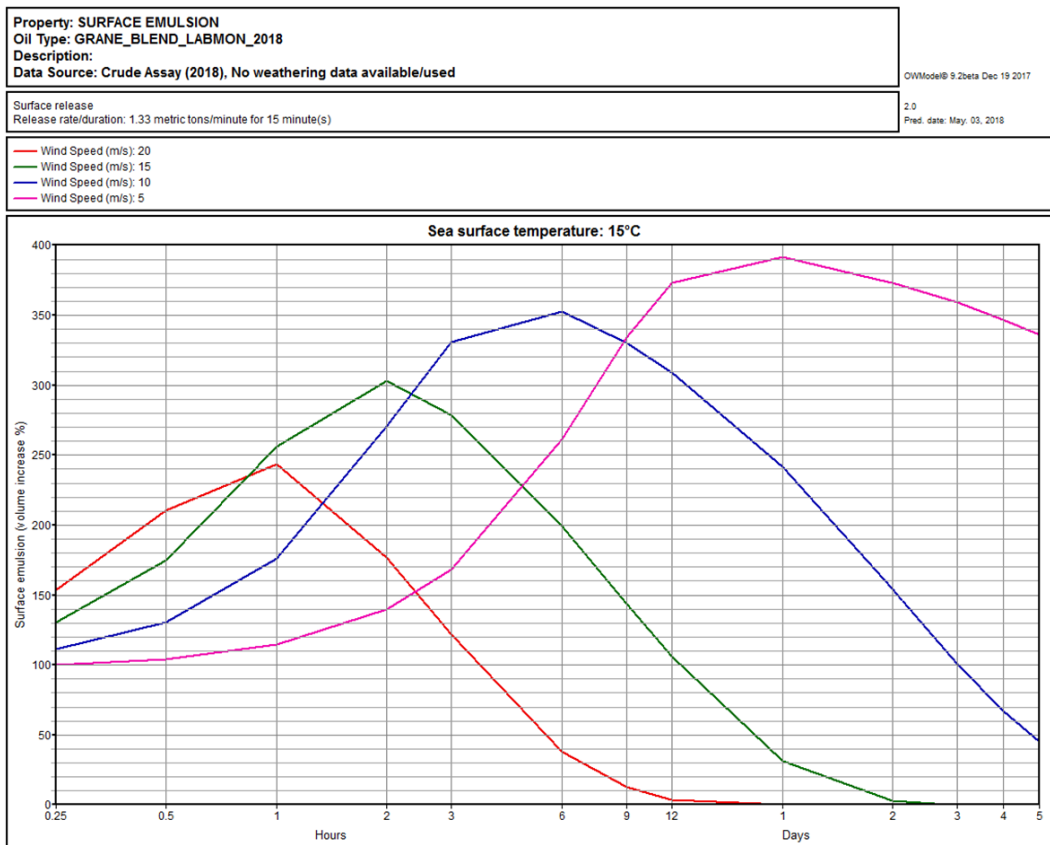
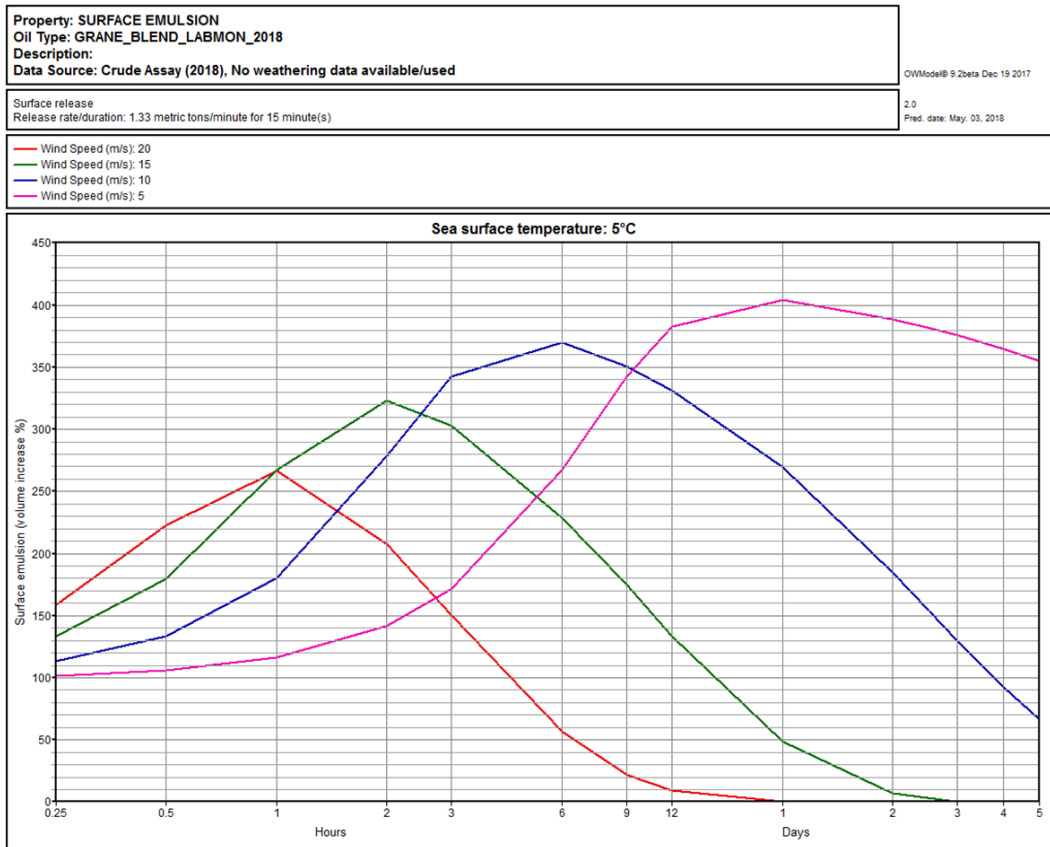
### 3.3 Vannopptak 5°C og 15°C



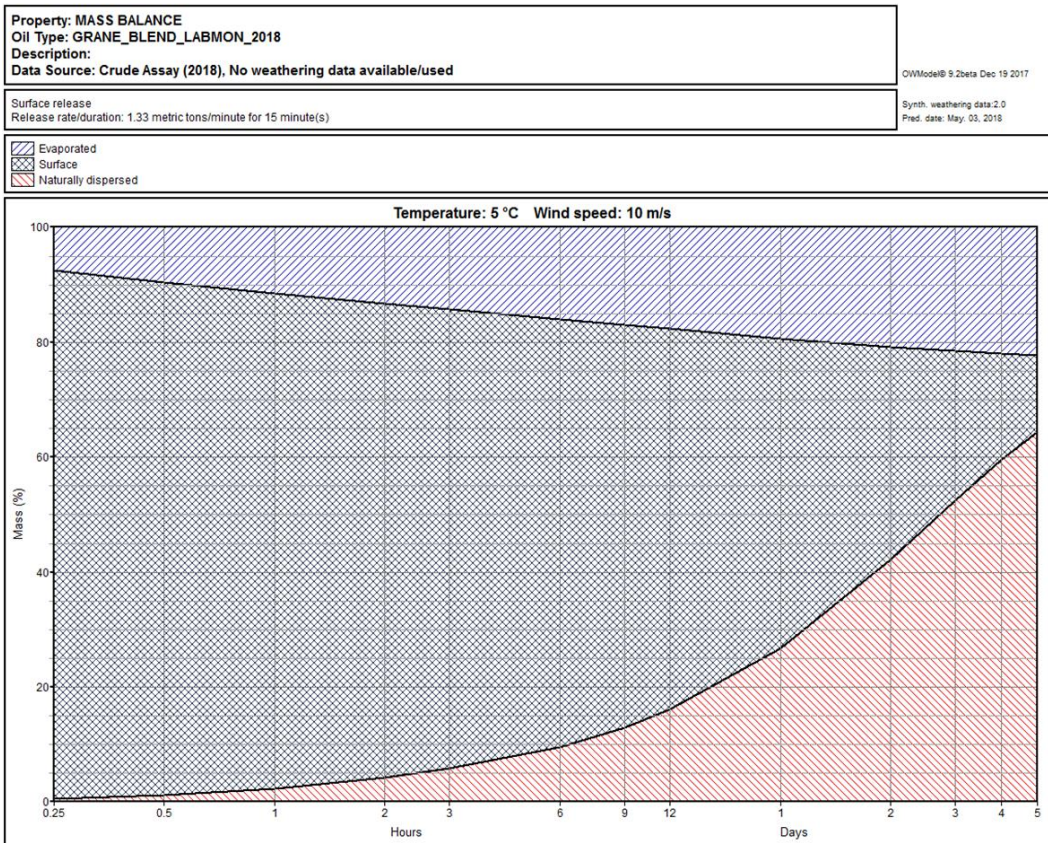
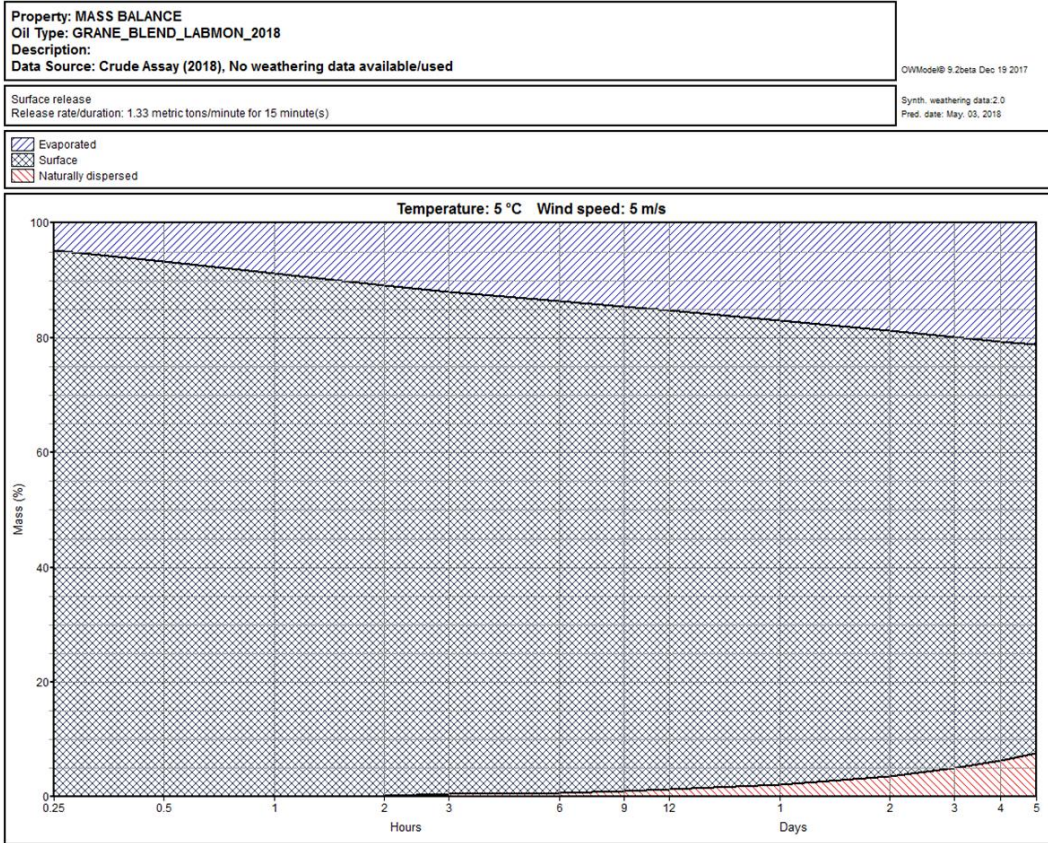
### 3.4 Viskositet av emulsjon 5°C og 15°C



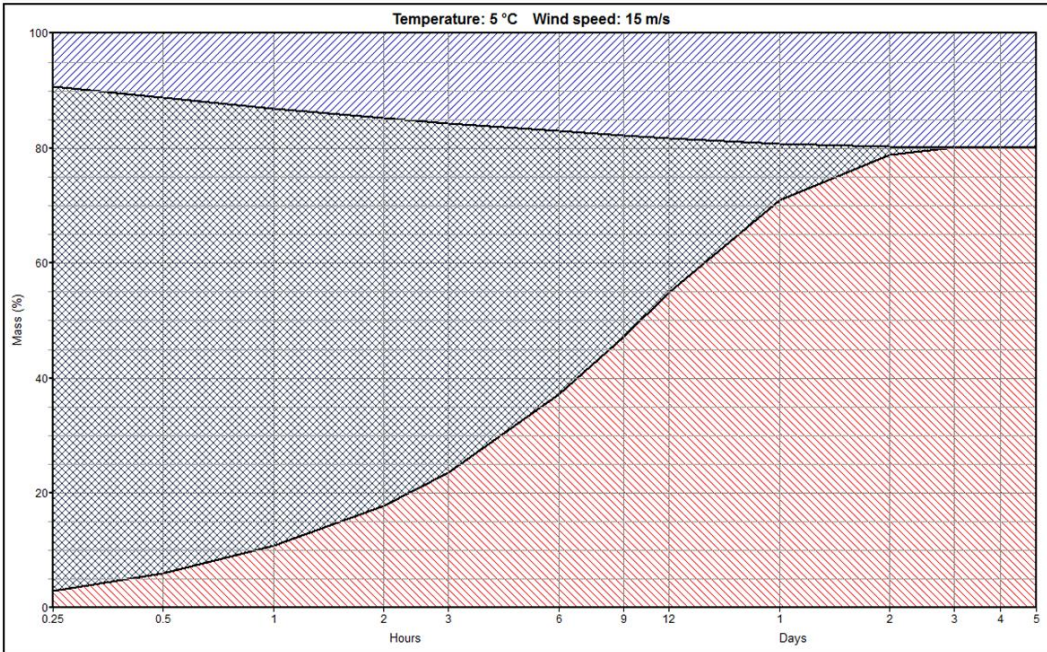
### 3.5 Mengde emulsjon på sjø 5°C og 15°C



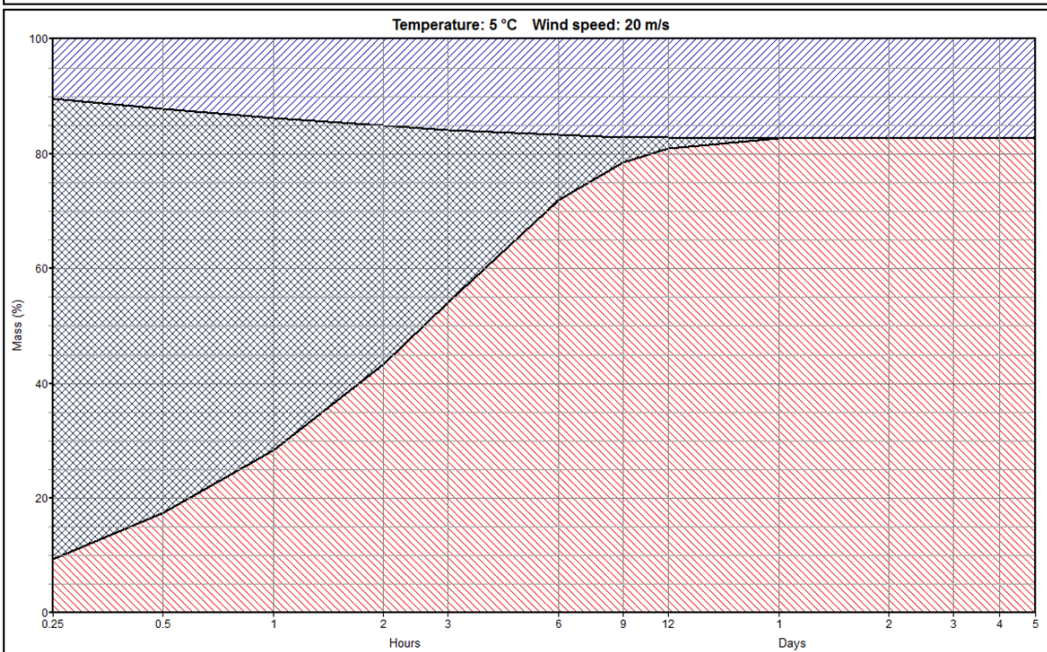
### 3.6 Massebalanse 5°C



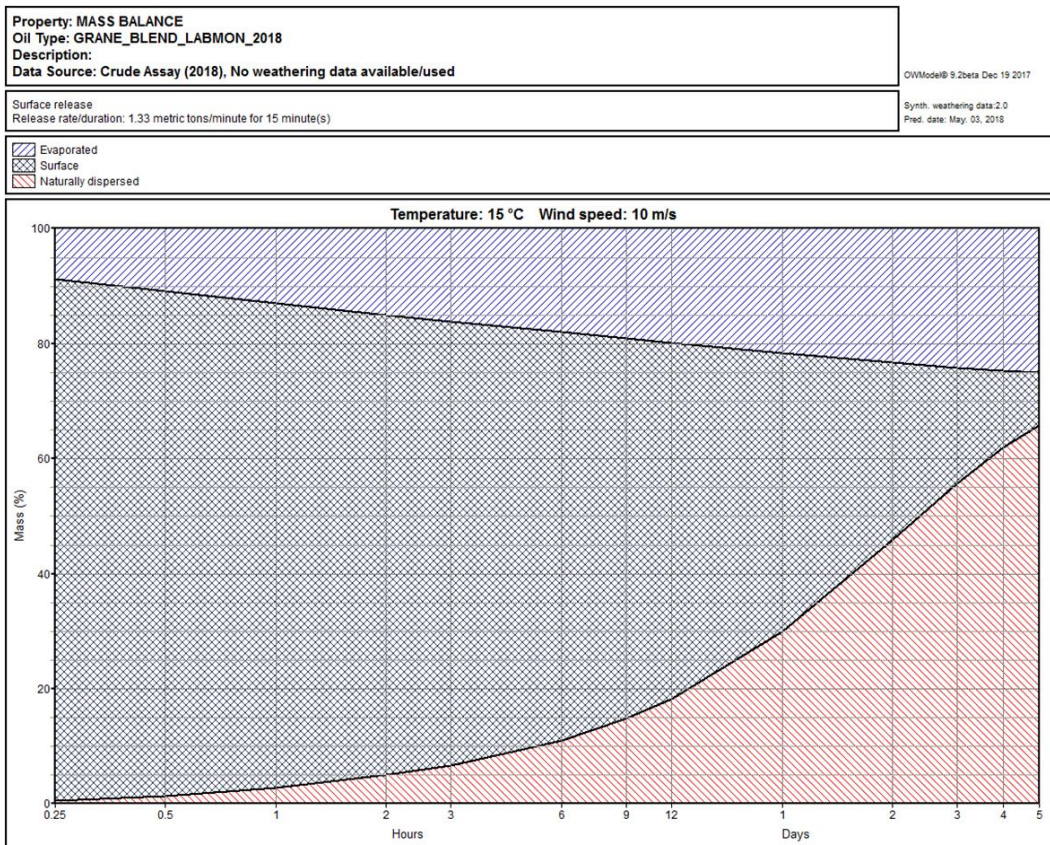
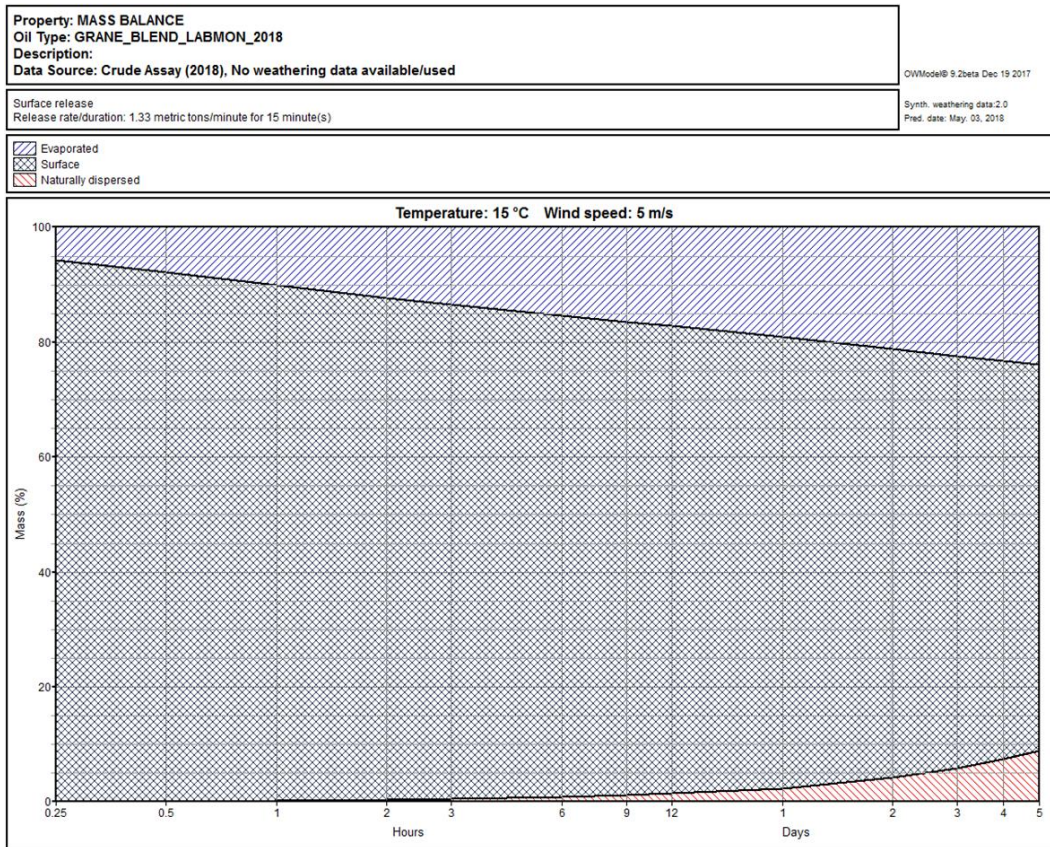
<b>Property:</b> MASS BALANCE <b>Oil Type:</b> GRANE_BLEND_LABMON_2018 <b>Description:</b> <b>Data Source:</b> Crude Assay (2018). No weathering data available/used	OWMModel@ 9.2beta Dec 19 2017
<b>Surface release</b> Release rate/duration: 1.33 metric tons/minute for 15 minute(s)	Synth. weathering data:2.0 Pred. date: May 03, 2018
Evaporated Surface Naturally dispersed	



<b>Property:</b> MASS BALANCE <b>Oil Type:</b> GRANE_BLEND_LABMON_2018 <b>Description:</b> <b>Data Source:</b> Crude Assay (2018). No weathering data available/used	OWMModel@ 9.2beta Dec 19 2017
<b>Surface release</b> Release rate/duration: 1.33 metric tons/minute for 15 minute(s)	Synth. weathering data:2.0 Pred. date: May 03, 2018
Evaporated Surface Naturally dispersed	



### 3.7 Massebalanse 15°C



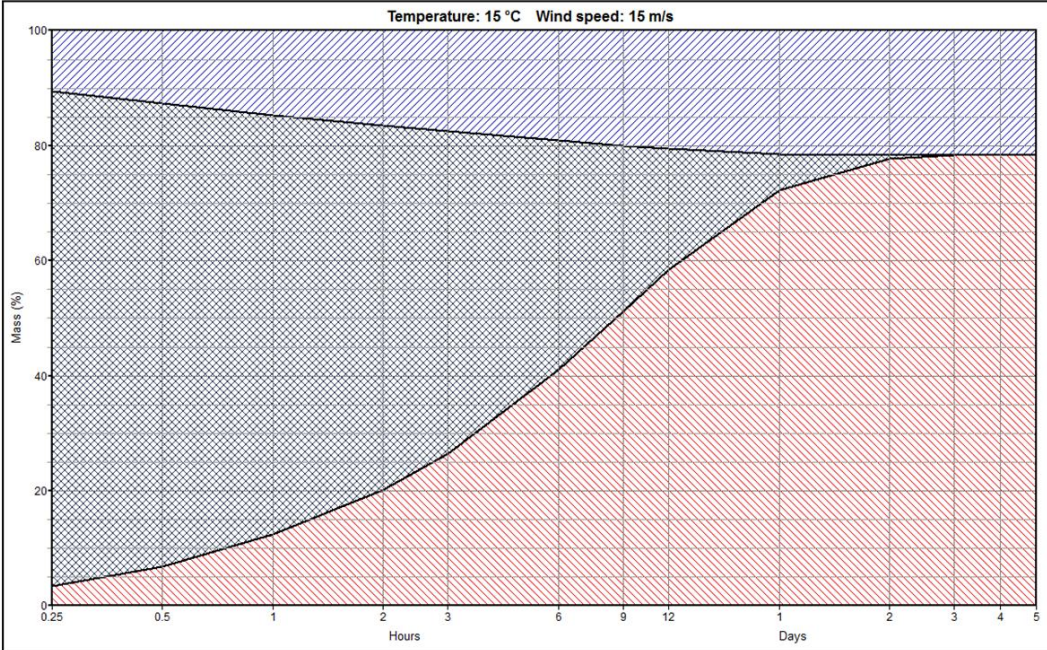
Property: MASS BALANCE  
 Oil Type: GRANE\_BLEND\_LABMON\_2018  
 Description:  
 Data Source: Crude Assay (2018), No weathering data available/used

OWModel@ 9.2beta Dec 19 2017

Surface release  
 Release rate/duration: 1.33 metric tons/minute for 15 minute(s)

Synth. weathering data:2.0  
 Pred. date: May 03, 2018

Evaporated  
 Surface  
 Naturally dispersed



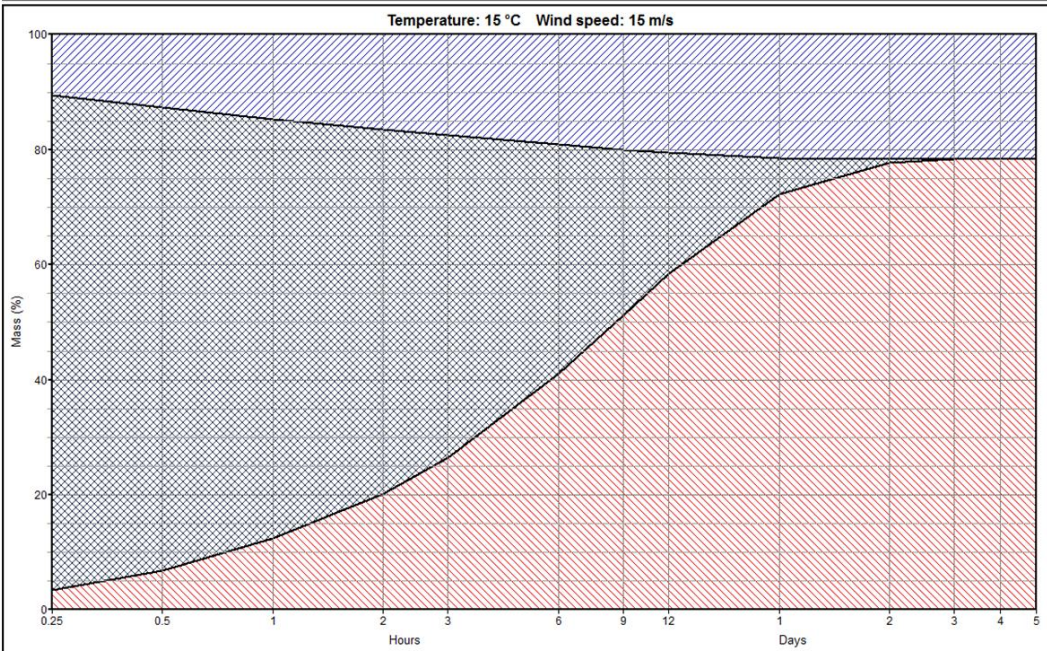
Property: MASS BALANCE  
 Oil Type: GRANE\_BLEND\_LABMON\_2018  
 Description:  
 Data Source: Crude Assay (2018), No weathering data available/used

OWModel@ 9.2beta Dec 19 2017

Surface release  
 Release rate/duration: 1.33 metric tons/minute for 15 minute(s)

Synth. weathering data:2.0  
 Pred. date: May 03, 2018

Evaporated  
 Surface  
 Naturally dispersed





## E.2 GRANE BLEND FORVITRINGSSTUDIE

**Rapport nr: 120-0013**

**Dato: 10.01.18**

**Registrert: 19.12.17**

Kunde: FT SST ERO  
Attn.: Øystein Rantrud  
WBS: 23873055 – Act 0020

## **Grane Blend: Forvitringsstudie**

Prøve: Grane Blend tatt på Sture 27.08.2017 ( inneholder olje fra Ivar Åsen og Edvard Grieg)  
Cargo no./skip: 20170841/ NS Burgas

**Reported by:**



Britt Steine

**Forvitningsstudie Grane Blend**

Property	Method	Unit	Result
Density	D-5002	kg/L	0.8897
Flash point	ISO13736	°C	< 8
Pour point	D-5950	°C	-3
Wax content - Total	In house modified UOP 460	weight%	6.9
Wax content - Cleaned	In house modified UOP 460	weight%	3.0
Viscosity 5°C	Sher rate 10 <sup>-1</sup>	cP	70.7
Viscosity 15°C	Sher rate 10 <sup>-1</sup>	cP	30.3
Viscosity 5°C	Sher rate 100 <sup>-1</sup>	cP	68.5
Viscosity 15°C	Sher rate 100 <sup>-1</sup>	cP	30.4
Asphaltene content	IP-143	weight%	0.75

\* Flammepunkt: Kjølt ned inntil voksutfelling starter og hindrer homogenisering. Flash på første dipp.

\*\* Analyse av viskositet er utført ved R&T på Rotvoll av Marte Bjørnsdotter, hennes kommentarer til målinger utført:

Disse prøvene er varmet til 40°C for å fjerne reologisk historikk i prøven, avkjølt til romtemperatur, og deretter avkjølt i reometeret med 0,2°/min fra 20°C til gitt temperatur uten omrøring. Deretter er det målt på gitt skjærrate i 60 minutter. Prøven får hvile i reometeret uten omrøring i 15 minutter før målingen gjentas på samme prøve, til sammen tre målinger per prøve.

Rapport nr: **120-0013**  
 Dato: **10.01.18**

## Grane Blend

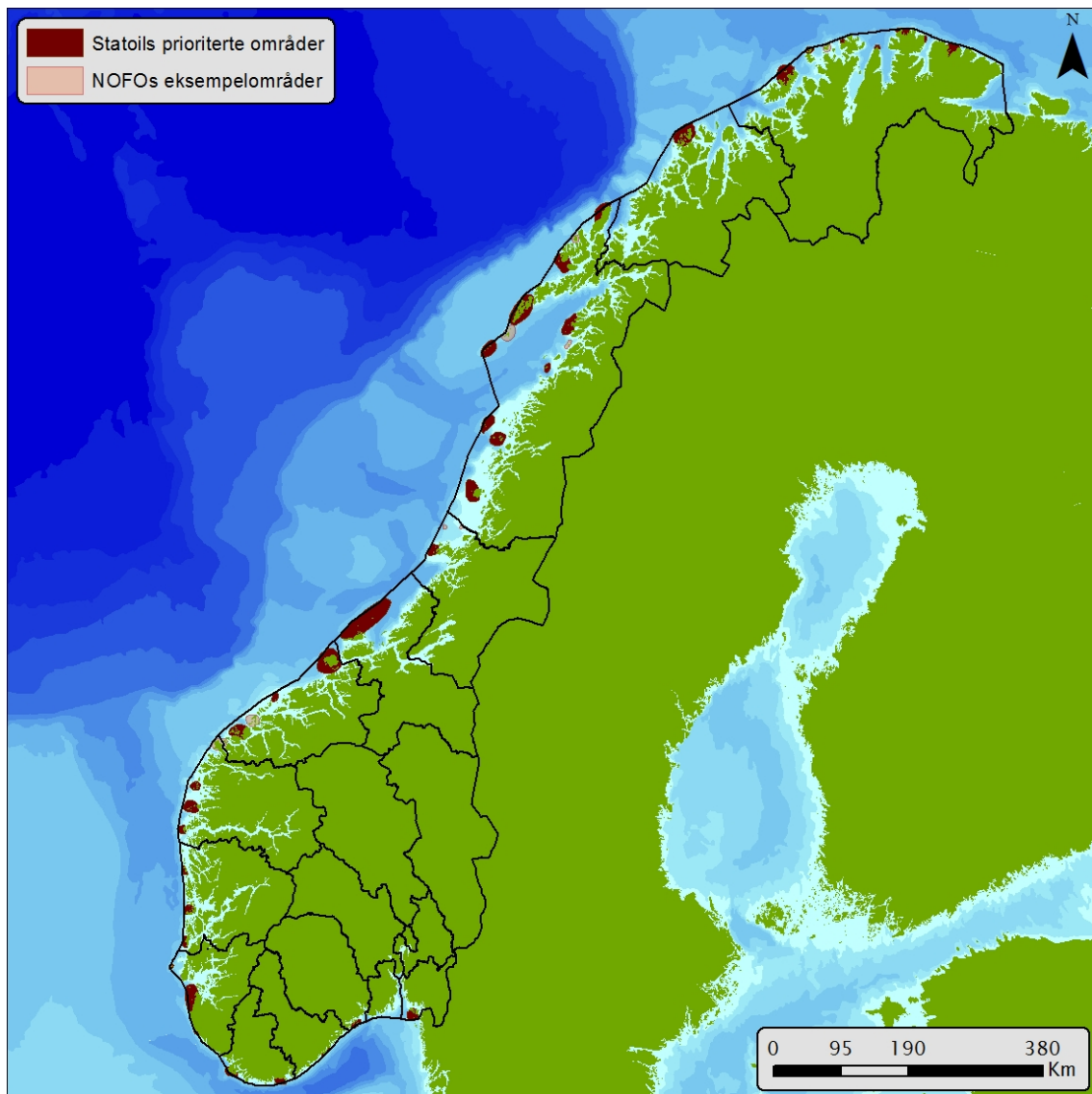
Fraction	% of crude oil	% Cumulative	Boiling Point
	(mass)	(mass)	(°C)
Gas	1.37	1.37	
C5	1.26	2.63	36.5
C6	1.42	4.04	69.2
C7	2.66	6.70	98.9
C8	3.51	10.21	126.1
C9	2.52	12.74	151.3
C10	2.57	15.30	174.6
C11	2.51	17.82	196.4
C12	2.75	20.57	217.2
C13	3.15	23.72	235.9
C14	3.47	27.20	253.9
C15	3.66	30.85	271.1
C16	3.03	33.89	287.3
C17	3.58	37.47	303.0
C18	3.15	40.62	317.0
C19	2.93	43.56	331.0
C20	2.57	46.13	344
C21	2.95	49.07	357
C22	2.56	51.64	369
C23	2.17	53.80	381
C24	1.69	55.49	391
C25	2.21	57.70	402
C26	2.05	59.75	412
C27	2.38	62.13	423
C28	1.69	63.82	431
C29	2.07	65.89	441
C30	1.52	67.41	449
C31	1.53	68.94	457
C32	1.63	70.57	466
C33	1.44	72.01	474
C34	1.23	73.24	481
C35	1.30	74.54	489
C36	1.11	75.65	496
C37	1.01	76.66	502
C38	1.14	77.80	509
C39	1.04	78.84	516
C40	0.87	79.70	522
C41-45	4.03	83.74	551
C46-50	3.02	86.75	575
C51-55	2.40	89.15	596
C56-60	2.00	91.16	615
C61-65	1.65	92.81	632
C66-70	1.39	94.20	647
C71-75	1.23	95.43	661
C76-80	1.04	96.47	675
C81-85	0.90	97.37	688
C86-90	0.88	98.24	700
C91-95	0.76	99.01	710
C96-100	0.70	99.71	720
C100+	0.29	100.00	720+

The sample is analysed according to IP/PM-CF 98

The sample is analysed with and without an internal standard and the residual fraction (>C100, 720 °C) is calculated.

Wt-% distilled	
IBP	-12
5%	80
10%	124
20%	213
30%	267
40%	314
50%	361
60%	413
70%	463
80%	524
90%	588
95%	642
FBP	716

### E.3 KART OVER STATOILS PRIORITERTE OMRÅDER



**Figur E.1:** Oversikt over Statoils 36 prioriterte områder (vist i mørk brun) og NOFO eksempelområder (vist i lysere nyanse).