

Miljørettet beredskapsanalyse - Snøhvit:

Rapport til STATOIL ASA

Rapport no.: 2006-1627

Rev 1,

22 februar 2007

Miljørettet beredskapsanalyse - Snøhvit

for

STATOIL ASA

4035 STAVANGER
NORWAY

Kontaktperson:

DET NORSKE VERITAS AS
Veritasveien 1
1322 Høvik
Tel: +47 67 57 99 00
Fax: +47 67 57 99 11
Registrert i Norge
NO 945 748 931 MVA

Rapport nr.: 2006-1627

Emnegruppe:
Miljørettet
beredskapsanalyse

Utarbeidet av:

Navn og stilling

Ole Kristian Sollie, Senior Consultant
Geir Morten Skeie, Principal
Consultant
Anders Rudberg, Principal Specialist

Signatur

Verifisert av:

Navn og stilling

Line Sverdrup, Senior Consultant

Signatur

Godkjent av:

Navn og stilling

Tor Jensen, Business Development
Leader

Signatur

Ustedelsesdato: 22 februar 2007

Prosjekt nr: 65218134

** Vennligst bruk Prosjekt nr som referanse i all korrespondanse med DNV*

- ☒ Ingen distribusjon uten tillatelse fra oppdragsgiver eller ansvarlig organisasjonsenhet (forøvrig, fri distribusjon for internt bruk innen DNV etter 3 år)
- ☐ Ingen distribusjon uten tillatelse fra oppdragsgiver eller ansvarlig organisasjonsenhet
- ☐ Strengt konfidensiell
- ☐ Fri distribusjon

Alle opphavsrettigheter tilhører Det Norske Veritas AS. Det er ikke tillatt å reproducere eller overføre denne publikasjonen eller deler av denne i noen form eller på noen måte, inkludert kopiering, nedtegning og opptak, uten at man på forhånd har fått skriftlig samtykke fra Det Norske Veritas AS.

Innhold

1.0	Introduksjon.....	1
2.0	Definisjoner og forkortelser	2
3.0	Beredskapsetablering	4
3.1	Myndighetskrav	4
3.2	Beredskapsstrategi på norsk kontinentalsokkel.....	4
3.3	Dimensjonering av beredskap mot akutt forurensning	4
3.4	Forutsetninger for dimensjonering	5
3.4.1	Hav	5
3.4.2	Kyst og strand.....	5
3.4.3	Oljevernorganisasjon	6
3.5	Anvendte data og verktøy.....	6
4.0	Aktivitetsbeskrivelse.....	6
4.1	Definerte fare- og ulykkeshendelser (DFU)	7
5.0	Resultater fra oljedriftsberegningene.....	7
5.1	Metode	7
5.2	Utslippsscenarioer	8
5.3	Beskrivelse av hydrokarbontype.....	8
5.4	Resultater – Oljedrift.....	9
5.5	Eksempelområder for oljevernberedskapen i kyst- og strandsone	11
6.0	Oljeblandingens forvitringsegenskaper og beredskapsetablering.....	12
7.0	Bekjempelsesstrategier	15
7.1	Utslipp av "Snøhvit blend" ved vindstyrker < 2 m/s.....	15
7.2	Utslipp av "Snøhvit blend" ved vindstyrker 5 m/s.....	15
7.3	Utslipp av "Snøhvit blend" ved vindstyrker => 10 m/s.....	15
8.0	Oljedriftsstatistikk og valg av dimensjonerende scenarier	16
8.1	Vurdering av bruk av rate og forventet varighet i beredskapsanalysen	18
9.0	Tiltaksalternativer.....	20
10.0	Vurdering av effekt av tiltaksalternativene 1-3	21
10.1	Dimensjonerende scenario med hensyn på kapasitet/omfang av beredskap.	22
10.2	Dimensjonerende scenario med hensyn til responstid	26
10.3	Illustrerende scenario med hensyn på berørt strandareal	28
10.4	Illustrerende scenario med hensyn på miljørisiko på åpent hav	31
11.0	Vurdering fra oljedriftsmodellering av kondensat.....	34
11.1	Bekjempelsesstrategi ved utslipp av ustabilisert Snøhvit kondensat.....	34
12.0	Sammenligning av tiltaksalternativene	35
12.1	Vurdering av behov i barriere 3 og 4	35
13.0	Anbefalt beredskapsløsning	36
14.0	Sammenligning med tidligere boringer på Snøhvit.....	37

15.0	Referanser.....	38
	Appendix I – Metodebeskrivelse.....	39
1.0	Generell metodebeskrivelse.....	39
1.1	Innledning.....	39
1.2	Elementene i beredskapsanalysen.....	40
1.3	Inngangsdata.....	42
1.4	Oljedriftsberegninger	42
1.5	Analyse av oljedriftsstatistikk.....	42
1.6	Valg av dimensjonerende scenarier	43
1.7	Analyse av beredskapsbehov.....	43
1.7.1	Definisjoner.....	43
1.7.2	Fastsettelse av ytelse på systemnivå.....	44
1.7.3	Fastsettelse av ytelse på barrierenivå.....	46
1.7.4	Ytelsespåvirkende faktorer /egnethet av beredskapsløsninger	49
1.7.5	Tiltaksalternativer.....	52
1.7.6	Barrierekrav	52
1.7.7	Anbefalt tiltak / beredskapsløsning	54

1.0 Introduksjon

Foreliggende miljørettede beredskapsanalyse er utarbeidet som en del av Statoil ASA sine forberedelser til boring av avgrensningsbrønn 7120/6-2 utenfor kysten av Vest-Finnmark. Brønnen er lokalisert ca. 111 km fra nærmeste land, som er Sørøya i Hasvik kommune. Boringen er planlagt med oppstart i mai 2007.

Denne beredskapsanalysen for akutt utslipp er gjennomført etter metoden som ligger til grunn for NOFOs planverk, samt en utvidelse som ble utviklet av Eni Norge og NOFO gjennom forberedelsene til boring i PL 229 høsten 2005. Analyseperioden er hele året. Metoden tar utgangspunkt i brønnspesifikk informasjon, den miljørettede risikoanalysen, resultater fra oljedriftsberegninger, de forventede klimatiske forhold i området og NOFOs planverk. Metoden beskrives nærmere i vedlegg I.

Det er gjennomført oljedriftsberegninger for Snøhvit blend (se DNV, 2006a) og analyser av enkeltscenarier for dimensjonering av beredskap i barriere 1-4 (responstid og kapasitet) for hele året. I tillegg er effekten av beredskapstiltak vist for to andre scenarier (størst berørt landareal og størst bestandstap).

Resultatene fra analysen danner grunnlag for en beskrivelse av beredskapsløsning for den planlagte aktiviteten.

Det er også gjennomført modelleringer av scenariet med størst strandet mengde med Snøhvit kondensat, for å belyse utfall av et rent kondensatutslipp. Resultatene fra denne simuleringen er diskutert i kapittel 11.0.

Analysen er en oppdatering av beredskapsanalyse utført høsten 2006 og som er dokumentert i forrige versjon av denne rapporten (DNV, 2006b). Analysen ble den gang gjennomført for perioden januar – april, mens det nå er gjennomført en helårig analyse. Dimensjoneringen av kapasitet/omfang til beredskap var i forrige analyse basert på et scenario i april med en strandet restmengde på 203 tonn. Ved å endre analyseperioden til å omfatte hele året så er dimensjonerende scenario for kapasitet/omfang endret til et scenario i september med en strandet restmengde på 346 tonn. Det er i begge tilfeller relativt lave strandingsmengder, som ikke endrer dimensjonering av kapasitet/omfang av beredskap i barriere 3 og 4. Effekt av havgående beredskap er noe lavere i september, men endringen medfører ikke endringer i behovene i barriere 1 og 2. Scenario for dimensjonering av responstid i barriere 3 og 4 er det scenariet som gir korteste drivtid til land. I forrige analyse var korteste drivtid til land på 3,4 døgn, basert på et scenario i januar. Dette scenariet er også det scenariet som gir korteste drivtid sett for hele året, og responstid for barriere 3 og 4 er derfor i foreliggende analyse basert på samme scenario. For en eventuell boring i sommerperioden vil drivtider være lengre og strandingsmengder lavere enn hva som fremgår av de ekstremverdier som er beskrevet ovenfor.

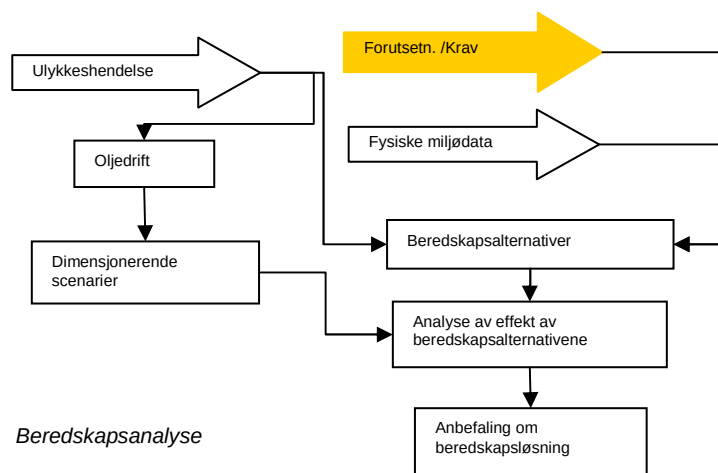
Kort oppsummert så medfører endring i analyseperiode ingen endring i anbefalt beredskapsløsning for boring på snøhvit. Dette skyldes i hovedsak at det i utgangspunktet er lave strandingsmengder og liten variasjon i maksimal strandingsmengde i de ulike årstidene, samt at responstiden for barriere 3 og 4 baseres på samme scenario som ved forrige analyse.

2.0 Definisjoner og forkortelser

Absolutt effekt	Prosentandel av totalt utslippet mengde som bekjempes (dispergeres kjemisk eller samles opp mekanisk).
Akseptkriterier	Kriterier som benyttes for å uttrykke et akseptabelt risikonivå i virksomheten.
ALARP	As Low As Reasonably Practicable
Bakgrunnsbelastning	Med bakgrunnsbelastning menes operasjonelle utslipp fra egen innretning og andre utslipp i regionen, og deres bidrag til den totale miljørisikoen (Veiledning til Styringsforskriften, § 16).
Barriere	Fellesbetegnelse for en samlet aksjon i et avgrenset område; kan inkludere ett eller flere system.
Barriereeffektivitet	Prosentandel av overflateolje som passerer en linje som samles opp av en barriere. Ved sidestilte system (bredt flak) vil barriereeffektiviteten maksimalt være lik systemeffektiviteten. Ved system etter hverandre (konsentrert flak) vil barriereeffektiviteten kunne overstige systemeffektiviteten.
Barrierekapasitet	Summen av systemkapasitetene i en barriere. Dette forutsetter tilstrekkelig tilflyt av olje.
Barrieretap	Reduksjonsfaktor i barriere-effektivitet fra en barriere til etterfølgende barriere, grunnet spredning av olje.
Bekjempelse	Alle tiltak som gjennomføres i akuttfasen av en forurensningssituasjon og som skal hindre at oljen sprer seg (strakstiltak ved å stanse lekkasjen, begrense utstrekningen, hindre spredning, samle opp fra sjøen, lede oljen forbi sensitive områder og hindre strandet olje fra å bli remobilisert (Carrol <i>et al.</i> , 1999)).
Borgerlig tussmørke	Lysforholdene fra solen står 6 grader under horisonten til soloppgang (demring), samt fra solnedgang til solen står 6 grader under horisonten (skumring).
ContAct/ActLog	Web- og GIS-basert beslutningsstøttesystem for miljøberedskap.
Dagslys	Lysforholdene fra soloppgang til solnedgang.
DFU	Definerte fare- og ulykkeshendelser.
Dimensjonerende område	Område som er karakterisert ved å ha en høy sannsynlighet for berøring (her: av oljeforurensning) ved sin beliggenhet i ytre kystsone, høy tetthet av miljøprioriterte lokaliteter og ressurser, vanskelig atkomst, samt utfordrende bekjempelsesaksjoner. En beredskap dimensjonert for gjennomføring av aksjoner i eksempelområdene anses også å kunne ivareta situasjoner med stranding av olje i andre områder langs kysten.
Eksponeringsgrad	Benyttes for å beskrive hvorvidt kysten er eksponert, moderat eksponert eller beskyttet mht. bølgeeksponering.
Gangtid	Tiden det tar å frakte personell og utstyr med fartøy fra hentested (base) til stedet der aksjonen skal gjennomføres.
GIS	Geografisk informasjonssystem
GOR	Gas Oil Ratio
Influensområde	Området med større eller lik 5 % sannsynlighet for forurensning med mer enn 1 tonn olje innenfor en 10x10 km rute, iht. oljedriftsberegninger.
IUA	Interkommunale utvalg mot akutt forurensning
Klargjøringstid	Tiden det tar fra ankomst til aksjonsstedet til bekjempelse er startet.
Korteste drivtid	Tiden det tar fra utslippets start til den første oljen når kyst- og strandsonen.
Miljøfølsomme områder	Et geografisk avgrenset område hvor bestandsandelen er av en størrelse og en sårbarhet som gjør at et oljeutslipp vil kunne føre til gitte skader på bestanden.

Miljøprioritert lokalitet	En stedfestet lokalitet hvor det forekommer verneverdige miljøressurser som er sårbare for oljeforurensning.
MIRA	Miljørettet risikoanalyse
MIRABA	Miljørettet risiko- og beredskapsanalyse
MOB	Metode for prioritering av ressurser i oljevernberedskap. Kriteriesamling og dokumentasjon publisert av SFT & DN (1996).
Mobiliseringstid	Tiden fra varsel er gitt til personell og utstyr er klart for transport fra mobiliseringsstedet.
MRDB	Marin Ressurs Data Base
NOFO	Norsk Oljevernforening for Operatørselskap
NOFO system	Et NOFO system består av 1 Transrec oljeopptaker, 400 m havlenser, 1 oljevern fartøy og 1 slepe fartøy.
NOFOs regionale planverk	Nettsted som dokumenterer operatørselskapenes regionale beredskap mot akutt oljeforurensning. Inneholder for øvrig dokumentasjon av forhold relevant for beredskap mot akutt forurensning. http://planverk.nofo.no .
OLF	Oljeindustriens landsforening
Operasjonslys	Lysforholdene under dagslys og borgerlig tussmørke, dvs. når solen står mindre enn 6 grader under horisonten.
Overvåking	Med overvåking menes systematiske og regelmessige undersøkelser for å dokumentere miljøressursenes tilstand, beskrive risiko for forurensning og føre kontroll med forurensning av marine miljøressurser (Veiledning til Rammeforskriften, § 27).
PL	Utvinningsstillatelse (Production Licence)
Relativ effekt	Prosentandel av olje på overflaten som bekjempes (dispergeres kjemisk eller samles opp mekanisk).
Responstid	Sammenlagt mobiliseringstid og gangtid.
Sannsynlighet for treff	Sannsynlighet for at en 10x10 km rute treffes av olje fra et potensielt utslipp.
Sekundærforurensning	Remobilisering av olje til nye områder, eller til områder som har vært tidligere rammet.
SFT	Statens forurensningstilsyn
SMO	Spesielt miljøfølsomme områder. Landsdekkende analyse for identifikasjon av SMO i norske kyst- og havområder, utført for SFT og DN.
Strandingsrate	Tilførselsrate av olje til kyst- og strandsonen.
Systemeffektivitet	(Throughput efficiency) Prosentandel av sveipet overflateolje som samles opp av ett system. Gjelder for ett NOFO system.
Systemkapasitet	Forventet oppsamlingsrate i m ³ /d for ett system; medregnet lossetid, ineffektiv tid, fritt vann osv. For Transrec oljeopptaker er denne normalt satt til 2400 m ³ /d. Systemkapasiteten forutsetter tilstrekkelig tilflyt av olje.
THC	Total Hydrocarbon Concentration
VSKTB	Virksomhetens Spesifikke Krav Til Beredskap

3.0 Beredskapsetablering



Det henvises til kapittel 2.2 i MIRA for styring av miljørisiko og sammenheng mellom MIRA og BA.

3.1 Myndighetskrav

Aktivitetsforskriften § 64 stiller krav til beredskapsetablering og krav til etablering av beredskapsstrategi. Der fremgår blant annet at beredskapen skal etableres på bakgrunn av miljørettede risiko- og beredskapsanalyser og ivareta hav, kyst og strandsone. Ramme- og styringsforskriften formulerer også et overordnet prinsipp om krav til reduksjon av risiko så langt det er mulig, utover interne krav og akseptkriterier, med forbehold om at kostnadene ved tiltakene ikke står i vesentlig misforhold til den oppnådde risikoreduksjon.

3.2 Beredskapsstrategi på norsk kontinentalsokkel

Hovedstrategien for beredskap mot akutt forurensning på norsk sokkel er mekanisk oppsamling nær kilden for utslippet ved hjelp av NOFOs havgående systemer i barriere 1 og 2. I tillegg til disse barrierene, er strategien å benytte ytterligere tre barrierer hvor den siste utgjør sanering av eventuelle strandområder som er påvirket av utslippet. De fem barrierene er som følger:

- Barriere 1: Bekjempelse på åpent hav nær kilden
- Barriere 2: Bekjempelse på åpent hav og inn mot kystsonen
- Barriere 3: Bekjempelse i kystsonen og beskyttelse av sårbare naturressurser
- Barriere 4: Bekjempelse i fjordområder og beskyttelse av sårbare naturressurser
- Barriere 5: Bekjempelse på strand

3.3 Dimensjonering av beredskap mot akutt forurensning

Målet for bekjempelse av akutt oljeforurensning er å hindre skader på mennesker, miljø og verdier. Målet oppnås ved å benytte egnede strategier og avtalefestede tekniske og menneskelige beredskapsressurser, fra privat, statlig og interkommunal beredskap.

Statoil har utviklet operasjonsspesifikke målsetninger for brønn 7120/6-2 som dekker åpent hav, kyst og strandsonen.

- Ivareta Statoils målsetning om 0 skade på mennesker og miljø.
- Miljørisikoen skal reduseres så langt det er praktisk og økonomisk forsvarlig, jfr. ALARP-prinsippet.
- Prioritere oppsamling nær kilden
- Ivareta beskyttelse av sårbare områder
- Robust og fleksibel beredskapsløsning, ved:
 - o Kompetanse og trening
 - o Logistikkplaner
 - o Detaljerte beredskapsplaner for eksempelområder
- Risikobasert utvalg av scenarier som grunnlag for å dimensjonere beredskapen
 - o Største strandet mengde
 - o Korteste drivtid til land.

3.4 Forutsetninger for dimensjonering

3.4.1 Hav

Hovedfokus i forbindelse med boreoperasjonen er å ha tilstrekkelige beredskapsressurser for bekjempelse av olje for å redusere skade på ytre miljø. Forutsetningene for dimensjonering er som følger:

- Barriere 1 og 2 skal ha en **barrierekapasitet** tilsvarende den mengde oljeemulsjon som tilflyter barrieren, beregnet ut fra utslippsrate og oljens egenskaper.
 - o Barriereeffektivitet er en funksjon av bl.a. systemantall, systemeffektivitet og konfigurasjon av systemene. Dette benyttes til å beregne oppsamlet mengde oljeemulsjon og restmengde som tilflyter neste barriere.
- Beredskapsløsningen skal være egnet for oppsamling av tyntflytende olje.
- Det skal være kort responstid for bekjempelse av akutte utslipp
 - o Det vil være to supply-fartøyer tilknyttet aktiviteten. Med bakgrunn i erfaringer fra tidligere aktiviteter i området vil disse fartøyene bli utstyrt med "Oil Recovery" klasse og NOFO standard. NOFO systemer vil være ombord på et av disse fartøyene.

3.4.2 Kyst og strand

Det skal være fokus på fleksible og robuste løsninger for beskyttelse av sårbare naturressurser.

Ressurser for effektiv bekjempelse av olje i kyst- og strandsonen skal kunne mobiliseres innen minste drivtid av olje inn til kyst- og strandsonen. En aksjon skal;

- Foregå uten skader på personell
- Hindre påslag av olje
- Prioritere oppsamling i sårbare områder
- Optimalisere avfallshåndtering
- Hindre sekundærforurensing fra lagring og transport av oppsamlet olje
- Miljøet skal tilbakeføres til opprinnelig tilstand raskest mulig etter en hendelse
- Skade på materiell og eiendom skal begrenses

3.4.3 Oljevernorganisasjon

Organisasjonen skal ha tilstrekkelig opplæring og kompetanse til å gjennomføre nødvendige aksjoner på en tilfredsstillende måte.

3.5 Anvendte data og verktøy

Inngangsdata til beredskapsanalysen er hentet fra:

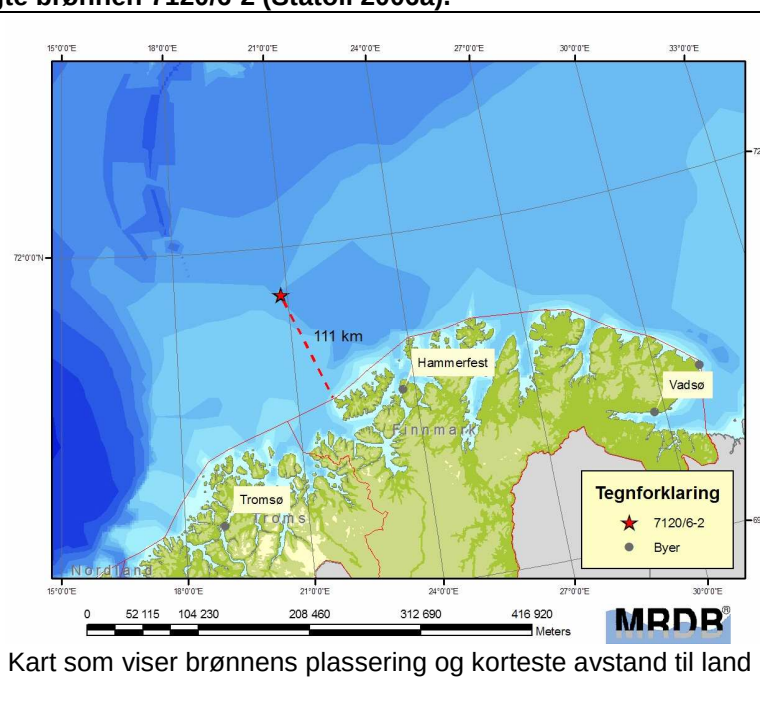
- NOFOs planverk (www.nofo.no).
- Oljedriftsberegninger gjennomført med modellen Oiltraj (del av DNVs ContRisk).
- Resultater fra miljørettet risikoanalyse (MIRA Snøhvit, DNV 2006).
- Resultater fra forvitrigsstudie for Snøhvit Blend (Sintef, 2006b og Sintef, 2006c).
- ContAct kartmodul og ContAct beredskapsplanlegger.
- ActLog rutiner og digitale datagrunnlag (del av DNVs ContRisk).

4.0 Aktivitetsbeskrivelse

Det planlegges boring av letebrønn 7120/6-2 (Snøhvit) i PL 097. Brønnen er lokalisert ca. 111 km nordøst av Sørøya i Finnmark. Det er ingen boretidsgrensninger i lisensen. Boringen er planlagt gjennomført med boreriggen "Polar Pioneer" med oppstart i mai 2007, og er antatt å ta ca. 45 dager. Vanddyptet er 326 meter.

Tabell 4-1 Informasjon om den planlagte brønnen 7120/6-2 (Statoil 2006a).

Posisjon for brønn 7120/6-2	71 °35' 31,77" N 20 °50' 11,04" Ø
Analyseperiode	Hele året (12 måneder)
Vanddypt	326 m
Oljetype	Snøhvit blend
Gass-olje-forhold (GOR) (blend)	5050 Sm ³ /Sm ³
Oljetetthet (blend)	769 kg/m ³
Gasstetthet	0,95 kg/m ³
Max utblåsning (tid for boring av avlastningsbrønn)	40 dager
Utslippstemp.	92,8 °C
Utblåsningsrate	1000 Sm ³ /døgn
Varighet av boring (uten testing)	36 døgn
Borerigg type og navn	Halvt nedsenkbar "Polar Pioneer"



4.1 Definerte fare- og ulykkeshendelser (DFU)

For beskrivelse av DFU henvises det til kapittel 3.2 i MIRA (DNV, 2006). Sannsynlighetsfordelingen for utslippsrater og varigheter er gitt i Tabell 4-2.

Tabell 4-2 Sannsynlighetsfordeling for utslippsscenarioer og varigheter for brønn 7120/6-2

Scenario, hydrokarbon type	Utslippspunkt	Rate Sm ³ /d	Varighet (døgn)					Sannsynlighet scenario	Sannsynlighet utslippspunkt
			0- 2	2-5	5-14	14-30	30-40		
Tripping, olje/kondensat blend	Overflate	1000	0,57	0,20	0,15	0,05	0,03	0,8	0,25
	Sjøbunn	1000	0,41	0,18	0,19	0,08	0,14		0,75
Innboring, kondensat	Overflate	904	0,57	0,20	0,15	0,05	0,03	0,2	0,25
	Sjøbunn	904	0,41	0,18	0,19	0,08	0,14		0,75

Spredningsberegningene er kjørt for fem varigheter (2, 5, 14, 30 og 40 døgn). Den forventede varigheten som benyttes i beredskapsanalysen er 6,9 døgn, for overflateutblåsning og 12,4 døgn for undervannsutblåsning. Den dimensjonerende hendelsen for boring av Snøhvit er utblåsning ved tripping av kondensat/olje blanding. Raten som benyttes er 1000 m³/d. Bruk av rate og forventet varighet i beredskapsanalysen er nærmere diskutert i kapittel 8.1.

Boring av avlastningsbrønn forventes å kunne gjennomføres innen 40 dager. Dette er satt som lengste varighet av en utblåsning fra operasjonen.

5.0 Resultater fra oljedriftsberegningene

Med bakgrunn i utblåsningsrater og varigheter, forventet oljetype og meteorologiske data som strøm, vind, sjøtemperatur og saltholdighet, er det utført oljedriftsberegninger for den dimensjonerende hendelsen. Det er gjennomført statistisk oljedriftsmodellering av overflate- og sjøbunnsutslipp for hver måned i året, for vår, sommer, høst og vintersesong, samt for vinter- og sommerhalvåret. For sjøbunnsutslippet er det gjennomført modellering av forløpet til en utblåsning fra sjøbunn til det når overflaten. Resultatene fra modelleringen benyttes til eksponeringsvurdering for miljørisikoanalyse, samt som grunnlag for beredskapsanalysen.

5.1 Metode

BLOW-modellen er benyttet for modellering av undervannsutblåsningen. BLOW beregner forløpet av et sjøbunnsutslipp fra utstrømningsstedet til dannelse av oljeflaket på overflaten eller eventuell innlagring i vannmassene.

OILTRAJ oljedriftsmodellen er benyttet for modellering av oljedrift på overflaten. Modellen beregner blant annet treffsannsynligheter, massefaktorer (fordampet, nedblandet og gjenværende andel olje) samt drivtider.

De statistiske oljedriftssimuleringene har en horisontal oppløsning på 1 til 10 km. Utslipsperioden er inntil lengste varighet, som for Snøhvit er estimert til 40 dager, og følgetiden til utslippet er 30 dager.

5.2 Utslippsscenarioer

Oljedriftsberegningene er gjennomført for én lokasjon med posisjon 71° 35 '31,77" N, 20 ° 50'11,04" Ø (brønn 7120/6-2) og et havdyp på 326 m.

Det er utført modellering av en undervannsutblåsning for å beregne en initiell oljefilmtykkelse til bruk i videre oljedriftsberegninger på overflaten (= 0,01 mm). For overflateutslippet er initiell oljefilmtykkelse satt til 1,2 mm. I oljedriftsmodelleringene på overflaten er det generert helårlig oljedriftsstatistikk med 3 600 simuleringer, for én utslippsrate og alle fem varigheter. Det er hentet ut statistikk for hver måned, vår-, sommer-, høst- og vintersesongene, for sommer- og vinterhalvår, samt helårsstatistikk.

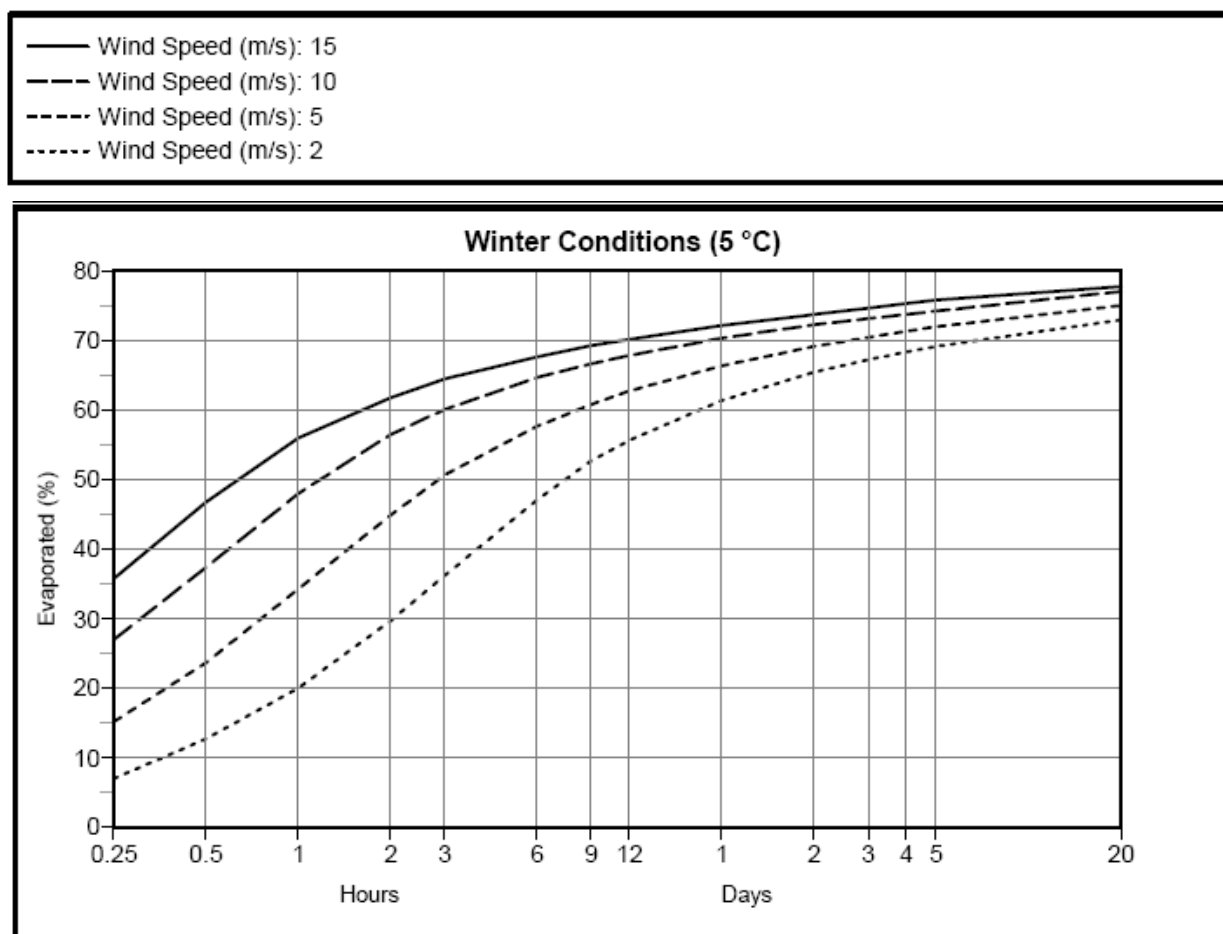
5.3 Beskrivelse av hydrokarbontype

Det er definert to ulike utslippsscenarioer ved boring av brønn 7120/6-2 8. Ved innboring i det hydrokarbonførende laget i Støformasjonen kan en utblåsning medføre utslipp av et rent gass/kondensat; Snøhvit kondensatet. Det mest sannsynlige utslippsscenarioet er definert til et senere stadium i boreoperasjonen og medfører utslipp av en kondensat/oljeblanding som domineres av kondensat.

Statoil har ved hjelp av modeller beregnet blandingsforholdet for kondensat/olje blandingen, og noen fysikalske og kjemiske egenskaper for den ferske blandingsoljen basert på målte data for Snøhvit kondensat og Snøhvit olje. Blandingsforholdet mellom kondensat og olje er beregnet til 76 % kondensat og 24 % olje. I den videre teksten vil denne kondensat/olje blandingen omtales som Snøhvit blend.

Snøhvit kondensat er et lett kondensat som vil ha meget kort levetid på sjøen. Snøhvit olje har bl.a. middels voksinnhold, noe asfalter og høyt stivnepunkt, og denne kan forventes å emulgere på overflata ved tilstrekkelig høy filmtykkelse. Når disse to blandes vil kondensatet fungere som et løsningsmiddel som fortynner oljen, men de tyngre komponentene vil fremdeles være der og gi et "residue" når de lette komponentene i olje og kondensat er fordampet.

Sintef har kartlagt forvitringsegenskapene til Snøhvit blend ved hjelp av trinnvis forvitring (SINTEF, 2006b og SINTEF, 2006c). Laboratedataene er brukt i SINTEFs olje forvitrimodell (OWM) for å predikere egenskaper og skjebne til Snøhvit blend ved et overflateutslipp. Laboratiestudier hos Sintef viser at Snøhvit blend ved forvitring på sjøen ligner mer en råolje enn et kondensat. Snøhvit blend emulgerer mer vann enn for eksempel lettoljene Kristin og Åsgard A, og danner emulsjoner med høyere viskositet. Siden Snøhvit blend inneholder så stor andel av kondensat er avdampningen høy, tilsvarende ca. 67 % etter ett døgn på sjøen ved 5°C og 5 m/s vind (Figur 5-1). Snøhvit blend har ikke så lang levetid på overflaten ved høyere vindhastigheter (Figur 6-1 og Figur 6-2). Den emulsjonen som er på overflaten ved ulike tidspunkt i ulike vær-situasjoner har egenskaper som ligner lette oljer.



Figur 5-1 Avdampning for Snøhvit blend ved 5°C og 2 – 15 m/s vindhastighet (Sintef, 2006c).

For modellering av en undervannsutblåsning benyttes en GOR (gass/olje-forhold) på 50/50 Sm^3/Sm^3 , et utstrømningsareal på undervannsutblåsningen på 0,025 m^2 samt at det er lagt til grunn at gassen i reservoarene som driver oljen opp til overflaten, er metan og at utslippstemperaturen er 92,8°C.

Sentrale egenskaper for Snøhvit blandingsolje:

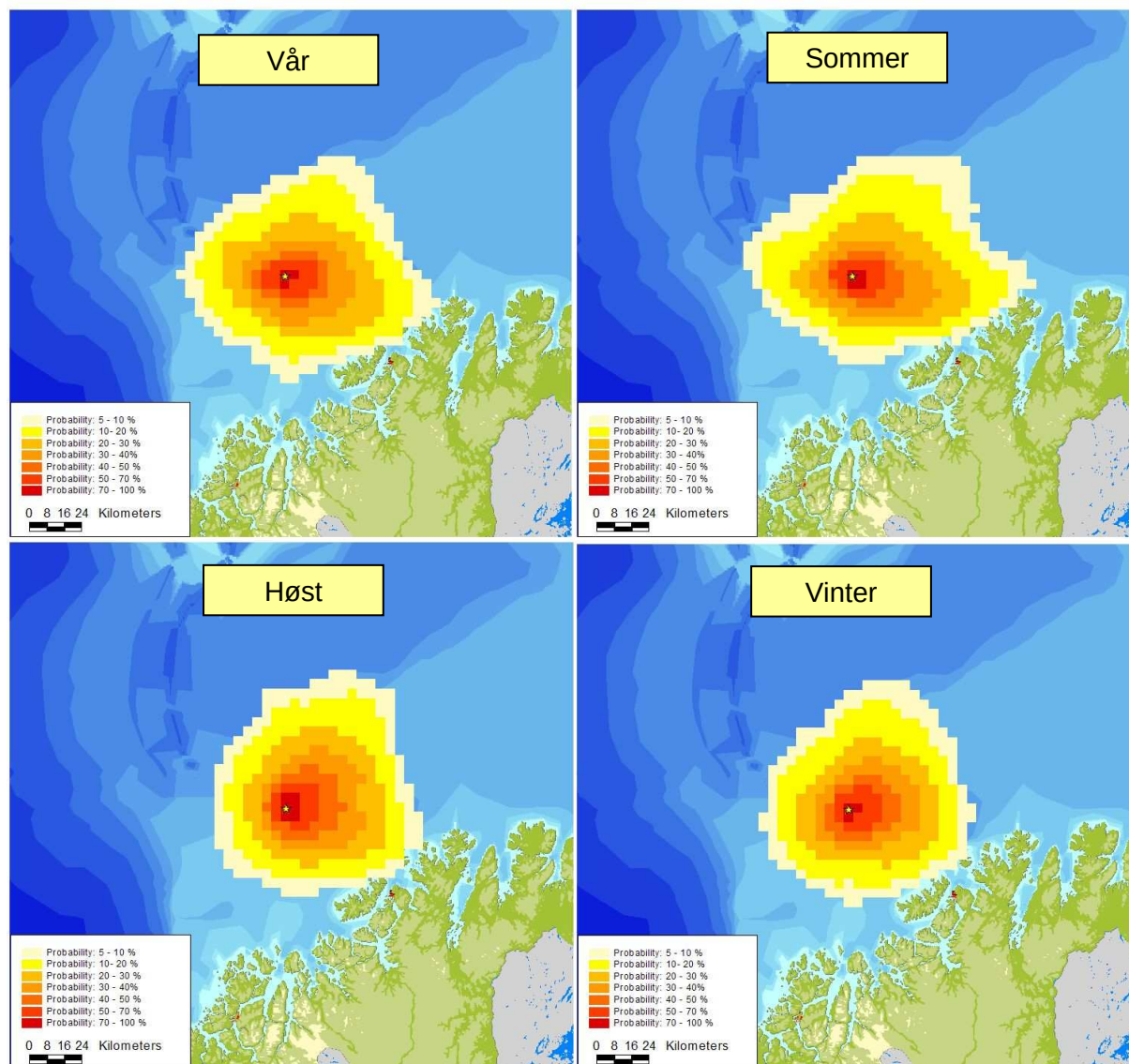
- Tetthet: 769 kg/m^3
- Maksimalt vanninnhold: 85 %
- Viskositet: 1 cP (ved 100 s^{-1})

5.4 Resultater – Oljedrift

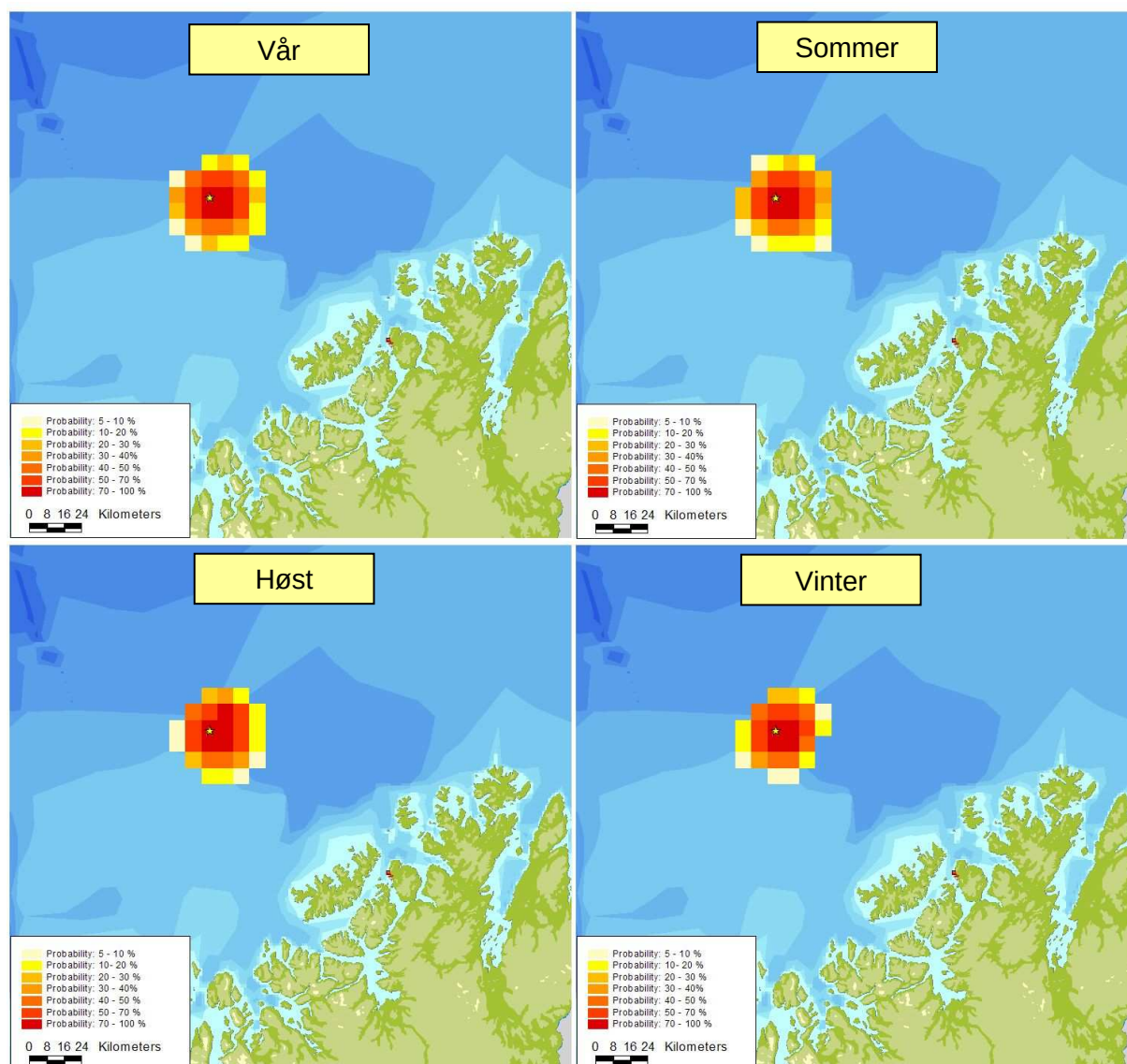
Simuleringsresultatene for sjøbunnsutslipp viser at plumen stiger langsomt opp til overflaten før den genererer en svært tynn oljefilm på overflaten. Årsaken til dette er relativt høy GOR og lav utblåsningsrate samt de vertikale tetthetsgradientene. Etter at plumen har nådd overflaten, vil den spre seg utover. Nærsoneberegningene gjennomføres som utgangspunkt for videre modelleringer av oljens drift på overflaten.

Det er generert oljedriftsstatistikk på rutenett (10 x 10 km), samt detaljert modellering av utvalgte scenarier på 1 km rutenett.

Sannsynlighet (>5 % gitt hendelsen) for oljeforurensning i 10 x 10 km ruter etter et overflate- og sjøbunnsutslipp fra brønnen for fire sesonger er presentert i Figur 5-2 og Figur 5-3. Figurene viser resultater av én rate og forventet varighet. Gitt et overflateutslipp er maksimal sannsynlighet for treff av olje på enkelte landruter 5-10 % for alle sesongene. Gitt et undervannsutslipp er det ingen treff av landruter.



Figur 5-2 Oljedriftsstatistikk for de ulike sesongene med treffsannsynligheter i 10x10 km enkeltruter ved en eventuell overflateutblåsning fra 7120/6-2. Influensområdet er vist med en rate på 1000 Sm³ rate og forventet varighet. Merk at de markerte rutene ikke gir uttrykk for omfanget av et enkelt oljesøl, men er det statistiske området som berøres med > 5 % sannsynlighet på basis av 900 enkeltsimuleringer av oljens drift og spredning innenfor hver sesong.



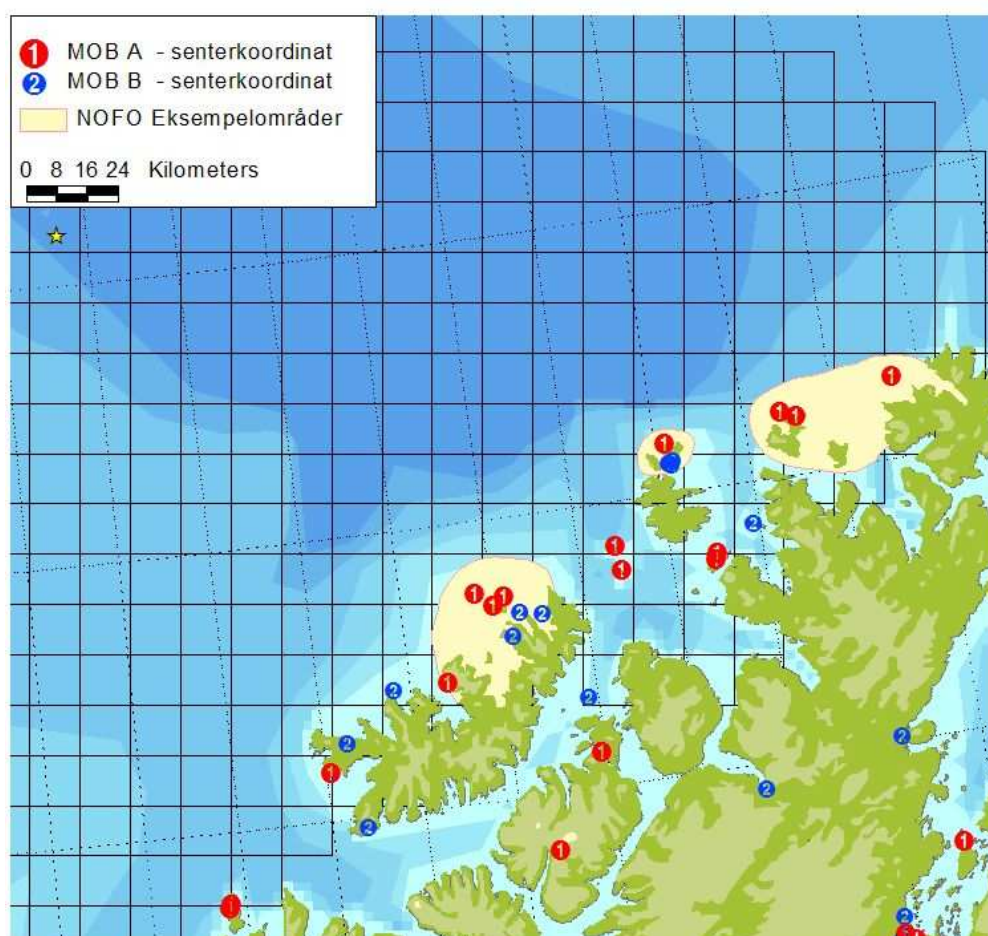
Figur 5-3 Oljedriftsstatistikk for de ulike sesongene med treffsannsynligheter i 10x10 km enkeltruter ved en eventuell sjøbunnsutblåsning fra 7120/6-2. Influensområdet er vist med en rate på 1000 Sm³ rate og forventet varighet. Merk at de markerte rutene ikke gir uttrykk for omfanget av et enkelt oljesøl, men er det statistiske området som berøres med > 5 % sannsynlighet på basis av 900 enkeltsimuleringer av oljens drift og spredning innenfor hver sesong.

5.5 Eksempelområder for oljevernberedskapen i kyst- og strandsone

Innen influensområdet identifiseres områder med:

- beliggenhet som innebærer beredskapsmessige utfordringer mht. logistikk og tilgjengelighet
- høy miljørårsårbarhet (SMO og MOB A og B-områder).

Slike sårbare og utfordrende områder er dimensjonerende mht. beredskapen, og en beredskapsløsning som tilfredsstiller disse områdenes behov mht. omfang, logistikk-løsninger og miljøprioritering vil være dekkende for andre deler av influensområdet. Enkelte av disse områdene som inngår i influensområdet: nordvestlige deler av Sørøya, Ingøya, og Hjelmsøya. er i stor grad sammenfallende med NOFO eksempelområder (se Figur 5-4).



Figur 5-4 Influensområdet for en overflateutblåsning i sommerperioden (gitt som ruter), MOB A og B-områder (hhv. rødt og blått punkt), og NOFO eksempelområder (i gult).

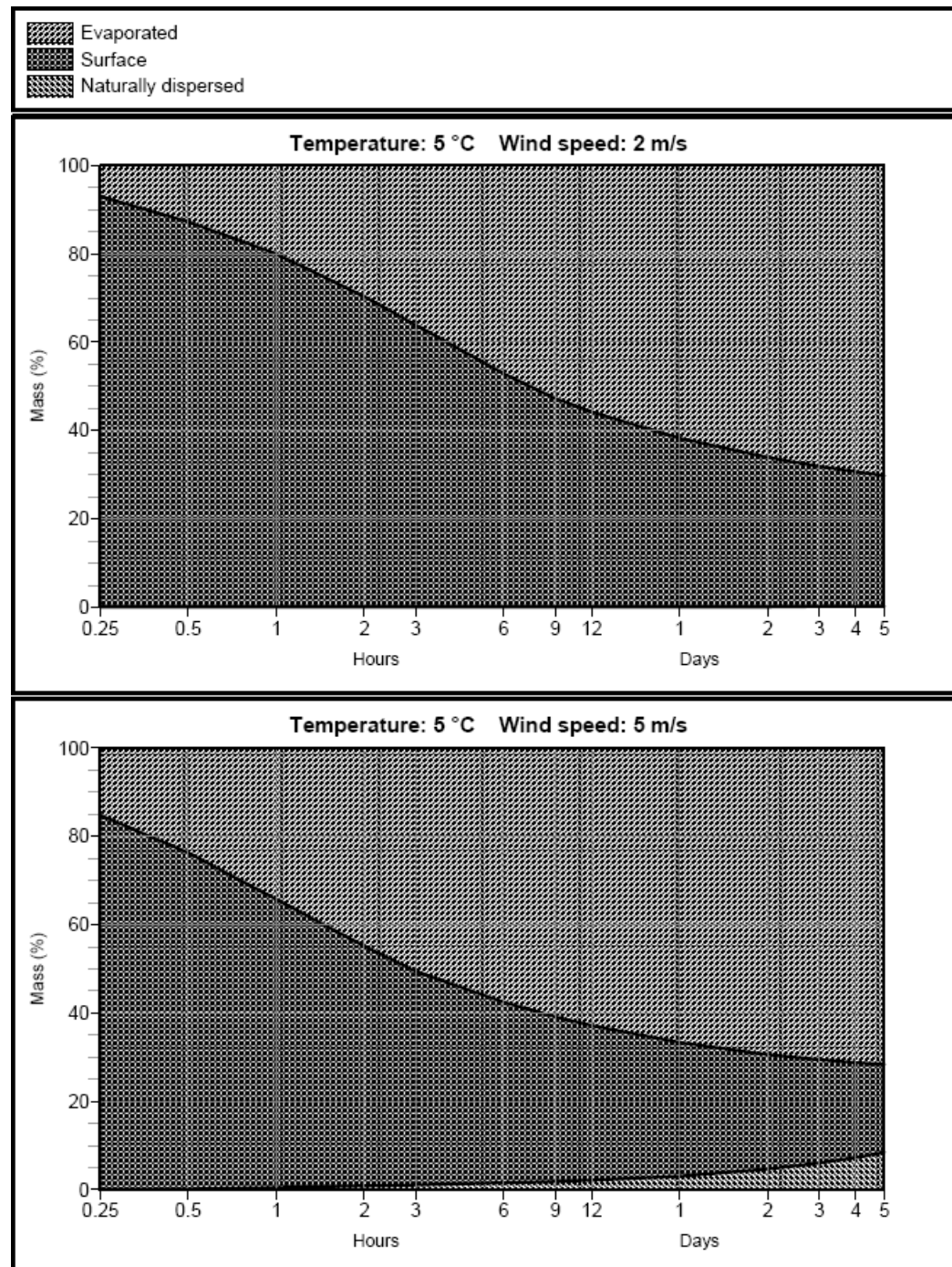
6.0 Oljeblandingens forvitringsegenskaper og beredskasetablering

Det foreligger forvitringsstudie for Snøhvit blend oljen (SINTEF, 2006b) med en oppdatering gjort i oktober 2006 (SINTEF, 2006c). Viktige forhold med tanke på beredskap er blant annet:

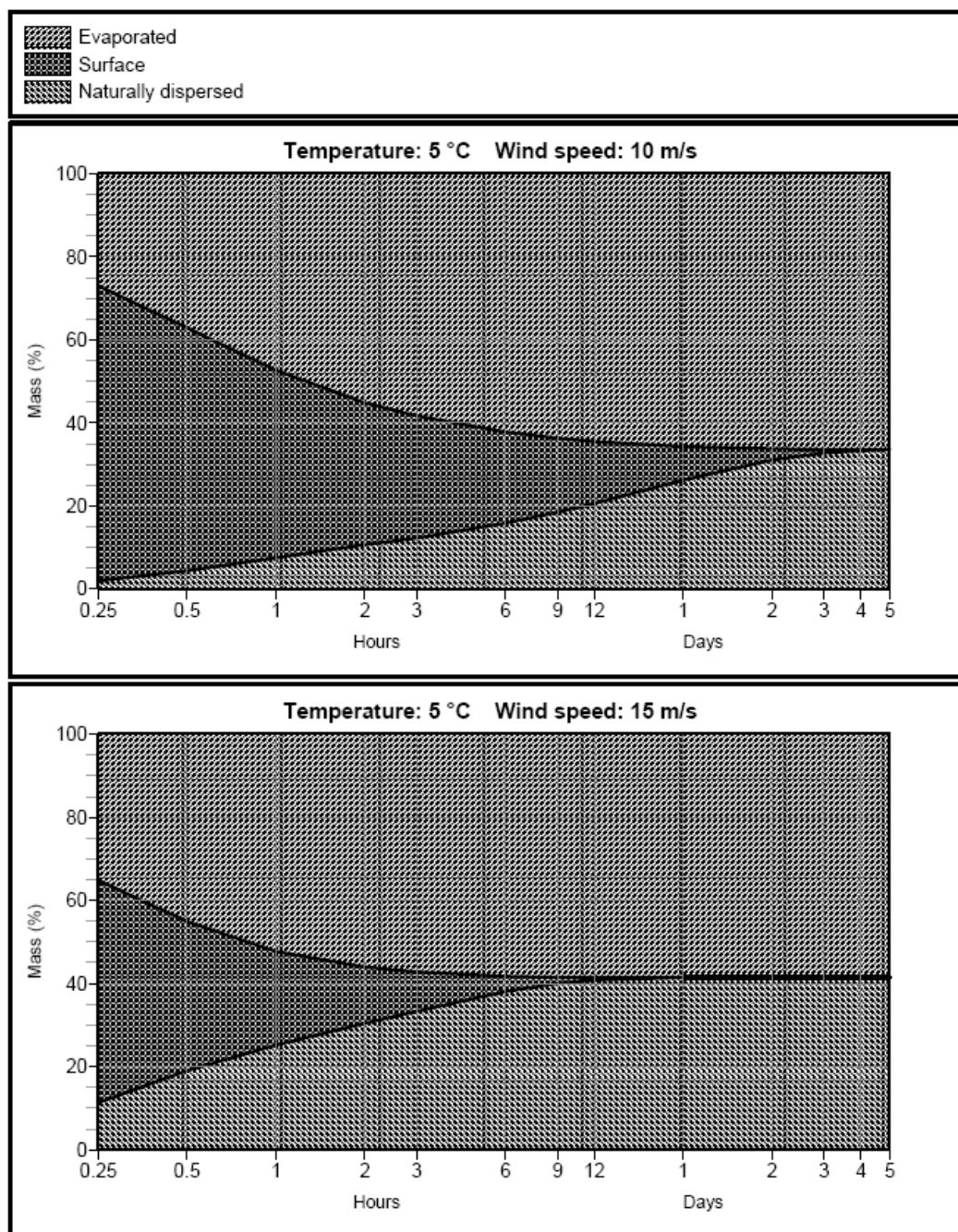
- Stor andel av lette komponenter – høy fordampning, spesielt i de tre første timene. Kan utgjøre et sikkerhetsaspekt.
- Høyt vannopptak, oppnår maksimalt vannopptak i løpet av de første tolv timene.
- Kan danne stabil emulsjon som har egenskaper som ligner lette råoljer.
- Lav viskositet: Kan i tidlig fase gi høyere lensetap enn "standard" råoljer

Betydningen av disse forholdene for beredskap er nærmere beskrevet i kapittel 7.0.

Levetid på havoverflaten er et viktig forhold i beredskapsøymed. I Figur 6-1 og Figur 6-2 er resultatene fra forvitringsstudien (SINTEF, 2006b) gjengitt for ulike vindstyrker ved sjøtemperatur 5 °C. Studiet er gjennomført med en filmtykkelse som er sammenliknbart med et overflateutslipp. Ved et sjøbunnsutslipp vil initiell filmtykkelse og derved levetid på havoverflaten være til dels vesentlig kortere.



Figur 6-1 Massebalanse for utslipp av Snøhvit blend ved temperatur 5 °C og vindstyrke hhv. 2 og 5 m/s (SINTEF, 2006c).



Figur 6-2 Massebalanse for utslipp av Snøhvit blend ved temperatur 5 °C og vindstyrke hhv. 10 og 15 m/s (SINTEF, 2006c).

Som det fremgår av figurene er levetiden av utslippet på havoverflaten svært avhengig av vindstyrken. Ved lave vindstyrker (2 m/s) er ca. 60 % fordampet etter 1 døgn, mens en tredjedel av utslippsmengden er igjen etter 5 døgn. Ved 5 m/s vind er tilsvarende tall 65 % og 20 % (en del av oljen er da nedblandet).

Ved vindstyrke 10 m/s har utslippet en maksimal levetid på overflaten på rundt 3 døgn, mens levetiden ved 15 m/s vind er ca. 12 timer.

7.0 Bekjempelsesstrategier

Sjøtemperatur i området forventes i mai (borestart) å være ca. 4 °C (Data for Slettnes fyr, gitt i NOFOs planverk).

Vindforholdene i området for mai måned (Data for Fruholmen fyr, gitt i NOFOs planverk) er som følger:

- < 1,5 m/s: 5,1 % av tiden
- 1,5 – 5,4 m/s: 39,7 % av tiden
- 5,4 – 10,7 m/s: 45,6 % av tiden
- > 10,7 m/s: 9,4 % av tiden.

Sett i sammenheng med utslippets egenskaper i beredskapsøyemed, diskutert i foregående kapittel, foreslås følgende hovedstrategier ved akuttutslipp:

7.1 Utslipp av "Snøhvit blend" ved vindstyrker < 2 m/s

Forvitringsstudiene viser at levetiden av utslippet på havoverflaten ved slike vindstyrker er > 5 døgn. Ca. 60 % av utslippsmengden er imidlertid fordampet allerede etter 1 døgn. Slike vindstyrker forventes kun i en liten andel av tiden.

Under slike forhold vil gasskonsentrasjoner grunnet høy avdampning være en viktig risikofaktor med tanke på sikkerhet, på samme måte som beskrevet for kondensat i kapittel 11.1. Beredskapsstrategien vil være å følge "flaket" i noe avstand, og først gjennomføre mekanisk oppsamling når de lette komponentene har dampet av. For å redusere lensetap grunnet lav viskositet vil lensene trekkes med redusert hastighet i forhold til vanlige operasjonsstrategier. Transrec oljeopptaker forventes å være egnet under disse forholdene.

7.2 Utslipp av "Snøhvit blend" ved vindstyrker 5 m/s

Forvitringsstudiene viser at levetiden av utslippet på havoverflaten ved slike vindstyrker er i størrelsesorden > 5 døgn. Ca. 65 % av utslippsmengden er imidlertid fordampet allerede etter 1 døgn. Slike vindstyrker forventes i en relativt stor andel av tiden.

Under slike vindforhold vil gasskonsentrasjoner grunnet høy avdampning være en mindre viktig faktor for beredskapstiltak. Beredskapsstrategien vil være tilsvarende som for foregående punkt, men det kan forventes et høyere lensetap grunnet lav viskositet. Levetiden av olje som passerer lensene forventes imidlertid å være svært begrenset, grunnet liten filmtykkelse.

7.3 Utslipp av "Snøhvit blend" ved vindstyrker => 10 m/s

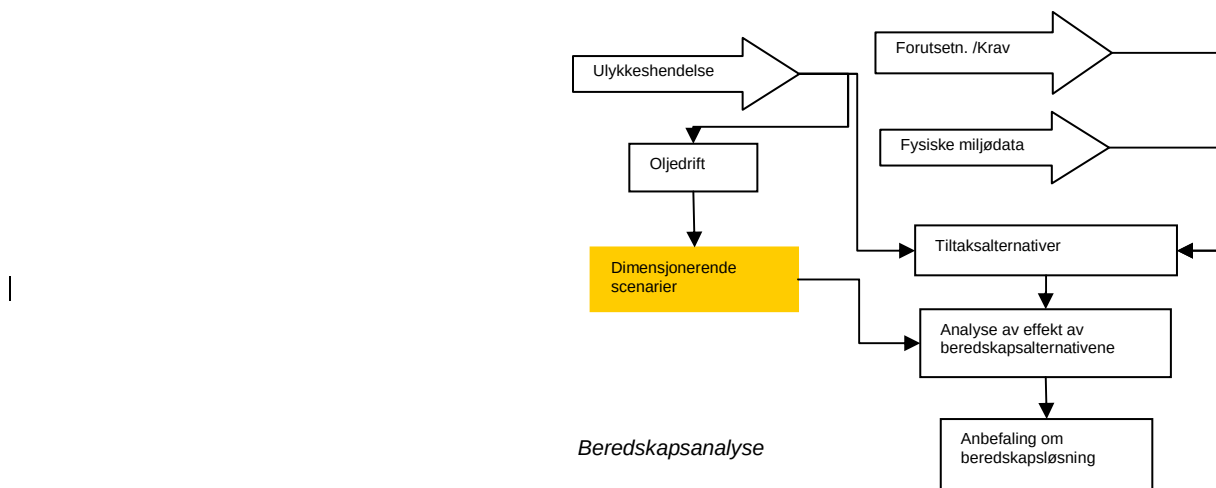
Forvitringsstudiene viser at levetiden av utslippet på havoverflaten ved slike vindstyrker er kortere enn 3 døgn. Slike vindstyrker forventes i en relativt liten andel av tiden.

Under slike forhold vil gasskonsentrasjoner grunnet høy avdampning være en mindre viktig faktor for beredskapstiltak. Ut fra massebalansen vist i Figur 6-2 så ser man at man kan forvente en del olje på sjøen som er tilgjengelig for opptak innenfor nærområdet til utslippet (ca

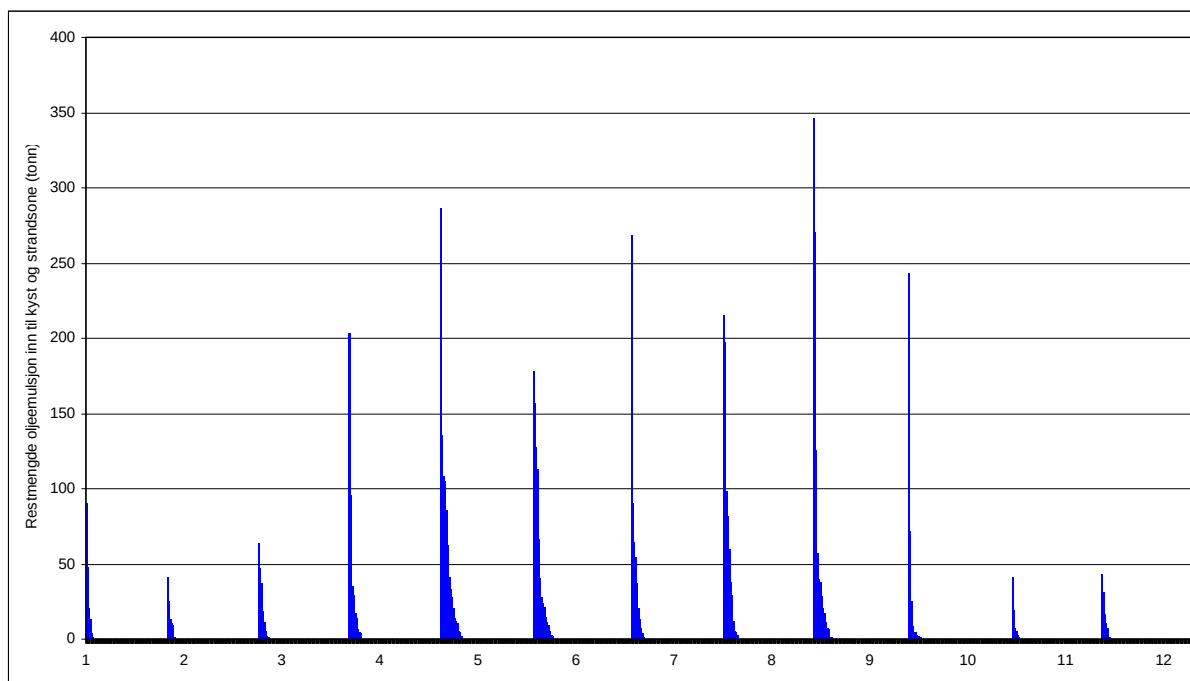
35 % av oljen er igjen på overflaten etter to timer ved 10 m/s). Beredskapsstrategien vil være tilsvarende som for forgående punkt.

Bekjempelsesstrategi ved utslipp av kondensat er beskrevet i kapittel 11.1.

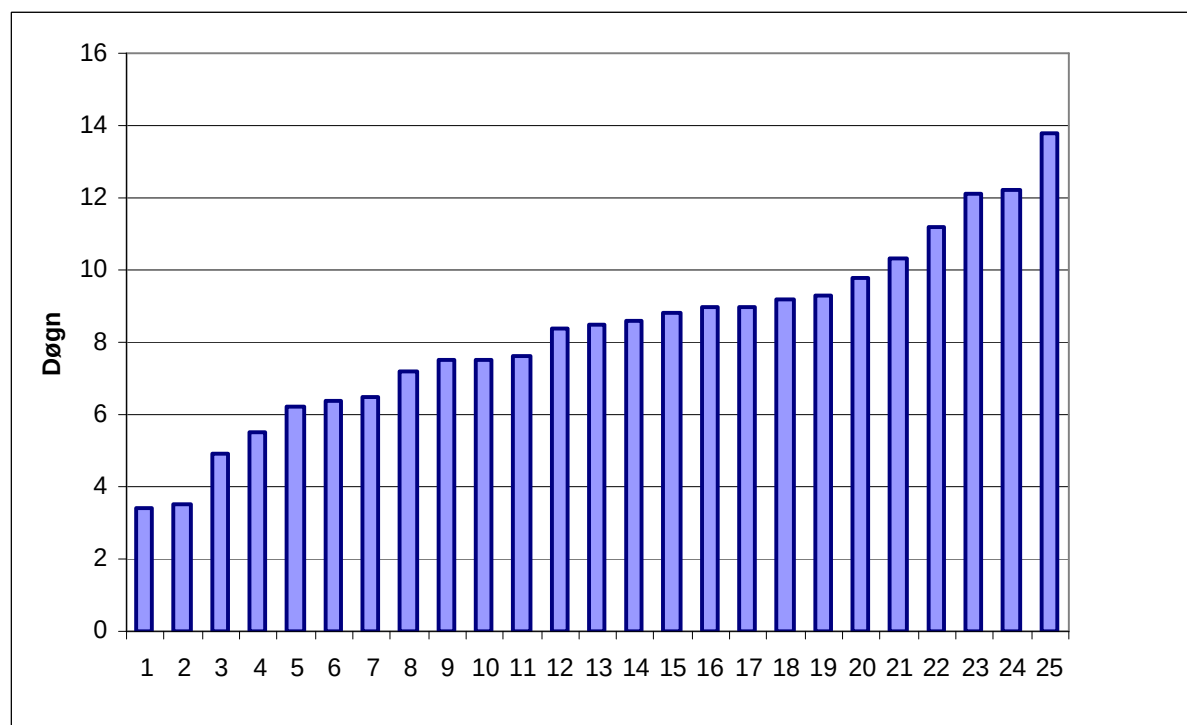
8.0 Oljedriftsstatistikk og valg av dimensjonerende scenarier



Utfallene av alle simuleringer av oljedrift med tanke på restmengde inn til kyst- og strandsone, er vist i Figur 8-1. For å identifisere hvilket scenario som gir største *restmengde* olje inn til kyst og strandsone, gjøres dette etter at beredskapstiltak i barriere 1 er medregnet. Mengde emulsjon inn til kyst- og strandsone er redusert ved å inkludere effekt av minimumstiltak i barriere 1. "Minimumstiltak" er bruk av en fullt utbygget barriere 1 A. Simuleringen som ga størst restmengde inn til kyst- og strandsone er i september måned. Simuleringen som ga korteste drivtid er i januar måned. Drivtid til land for de simuleringene som ga stranding i januar måned er vist i Figur 8-2.



Figur 8-1 Restmengde emulsjon i kyst- og strandsone ved minimumstiltak i én barriere for alle 3 600 simuleringer (scenarier) av oljedrift. Resultatene er vist måned for måned, og sortert fra høy til lav restmengde. Scenariet med størst restmengde i september valgt som dimensjonerende for beredskapsanalysen.



Figur 8-2 Drivtid til land for de 25 simuleringer (scenarier) av oljedrift som strandet i januar måned. Scenariet med kortest drivtid for alle simuleringer i året ligger i januar måned, og er på 3,4 døgn. Kun 9% av alle simuleringer for januar måned strander.

Av de 3 600 simuleringene av et overflateutslipp så strander 14 % av simuleringene. I de simuleringene der olje når land, gjennom hele året, varierer minste drivtid fra 3,4 til 23,6 døgn. Mengde oljeemulsjon inn til kyst- og strandsone for de simuleringene som når land varierer fra 0,3 til 346 tonn. Dette er inkludert effekt av en barriere (med ett system).

De 3 600 simuleringene er hentet ut ved tilfeldig utvalg fra en værstatistikk for en 30-års periode. Fra disse er det valgt ut et sett av scenarier for videre beskrivelse. Scenariene uttrykker ekstremsituasjoner for hvordan et større oljeutslipp kan utvikle seg, med hensyn til drivtid, mengde olje inn til kyst- og strandsone, miljørisiko på åpent hav og geografisk utbredelse av stranding. Scenarier som er lagt til grunn i videre analyse er (dato for valgte vær-/vind-situasjon angitt):

- Dimensjonerende utslippsscenario for kapasitet/omfang av beredskapsløsning: Utslipet med start 16.9.1986. Ved slutført simulering har dette scenariet størst restmengde inn til kyst- og strandsone, 346 tonn.
- Dimensjonerende utslippsscenario for responstid: Utslipet med start 15.1.1970. Scenariet har korteste drivtid til land av samtlige simuleringer innen boreperioden, tilsvarende 3,4 døgn.
- Illustrasjon av effekten mht. reduksjon av miljørisiko på åpent hav: Utslipet med start 28.5.1982, som har høyest miljørisiko for ressurser på havoverflaten, uttrykt ved bestandstap for lunde på åpent hav.
- Illustrasjon av effekten mht. reduksjon i utstrekning av berørt landareal: Utslipet med start 28.5.1988, som har flest berørte landruter med strandet emulsjon.

Disse scenariene benyttes videre for å vurdere virkning av beredskapsalternativene i ulike situasjoner for å sikre en robust beredskapsløsning.

Forventet effektivitet for dimensjonerende scenario for kapasitet/omfang av beredskap benyttes sammen med rate og oljens egenskaper til å dimensjonere delbarrierer i de ulike tiltaksalternativene (barriere 1 og 2, se kapittel 9). I tillegg vil videre analyse av scenariet benyttes for dimensjonering av barriere 3 og 4.

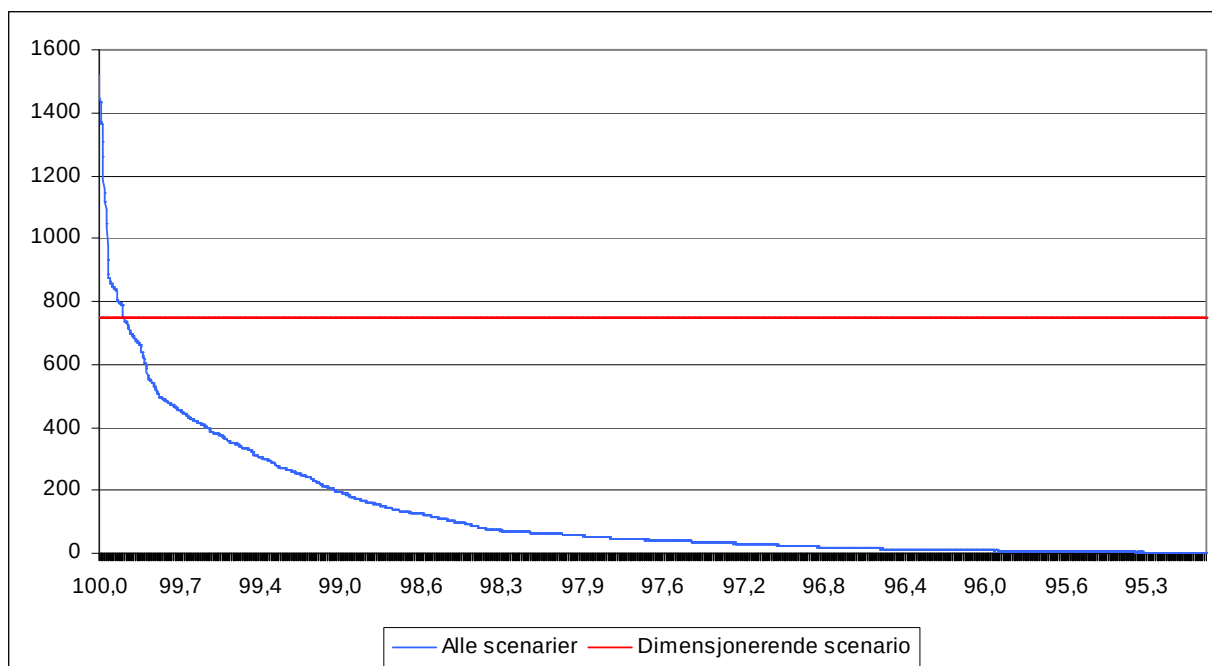
Dimensjonerende scenario for responstid benyttes for å dimensjonere responstid for beredskap i barriere 3 og 4.

8.1 Vurdering av bruk av rate og forventet varighet i beredskapsanalysen

Det er modellert 3600 simulering for hver rate- og varighetskombinasjon. Totalt er det 5 kombinasjoner (1 rate og 5 varigheter) for både overflate og sjøbunnsutslipp, i alt 10 rate-varighetskombinasjoner. Dette gir et utfallsrom på 36000 enkeltsimuleringer av oljedrift. Hver av disse simuleringene har en sannsynlighet knyttet til seg basert på følgende faktorer:

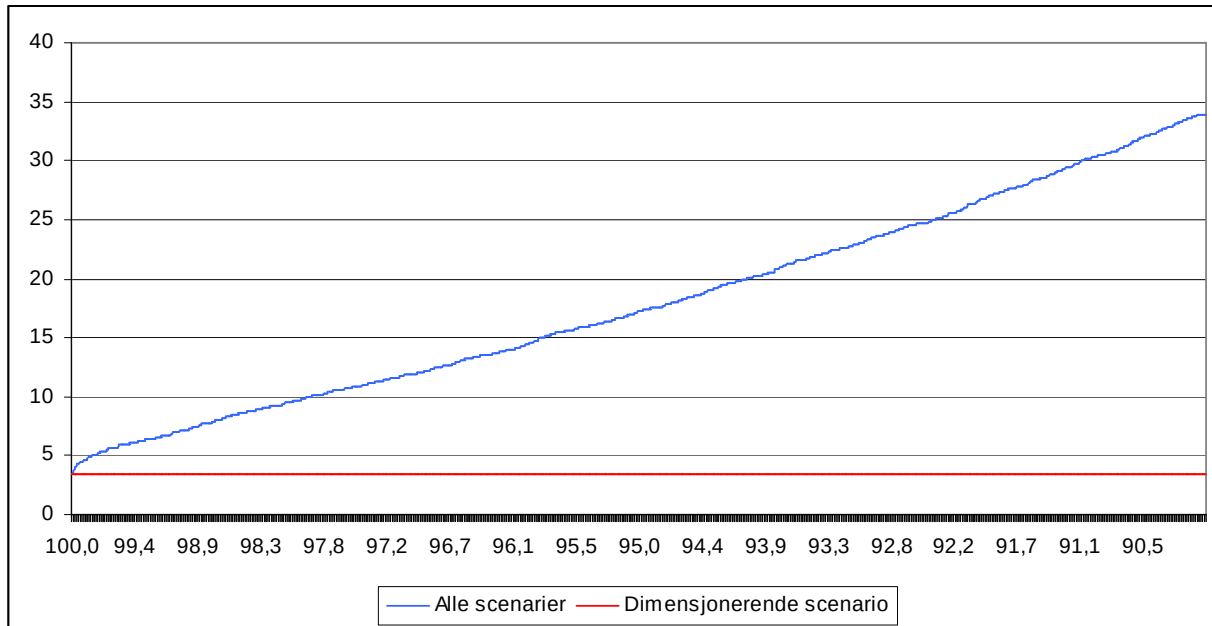
$$P_{\text{sim}} = (P_{\text{utslipp}} * P_{\text{top/sub}} * P_{\text{rate}} * P_{\text{varighet}}) / 36000$$

Samtlige av disse scenariene er deretter rangert etter strandingsmengde og det er beregnet kumulativ sannsynlighet for den angitte strandingsmengden. Resultatet viser at det er hele 99,9 % sannsynlighet for at strandingsmengdene blir mindre enn for det dimensjonerende scenariet som er valgt med basis i vektet rate og varighet. Kun overflateutslipp er vist i figurene da sjøbunnsutslipp (75 % av totalsannsynligheten) ikke medfører stranding av olje.



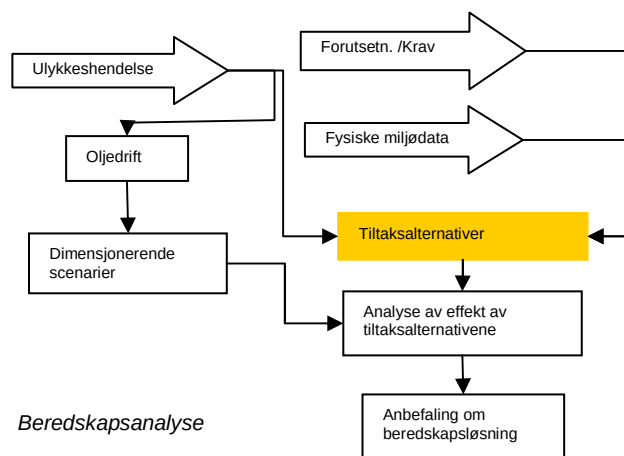
Figur 8-3 Kumulativ sannsynlighet for mengde oljeemulsjon i kyst- og strandsone.

Når det gjelder drivtid vil den korteste drivtid i vektet rate og varighet tilsvare korteste drivtid også i de resterende simuleringer og ligger derved som et "worst case" scenario blant samtlige simuleringer.



Figur 8-4 Kumulativ sannsynlighet for drivtid inn til land.

9.0 Tiltaksalternativer



Beredskap er et konsekvensreducerende tiltak, og skal derfor i utgangspunktet stå i forhold til miljørisiko. Statoil sine styringskriterier tilsier at miljørisikoen skal reduseres dersom kostnadene ikke står i vesentlig misforhold til miljøgevinsten tiltaket medfører. I dette tilfellet har Statoil som utgangspunkt for analysen valgt å ha et beredskapssystem plassert på beredskapsfartøyet ved riggen under boring i oljeførende lag.

Tabell 9-1 Kriterier for valg av tiltaksalternativer for barriere 1 og 2

Tiltaksalternativ	Kriterier for valg av delbarrierer	Barrierer
Tiltaksalternativ 1	Tiltaksalternativet skal ha tilstrekkelig kapasitet i hver delbarriere.	Barriere 1 – 1 system Barriere 2 – 1 system
Tiltaksalternativ 2	Tiltaksalternativet skal ved introduksjon av ytterligere delbarrierer gi en halvering av mengde ut av barriere 2 i forhold til tiltaksalternativ 1	Delbarriere 1A – 1 system Delbarriere 1B – 1 system Delbarriere 2A – 1 system
Tiltaksalternativ 3	Tiltaksalternativet skal ved introduksjon av ytterligere delbarrierer gi en halvering av mengde ut av barriere 2 i forhold til tiltaksalternativ 2	Delbarriere 1A – 1 system Delbarriere 1B – 1 system Delbarriere 1C – 1 system Delbarriere 2A – 1 system

Basert på rate, forventet effektivitet i dimensjonerende scenario for omfang/kapasitet og oljens egenskaper er følgende alternative beredskapsløsninger (tiltaksalternativer) identifisert i forhold til kriteriene gitt over og er videre analysert i denne analysen:

Tiltaksalternativ 1

Alternativet omfatter følgende:

- 1 NOFO system i barriere 1
- 1 NOFO system i barriere 2

Tiltaksalternativ 2

Alternativet omfatter følgende:

- 1 NOFO-system i delbarriere 1A
- 1 NOFO-system i delbarriere 1B
- 1 NOFO/KV-system i barriere 2

Tiltaksalternativ 3

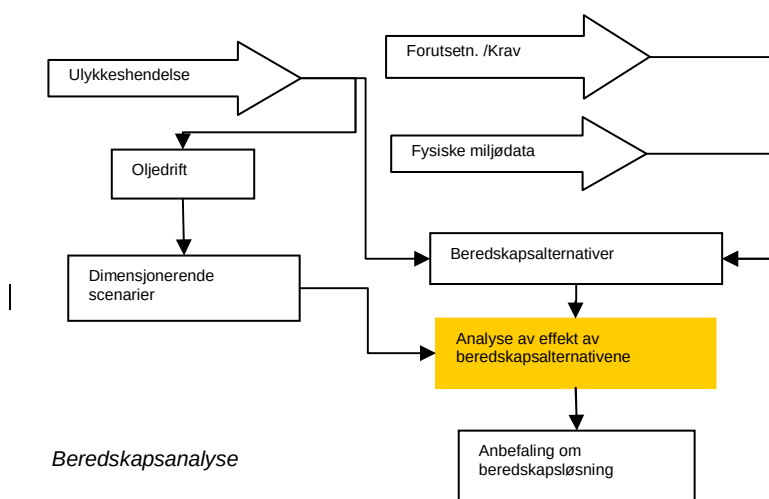
Alternativet omfatter følgende:

- 1 NOFO-system i delbarriere 1A
- 1 NOFO-system i delbarriere 1B
- 1 NOFO-system i delbarriere 1C
- 1 NOFO/KV-system i barriere 2 A

I tillegg til disse tre tiltaksalternativene vises også utfallet av simuleringene uten tiltak for oppsamling av olje.

Dimensjonering av barriere 3 og 4 baseres på resultatene fra den videre analysen og presenteres i kapittel 12.0.

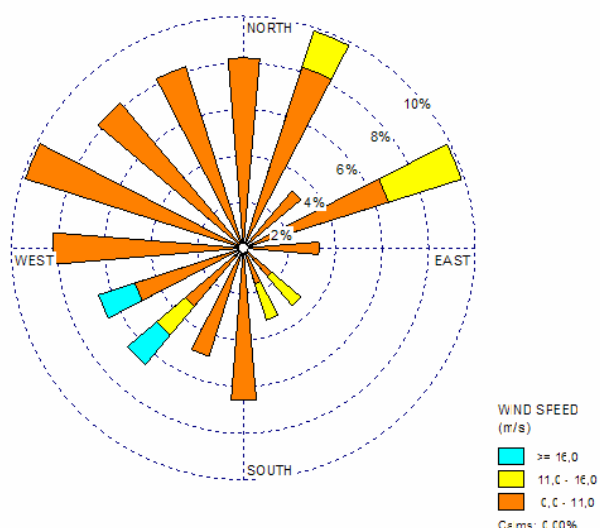
10.0 Vurdering av effekt av tiltaksalternativene 1-3



10.1 Dimensjonerende scenario med hensyn på kapasitet/omfang av beredskap

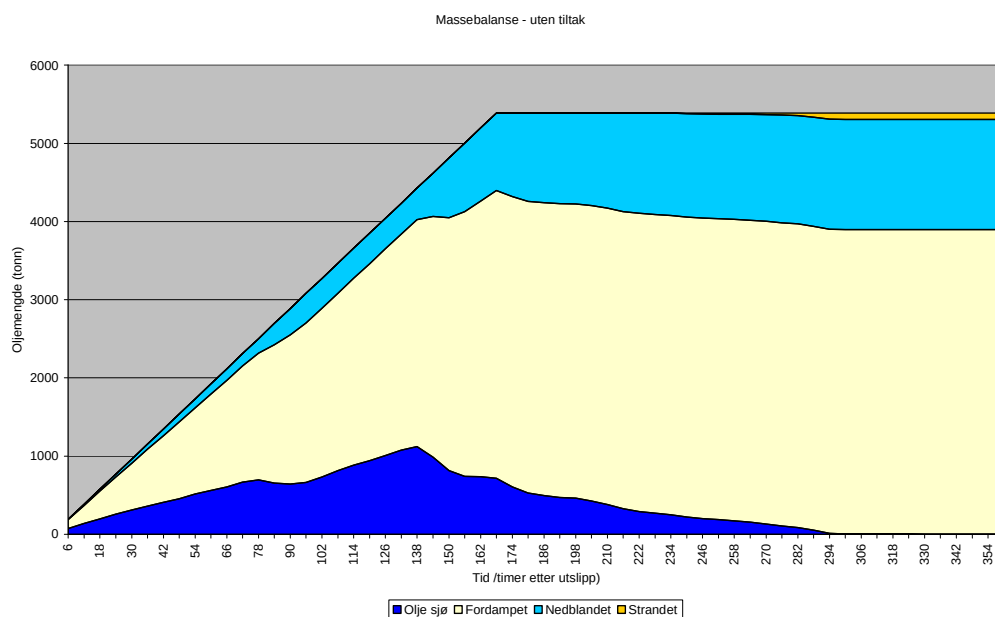
Utslippsscenariet som gav størst strandet restmengde er det dimensjonerende scenariet mhp. kapasitet/omfang av beredskapen i barriere 1-4.

Utslippet starter 16. september 1986 og i løpet av de første 15 døgnet varierer vinden stort sett mellom nord og nordvestlig vind med midlere styrke på rundt 8 m/s (se Figur 10-1).

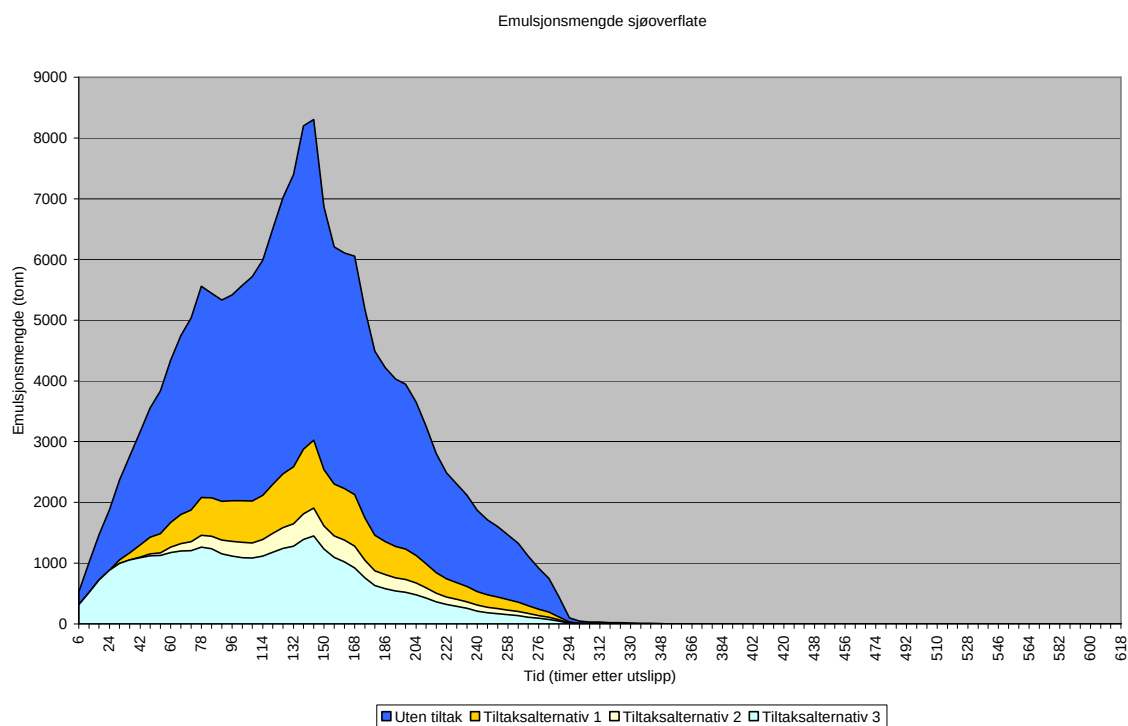


Figur 10-1 Vindforhold gjennom simuleringen for dimensjonerende scenario for kapasitet/omfang, inndelt i kategoriene 0-11 m/s, 11-16 m/s og > 16 m/s. Vindrosen angir retning hvor det blåser fra og prosentvis fordeling.

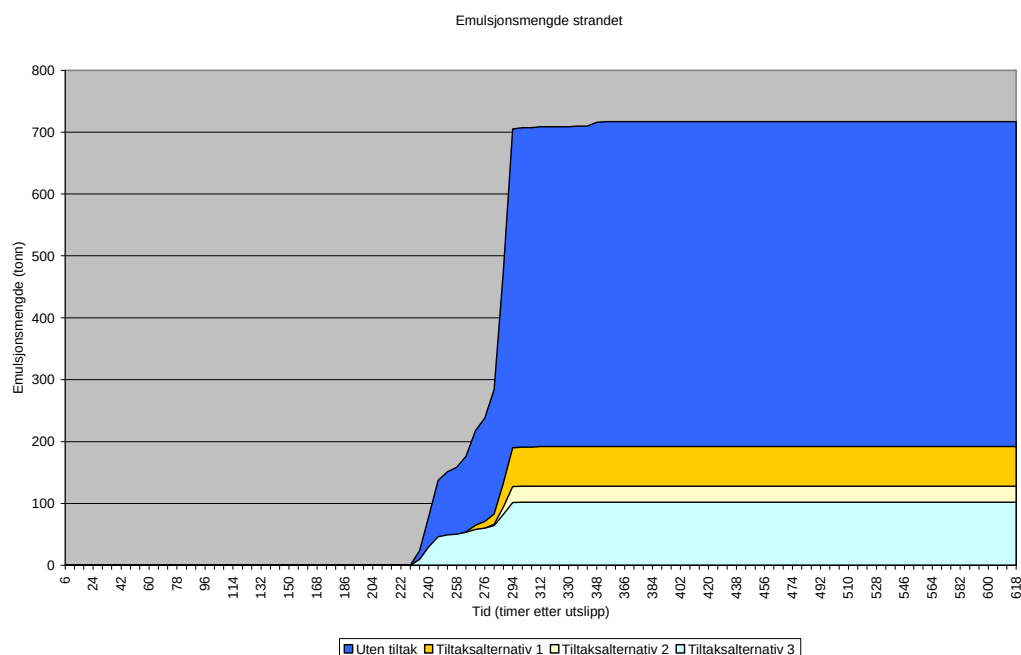
Figur 10-2 presenterer massebalansen for utslippet, mens Figur 10-3 og Figur 10-4 viser samlet effekt av barriere 1 og 2 for de ulike beredskapsløsningene på hhv. oljemengde på havoverflaten og total strandingsmengde.



Figur 10-2 Massebalansen til dimensjonerende scenario (kapasitet/omfang) uten beredskapstiltak.



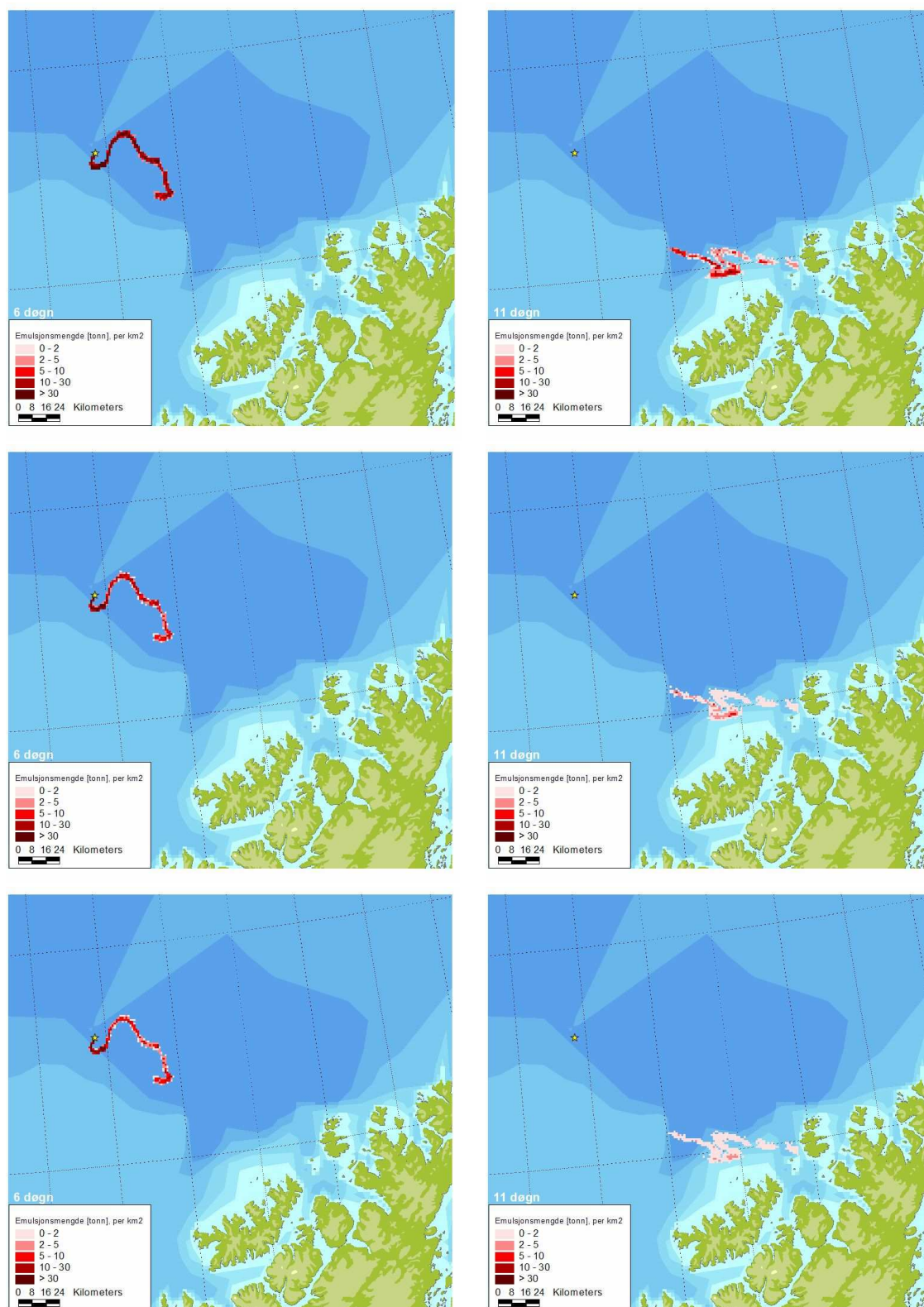
Figur 10-3 Emulsjonsmengde på havoverflaten for dimensjonerende scenario (kapasitet/omfang) ved ulike tiltaksalternativer.



Figur 10-4 Emulsjonsmengde inn til kyst- og strandsone for dimensjonerende scenario (kapasitet/omfang) ved ulike tiltaksalternativer.

Maksimal mengde emulsjon på overflaten er i overkant av 8300 m³ ca. 6 døgn etter utslippets start uten effekt av oljevernberedskap. Effekten av standard beredskapsløsning bidrar til betydelig reduksjon av oljemengde på overflaten og tilsvarende reduksjon i olje inn til kyst- og strandsone. Med utvidet beredskap reduseres oljemengden inn til kyst- og strandsone ytterligere.

Figur 10-5 illustrerer emulsjonsmengde og utbredelse på havoverflaten ved ulike tidspunkt etter utslippet. Figuren viser også effekten av de ulike beredskapsalternativene på mengde og utbredelse.

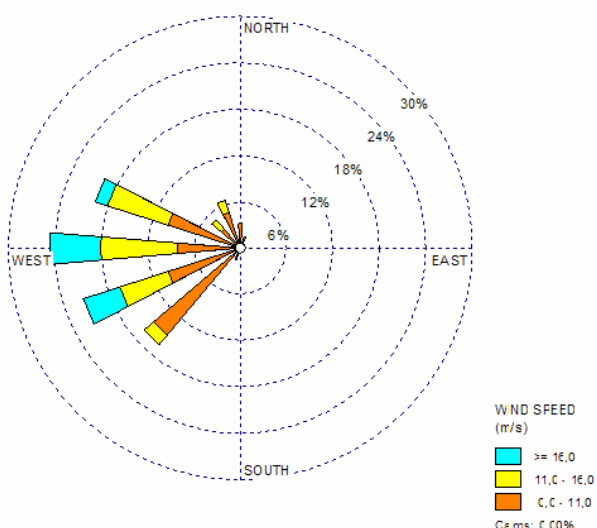


Figur 10-5 Emulsjonsmengde på havoverflaten for dimensjonerende scenario (kapasitet/omfang), uten tiltak (øverst), med tiltaksalternativ 1 (midten) og tiltaksalternativ 2 (nederst) for tidspunktene 6 dogn og 11 dogn etter utslippets start. Tiltaksalternativ 3 reduserer mengden ytterligere.

10.2 Dimensjonerende scenario med hensyn til responstid

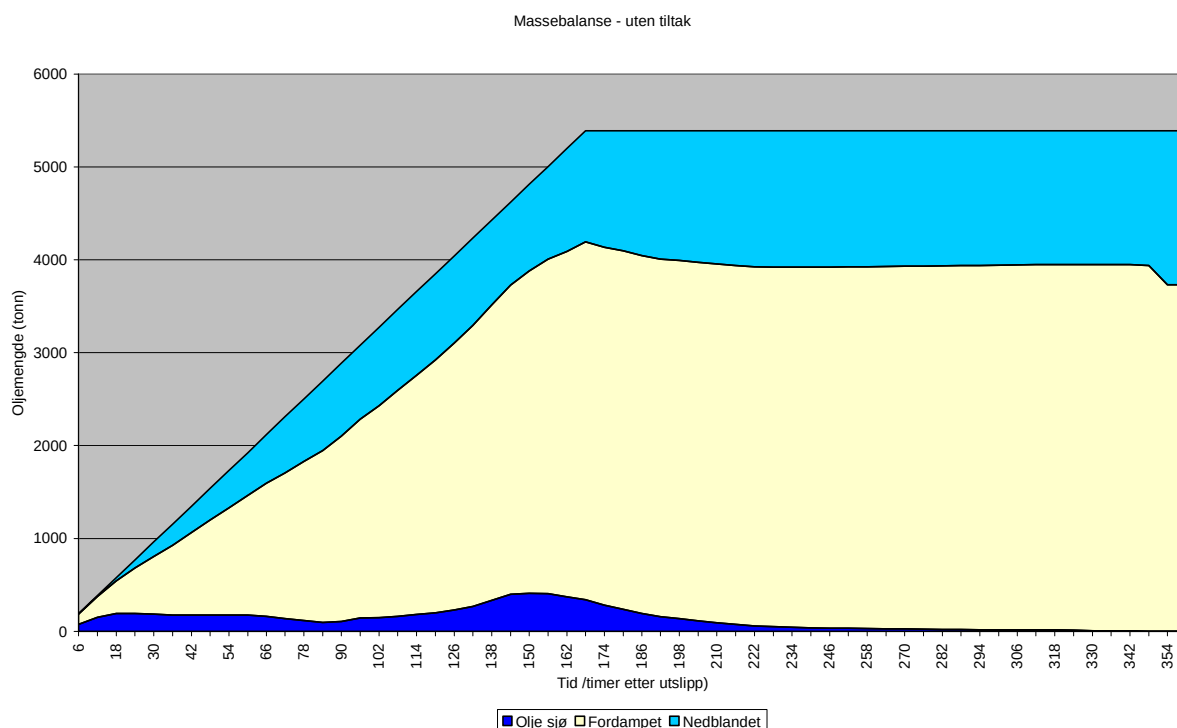
Utslippsscenariet som gir korteste drivtid til land er det dimensjonerende scenariet mht. responstid for barriere 3 og 4. Scenariet har en drivtid på 3,4 døgn inn til land.

Utslippet starter 15. januar 1970, og i løpet av de første 15 døgn er vinden stort sett vestlig med midlere styrke på rundt 10 m/s (se Figur 10-6).

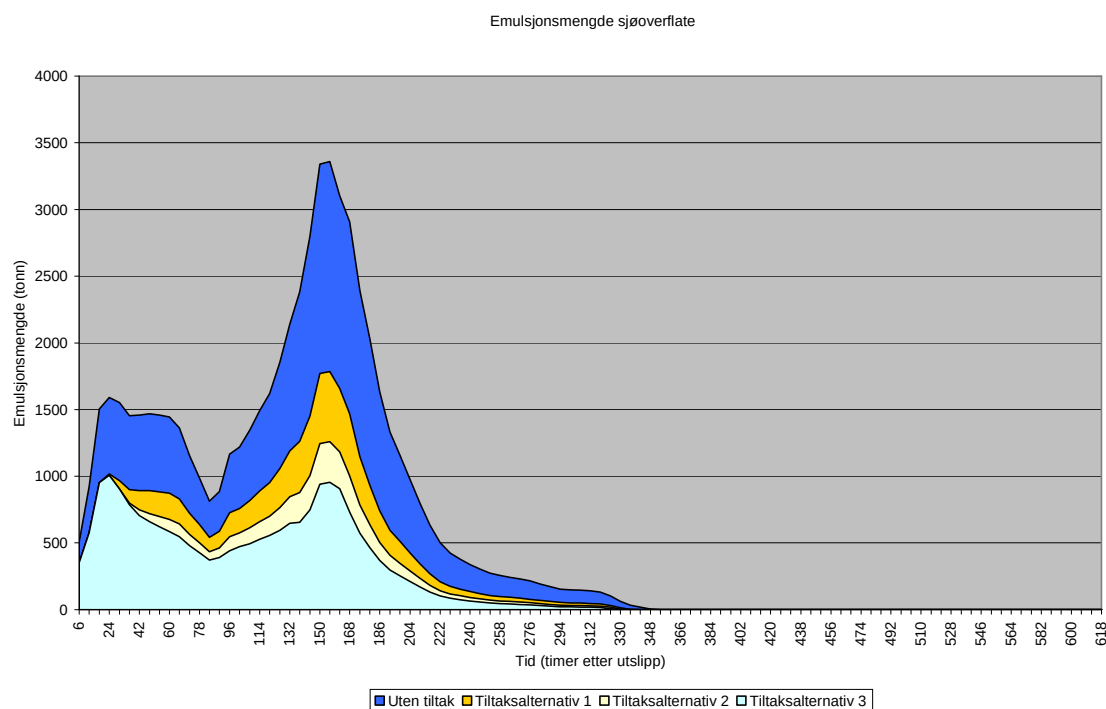


Figur 10-6 Vindforhold gjennom simuleringen for dimensjonerende scenario for responstid, inndelt i kategoriene 0-11 m/s, 11-16 m/s og > 16 m/s. Vindrosen angir retning hvor det blåser fra og prosentvis fordeling.

Figur 10-7 presenterer massebalansen for utslippet, mens Figur 10-8 viser effekt av de ulike beredskapsløsningene på oljemengde på havoverflaten. Selv uten beredskapstiltak er det en veldig liten mengde olje som strander i dette scenariet (< 1 tonn) og det er derfor ikke vist noen figur for stranding.



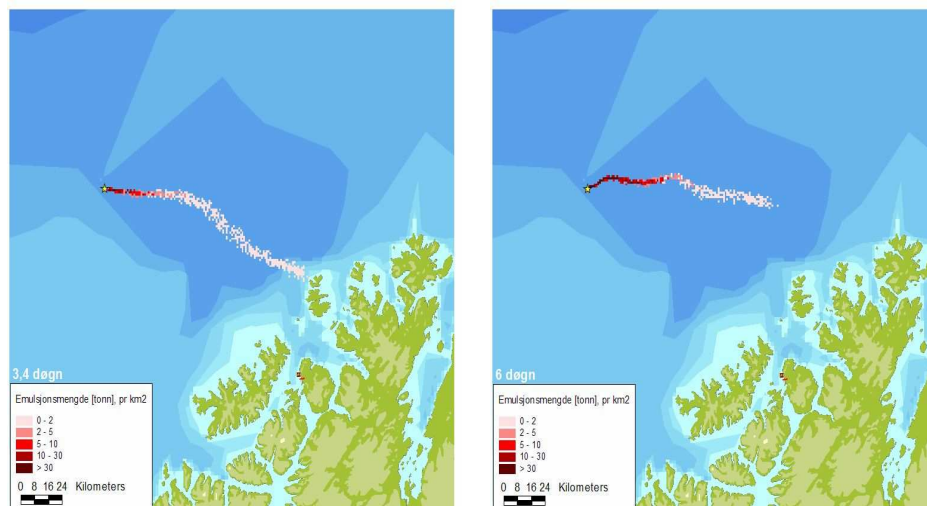
Figur 10-7 Massebalansen til dimensjonerende scenario for responstid uten beredskapstiltak.



Figur 10-8 Emulsjonsmengde på havoverflaten for dimensjonerende scenario for responstid ved ulike tiltaksalternativer.

Figur 10-9 illustrerer emulsjonsmengde og utbredelse på havoverflaten ved stranding ved Rolvsøy etter 3,4 døgn. Som nevnt er det en liten mengde emulsjon som strander selv uten

tiltak (< 1 tonn), og flaket driver nordover etter strandingen (som vist etter 6 døgn). Figuren viser drivbanen til scenariet ved en situasjon uten tiltak.

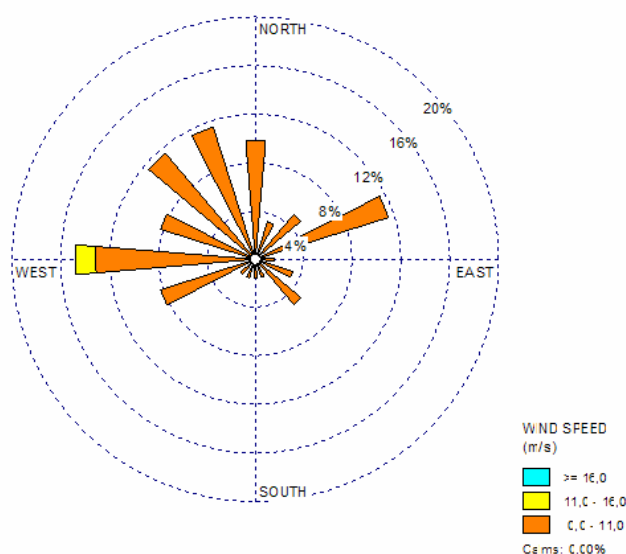


Figur 10-9 Emulsjonsmengde på havoverflaten for scenariet med kortest drivtid, uten tiltak, for tidspunktene 3,4 døgn (korteste drivtid) og 6 døgn etter utslippets start.

10.3 Illustrerende scenario med hensyn på berørt strandareal

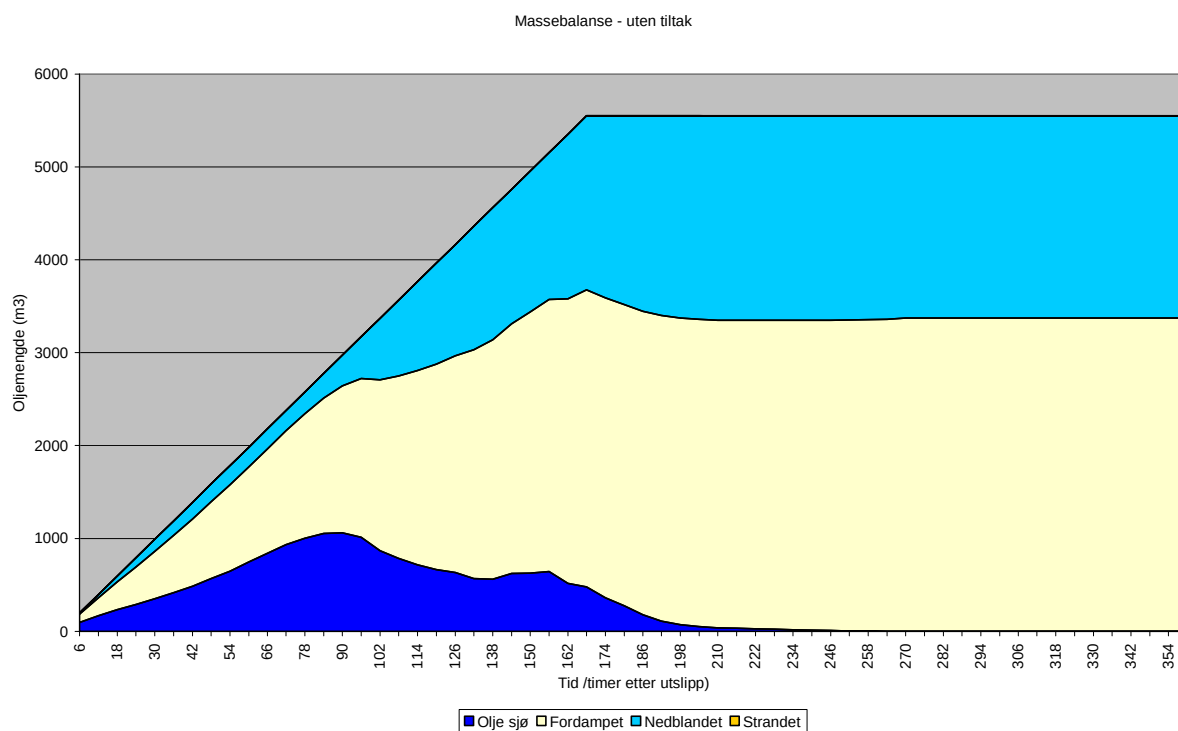
Utslippsscenarioet som gav størst berørt strandareal er vist i dette delkapitlet.

Utslipet starter 28. mai 1988, og i løpet av de første 15 døgn varierer vinden betraktelig mellom vestlig, nordvestlig, nordlig og nordøstlig vind med midlere styrke på rundt 6 m/s (se Figur 10-10).

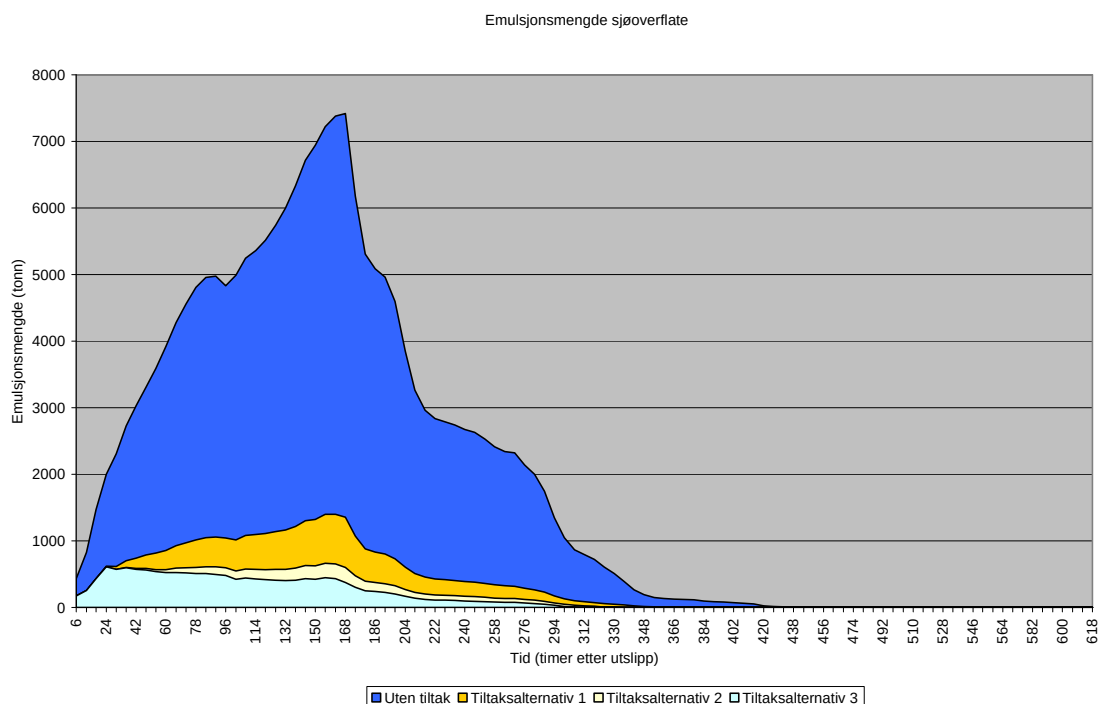


Figur 10-10 Vindforhold gjennom simuleringen for illustrerende scenario som gir størst berørt landområde, inndelt i kategoriene 0-11 m/s, 11-16 m/s og > 16 m/s. Vindrosen angir retning hvor det blåser fra og prosentvis fordeling.

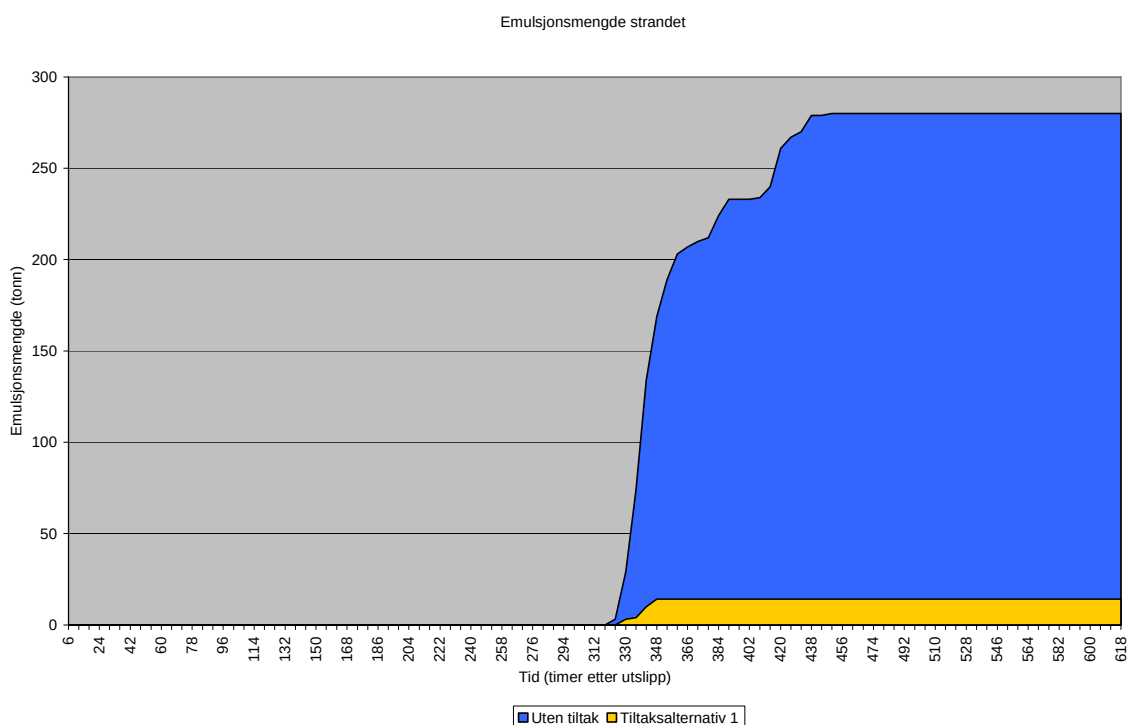
Figur 10-11 presenterer massebalansen for utslippet, mens Figur 10-12 og Figur 10-13 viser effekt av de ulike beredskapsløsningene på hhv. oljemengde på havoverflaten og total strandingsmengde. Mengde olje som strandes er 33 tonn (tilsvarende 280 tonn emulsjon).



Figur 10-11 Massebalansen til illustrerende scenario som gir størst berørt landområde uten beredskapstiltak.

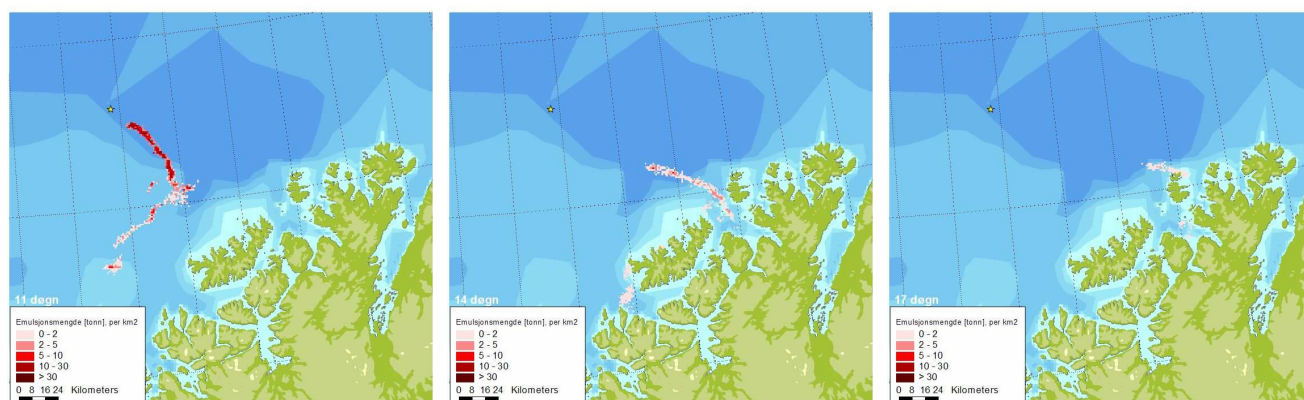


Figur 10-12 Emulsjonsmengde på havoverflaten for dimensjonerende scenario som gir størst berørt landområde ved ulike tiltaksalternativer.



Figur 10-13 Emulsjonsmengde inn til kyst- og strandsone for illustrerende scenario som gir størst berørt landområde ved ulike tiltaksalternativer. Tiltaksalternativ 2 og 3 resulterer i ingen stranding for dette scenariet.

Figur 10-14 illustrerer emulsjonsmengde og utbredelse på havoverflaten ved ulike tidspunkt etter utslippet.



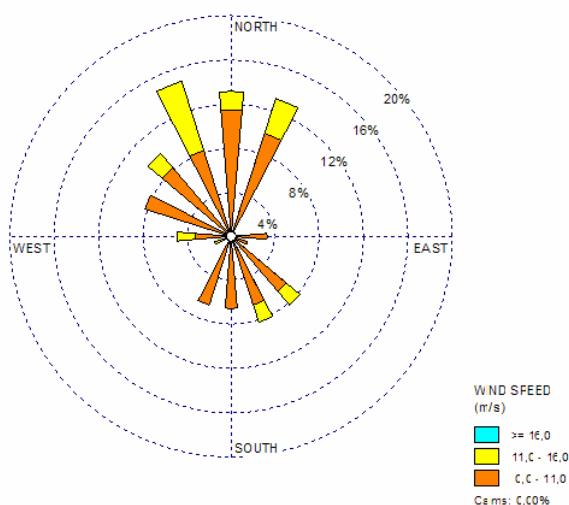
Figur 10-14 Emulsjonsmengde på havoverflaten for scenariet med størst berørt område i forventet boreperiode, uten tiltak, for tidspunktene 11 døgn og 14 døgn og 17 døgn etter utslippets start.

Som man ser av figuren driver flaket i dette scenariet nordover og eksponerer området fra Sørøya i sør til området Ingøya/Hjelmsøya i nord.

10.4 Illustrerende scenario med hensyn på miljørisiko på åpent hav

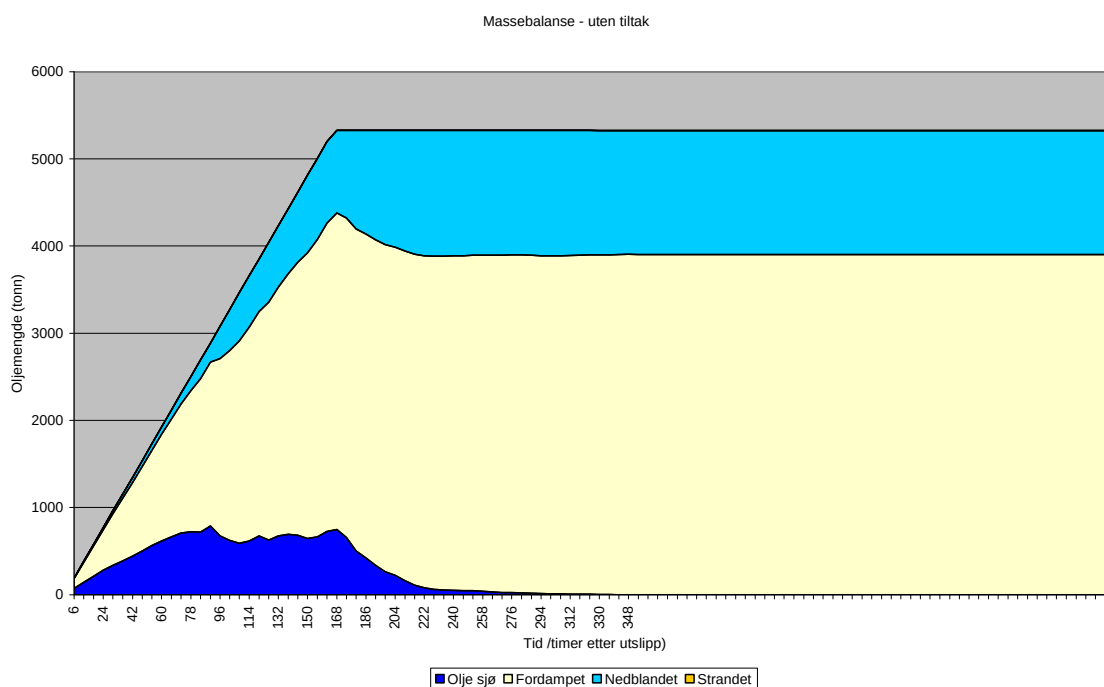
Utslippsscenariet som gav den høyeste miljørisikoen på åpent hav er vist i dette delkapitlet.

Utslippet starter 28. mai 1982, og i løpet av de første 15 døgn er vinden stort sett nordlig med midlere styrke på rundt 8 m/s (se Figur 10-15).

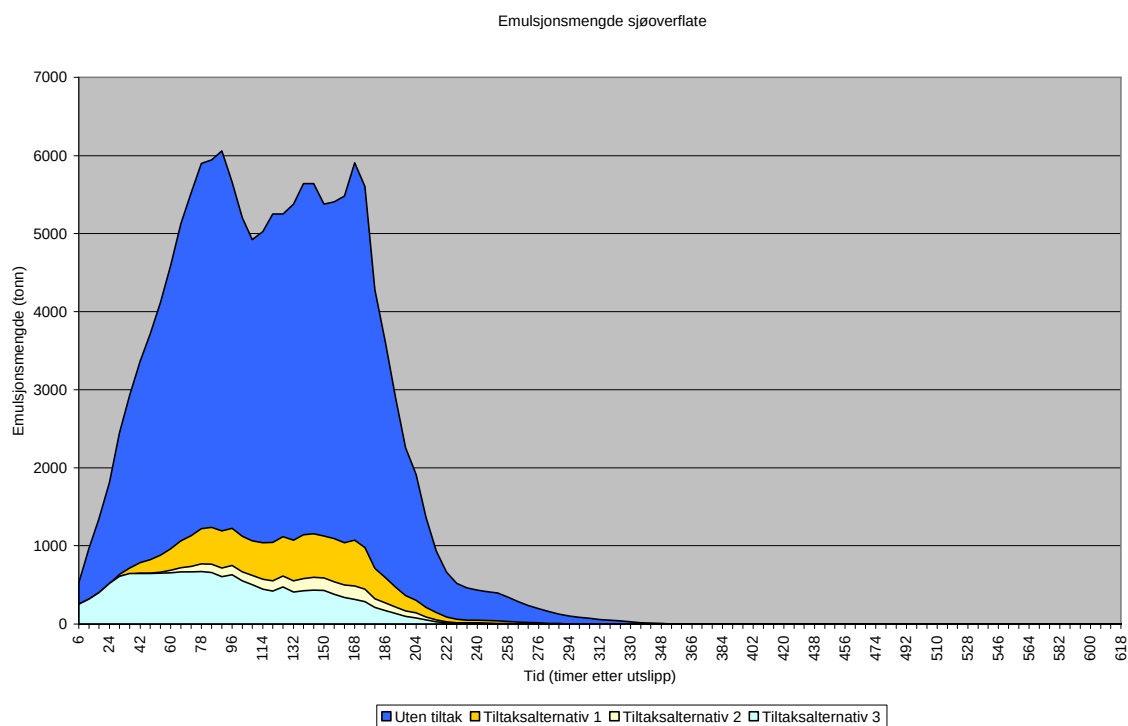


Figur 10-15 Vindforhold gjennom simuleringen for scenario med høyest miljørisiko, inndelt i kategoriene 0-11 m/s, 11-16 m/s og > 16 m/s. Vindrosen angir retning hvor det blåser fra og prosentvis fordeling.

Figur 10-16 presenterer massebalansen for utslippet, mens Figur 10-17 viser effekt av de ulike beredskapsløsningene på oljemengde på havoverflaten. Tiltaksalternativene medførte ingen stranding for dette scenariet og figur for strandingsmengder er derfor ikke vist.



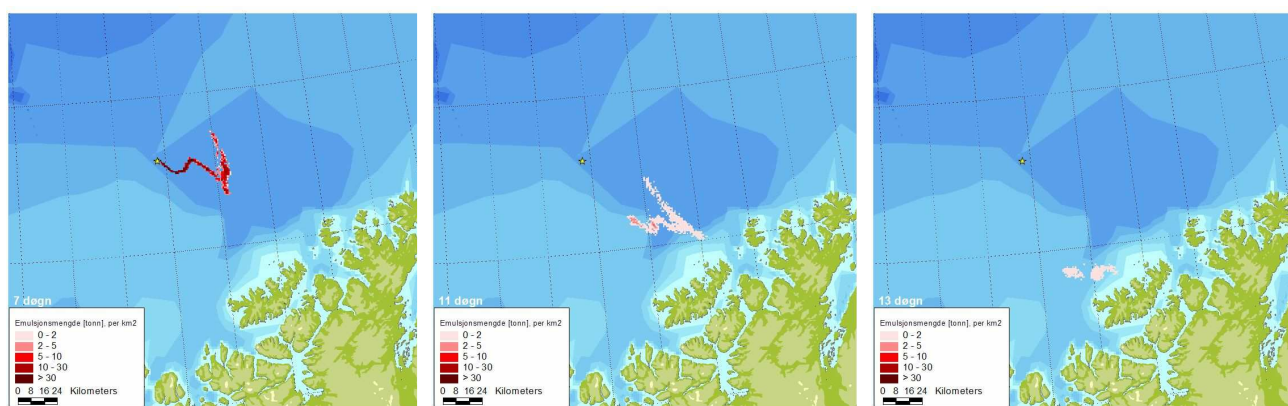
Figur 10-16 Massebalansen til dimensjonerende scenario med høyest miljørisiko uten beredskapstiltak.



Figur 10-17 Massebalanse av dimensjonerende scenario med høyest miljørisiko ved ulike tiltaksalternativer vist ved oljemengde på havoverflaten.

Scenariet er i mai måned med meget gunstige lys- og vindforhold noe som gir en høy effekt av beredskapstiltak. Tiltaksalternativ 1 gir stor reduksjon av mengde oljeemulsjon på overflaten, mens de andre tiltakene medfører ytterligere reduksjon.

Figur 10-18 illustrerer emulsjonsmengde og utbredelse på havoverflaten ved ulike tidspunkt etter utslippet.



Figur 10-18 Emulsjonsmengde på havoverflaten for scenariet med høyest miljørisiko, uten tiltak, for tidspunktene 7 dogn, 11 dogn og 13 dogn etter utslippets start.

11.0 Vurdering fra oljedriftsmodellering av kondensat

Det er tidligere gjennomført spredningsberegninger for utslipp av ustabilisert Snøhvit kondensat (NOFO, 2001), som viser at utslippet har svært høy fordampning, med en utbredelse på overflaten begrenset til utslippspunktets nærområde.

I forvittringsstudien for Snøhvit kondensat konkluderes det med følgende hovedpunkter når det gjelder egenskaper til kondensatet (Sintef 2001):

- Snøhvit kondensat vil fordampe raskt, og vil miste ca. 90 % av sitt opprinnelige volum etter noen dager på overflaten.
- Snøhvit kondensat vil ikke emulgere. Vannopptak vil dermed ikke bidra til økning i kondensatets viskositet ved forvitring på sjøen.
- Kondensatet vil ha svært lave viskositeter under hele forvittringsforløpet og vil være vanskelig å samle opp i en lense på grunn av stor spredning, og på grunn av at kondensatet unnslipper under lensa.
- Det kan forventes høy naturlig dispergering for Snøhvit kondensat etter et utslipp, forutsatt en viss energi på havoverflaten (>5 m/s vind). Kombinert med høy avdamping vil dette føre til relativ kort levetid for kondensatet på sjøoverflaten.

For å belyse utfallet av et rent kondensatutslipp er scenariet som gir størst strandet mengde ved utslipp av en blandingsolje, også modellert med Snøhvit kondensat. I Figur 11-1 vises utbredelse av Snøhvit kondensat ved ulike tidspunkt (rate benyttet er $1000\text{m}^3/\text{d}$).



Figur 11-1 Utstrekning av kondensatflaket ved 1, 3 og 6 døgn.

Simuleringene for dette scenariet viser at kondensatflaket har en relativ kort levetid på overflaten grunnet svært høy fordampning og nedblanding. Dette er i tråd med hva oljedriftsberegningene i 2001 viser (NOFO, 2001). Samlet sett vil maksimal utstrekning på influensområdet være ca. 20 km, men det er da snakk om svært små mengder kondensat på overflaten (ca. $30\text{ kg}/\text{km}^2$).

11.1 Bekjempelsesstrategi ved utslipp av ustabilisert Snøhvit kondensat

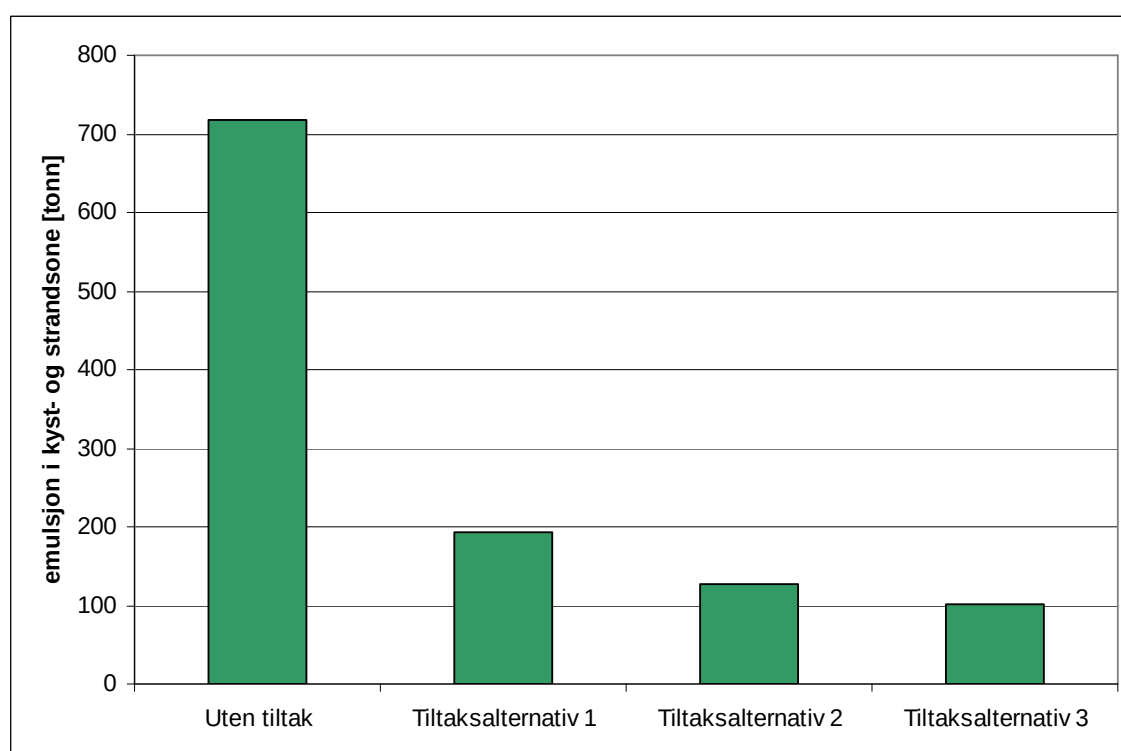
Overvåking og fjernmåling, samt etterkantundersøkelser er de primære beredskapstiltakene. Grunnet gasskonsentrasjoner fra fordampning av kondensat vil sikkerhet alltid være en viktig

faktor ved bekjempelse av utslippet. Beredskapsstrategien vil være å følge "flaket" på noe avstand, og først gjennomføre mekanisk oppsamling når de lette komponentene har dampet av. Kun svært begrensede restmengder forventes på overflaten. Det foretas operative vurderinger av hvorvidt restene er tilgjengelig på opptak. For å sikre fleksibilitet anbefales at fartøy nr. 1 i tillegg til HiWax og Transrec oljeopptaker også utstyres med Foftail oljeopptaker eller tilsvarende. I tillegg anbefales at fartøyet utstyres med absorberende lense, for anvendelse ved eventuelle mindre utslipp.

12.0 Sammenligning av tiltaksalternativene

Oljedriftsberegningene viser begrensede mengder strandet emulsjon. Tiltaksalternativ 1 medfører en betydelig reduksjon i mengde emulsjon inn til kyst- og strandsone sammenlignet med ingen tiltak.

Tiltaksalternativ 2 gir en ytterligere reduksjon i mengde emulsjon i kyst og strandsone og gir i tillegg en større fleksibilitet enn tiltaksalternativ 1. Tiltaksalternativ 3 gir en marginal oppsamlingseffekt i forhold til tiltaksalternativ 2.



Figur 12-1 Emulsjonsmengde inn til kyst- og strandsone 14,5 døgn etter utslippets start for dimensjonerende scenario for kapasitet/omfang (størst strandet mengde), henholdsvis uten effekt av beredskap (uten tiltak) og med effekt av beredskap (tiltaksalternativ 1-3)

12.1 Vurdering av behov i barriere 3 og 4

Ressursene i disse barrierene må ha et omfang tilstrekkelig til å samle opp frittflytende oljeemulsjon som har passert foregående barrierer. Behovene angitt i foreliggende analyse er

på generelt nivå, og er beregnet på bakgrunn av system-/ og barriereeffektivitet i barriere 1 og 2 i dimensjonerende scenario for kapasitet/omfang (scenario med størst strandet restmengde). Beregningen tar hensyn til systembehov i forhold til opptakskapasitet og oljemengde.

Beregnet effekt av tiltaksalternativ 1-3 medfører et behov for 1 kystsystem i barriere 3 og 1 fjordsystem i barriere 4.

13.0 Anbefalt beredskapsløsning

Tiltaksalternativ 2 anbefales fordi dette gir en større oppsamlingseffekt enn tiltaksalternativ 1, samt at det også gir større fleksibilitet i forhold til tiltaksalternativ 1. Den anbefalte beredskapsløsningen er vist i tabell 12-1. For håndtering av mindre utslipp og for å sikre fleksibilitet anbefales følgende plassert på beredskapsfartøyet med oljevernutstyr:

- 1 stk. FoxTail eller tilsvarende oljeopptaker
- 200 m absorberende lenser

Spesielt under vår-/vinterforhold må det sikres pumpbarhet av oppsamlet olje og oljeemulsjon, dette kan for eksempel gjøres ved heating av tanker, alternativt transportable heatere. Spesielt med tanke på sikkerhet forutsettes at gassmålere benyttes for å sikre forsvarlig utførelse av operasjonen.

Tabell 13-1 Anbefalt beredskapsløsning

Barriere 1 Bekjempelse på åpent hav nær kilden	
Systemer og responstid	System 1: innen 2 timer – fra feltet (beredskapsfartøy) System 2: innen 24 timer
Antall systemer i barrieren:	2 NOFO-system
Barriere 2 Bekjempelse på åpent hav og inn mot kystsonen	
Systemer og responstid	System 3: innen 35 timer
Antall systemer i barrieren:	1 NOFO- eller KV-system
Barriere 3 – Bekjempelse i kystsonen og beskyttelse av sårbare naturressurser	
Systemer og responstid	1 kystsystem innen 3 døgn
Antall systemer i barrieren:	1 system
Barriere 4 – Bekjempelse i fjordområder og beskyttelse av sårbare naturressurser	
Systemer og responstid	1 fjordsystem innen 3 døgn
Antall systemer i barrieren:	1 system
Barriere 5 – Bekjempelse på strand	
Systemer og responstid	Detaljeres i beredskapsplanen
Felles	Tankfartøy og lagringsenheter for oppsamlet olje
Overvåkning, fjernmåling og etterkantundersøkelser	- Visuell observasjon og kontroll ved tanking/lagring - Kontroll av forbruk av kjemikalier og drivstoff - Teknisk overvåkning av bore- og brønnoperasjoner - Bruk av radarsatellittjeneste - Beredskapsfartøy utstyrt med oljedetekterende radar - Visuell observasjon av havoverflaten fra rigg og beredskapsfartøy - Visuell observasjon ved hjelp av systematiske søk med fartøy - Helikopter for visuell observasjon og bruk av FLIR kamera - Overvåkingsfly med SLAR, IR/UV, video, foto - Iverksettelse av etterkantundersøkelser

14.0 Sammenlikning med tidligere boringer på Snøhvit

I forbindelse med tidligere boringer på Snøhvitfeltet ble det i februar 2004 gjort en Miljørisiko- og Beredskapsanalyse av Statoil (Statoil, 2004). I analysen antok man en utslippsrate på 1580 – 1910 tonn/døgn av en oljetype lik Norne oljen. Analysen konkluderte med at 1 system på felt og 1 system ved basen i Hammerfest var dekkende for beredskapsbehovet under boringene.

Til sammenlikning er det i denne analysen antatt en rate på 769 tonn/døgn av Snøhvit blend olje. Analysen konkluderer, som beskrevet i forgående kapittel, med en anbefalt beredskap som omfatter 2 systemer i regionen (hvorav 1 på felt) og et tredje system (barriere2) med responstid på 35 timer.

15.0 Referanser

1	Statoil 2006a. Beregning av utblåsningsrater for brønn 7120/6-2, E-post fra Sigbjørn Høyland til Terje H. Møgster, 31.07.06
2	Statoil 2004. Miljørisiko- og beredskapsanalyse, oljevern for Snøhvit – offshore – februar 2004. 12.2.2004.
3	Scandpower 2006: "Blowout and Well Release Frequencies – based on Sintef Offshore Blowout Database 2005".
4	Sintef 2006a: "Blowout and Well Release Characteristics and Frequencies, 2005.
5	Sintef 2006b: "Snøhvit blandingsolje – forvitringsegenskaper", 20.9.2006
6	Sintef 2006c: " Snøhvit blandingsolje – forvitringsegenskaper, oppdatert 2.10.2006", 2.10.2006.
7	NOFO, 2001: Beredskapsanalyse – Snøhvit, rapport nr. 1079-01-01, mai 2001
8	DNV, 2006a: Miljørisikoanalyse for avgrensningsboring på Snøhvit, rapport nr.2006-1694, 16 oktober 2006
9	DNV, 2006b: Miljørettet beredskapsanalyse – Snøhvit, rapport nr. 2006-1627, 16 oktober 2006

Appendix I – Metodebeskrivelse

1.0 Generell metodebeskrivelse

1.1 Innledning

Ved utslipp av olje til sjø gjennomgår oljen en rekke fysiske og kjemiske endringer, som er illustrert i Figur 1-1. De viktigste prosessene er:

- **Fordampning** av flyktige fraksjoner av oljen – som reduserer volumet som skal bekjempes. Fordampning øker generelt med økende vindstyrke, mens den maksimalt oppnåelige graden av fordampning varierer med oljens kjemiske sammensetning.
- **Nedblanding** som resultat av vind og bølger – som også reduserer volumet som skal bekjempes. Nedblanding øker generelt med økende vindstyrke, mens den maksimalt oppnåelige graden av nedblanding varierer med oljens kjemiske sammensetning.
- **Vannopptak** som resultat av at oljen danner en emulsjon – noe som øker volumet som skal bekjempes. Vannopptak (prosentvis vanninnhold) øker generelt med økende vindstyrke, inntil den maksimalt oppnåelige grensen, som varierer fra oljetype til oljetype.

Avhengig av oljetype og vindforhold vil dermed volumet av oljeemulsjon på overflaten kunne avvike fra utslippsmengden.

Kravene til beredskapstiltakene er derfor utformet slik at kapasiteten skal være tilstrekkelig til å bekjempe beregnet volum av oljeemulsjon, gitt av utslippsrate, vindforhold og oljetype.

Totaleffekten av beredskapstiltak kan også uttrykkes på to måter, på bakgrunn av de prosessene som er nevnt tidligere (se også Figur 1-1):

- **Absolutt effekt** uttrykker hvor stor andel av det totale utslippet som er blitt bekjempet ved de beredskapstiltak som settes inn. I disse beregningene inkluderes fordampning og naturlig nedblanding.
- **Relativ effekt** uttrykker hvor stor andel av den olje som er tilgjengelig for bekjempning på overflaten som er blitt bekjempet ved de beredskapstiltak som settes inn.

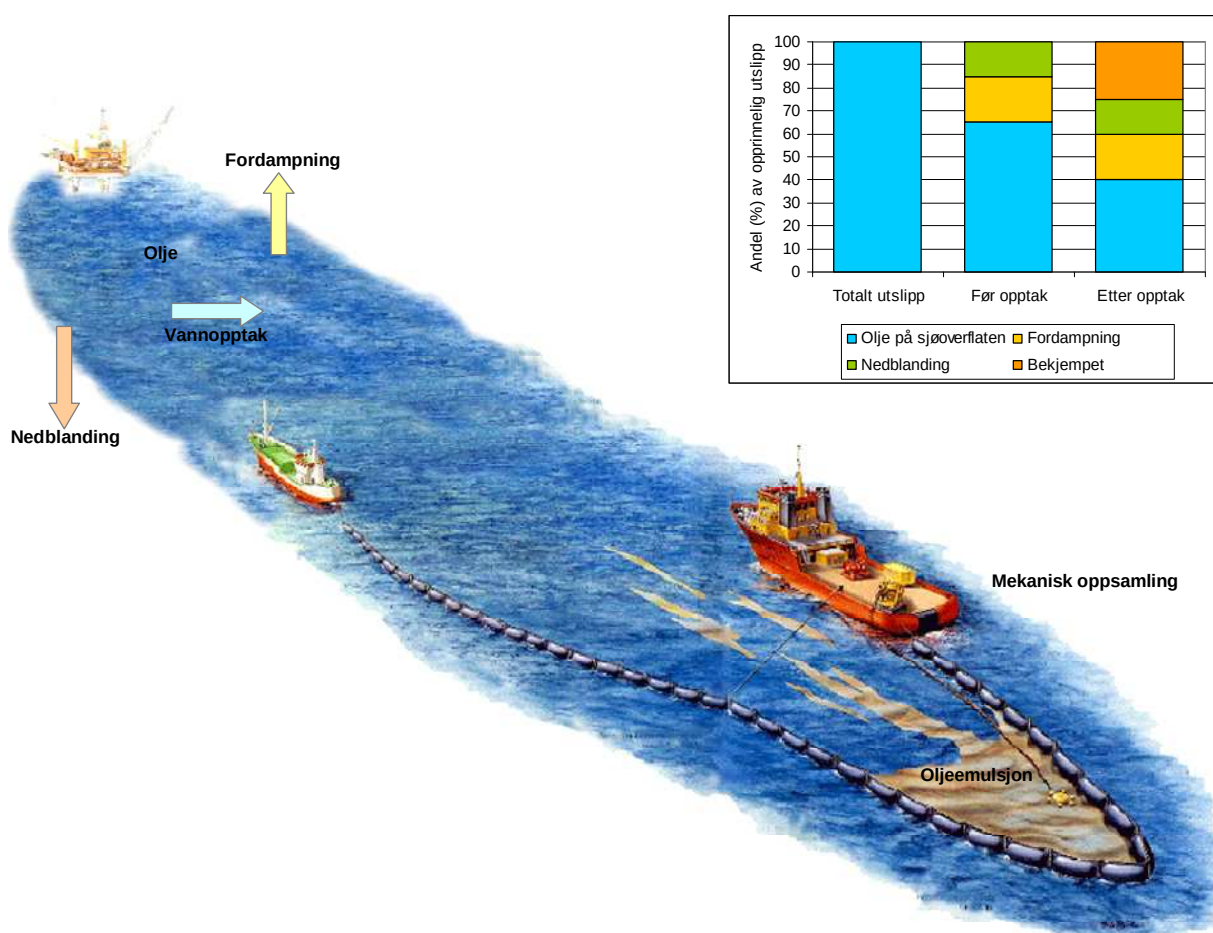
For en gitt hendelse vil absolutt effekt ha en lavere tallverdi enn relativ effekt. Gitt et eksempel for et utslipp hvor 25 % fordampes, 25 % blandes ned, og 50 % av gjenværende oljemengde samles opp, vil *absolutt effekt* være 25 %, mens *relativ effekt* er 50 %.

Under et utslipp som varer over noe tid vil vær, vind- og strømforhold variere, og derved påvirke utfall og forløp. Dette er grunnen til at man gjennomfører et stort antall simuleringer av oljedrift, som følger utviklingen av historiske vær-situasjoner. Man får således et spenn i mulige utfall. Disse inkluderer følgende forløp:

- Lav *Absolutt* effekt og lav *Relativ* effekt (lite olje tilgjengelig for oppsamling, hoveddelen av utslippet fordampet eller naturlig nedblandet).

- Høy *Absolutt* effekt og høy *Relativ* effekt (vellykket oppsamling av oljen som er på havoverflaten, med en liten andel fordampet og nedblandet olje).
- Lav *Absolutt* effekt og høy *Relativ* effekt (vellykket oppsamling av oljen som er på havoverflaten, mens hoveddelen av utslippet fordampet eller ble naturlig nedblandet)

Dette spennet i mulige utfall danner grunnlag for den miljørettede beredskapsanalysen.



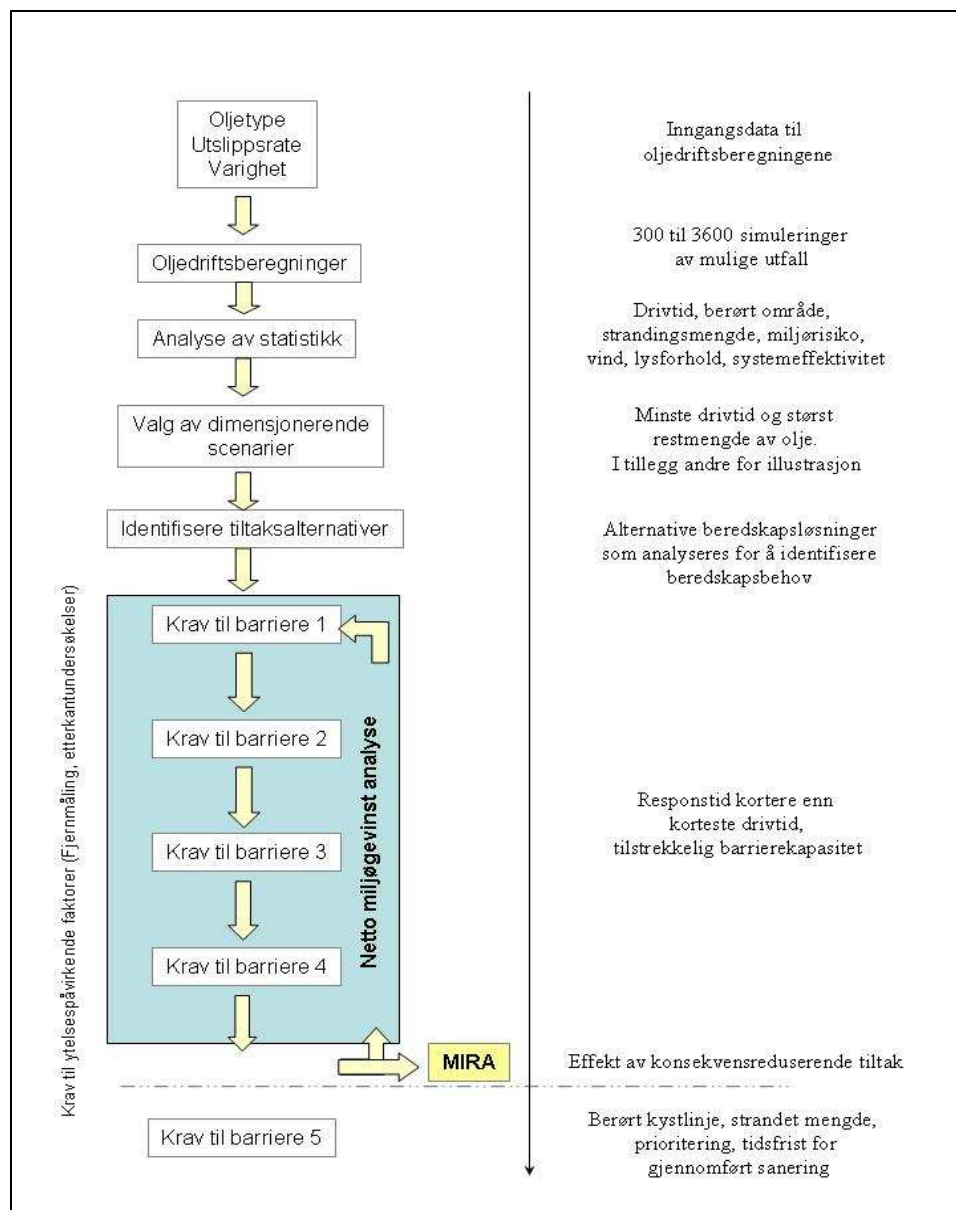
Figur 1-1 Illustrasjon som viser hvilke prosesser som påvirker oljen fra utslipp til bekjempelse. I øvre høyre del av figuren er det illustrert hvordan disse prosessene fører til reduksjon i olje på sjøoverflaten.

1.2 Elementene i beredskapsanalysen

Metodeutviklingen i 2004-2005 resulterte i beskrivelser av ytelseskrav og at metoden sikrer en høyere oppløsning og detaljeringsgrad i resultatene, blant annet ved at man forsøker å

fange opp flest mulige utfall av hendelser som utgangspunkt for beredskapsanalysene. Dette stiller igjen høye krav til inngangsdata (jfr. forhold identifisert i avsnitt 3.7).

Gjennomføring av en beredskapsanalyse omfatter mange ledd, med til dels omfattende beregninger i enkelte av disse. Figur 1-2 gir en overordnet illustrasjon av de viktigste ledd i analysen, og deres innbyrdes rekkefølge. En utfyllende beskrivelse av hvert enkelt ledd er gitt i det følgende.



Figur 1-2 Elementer som kan inngå i miljørettet beredskapsanalyse

1.3 Inngangsdata

Brønnteknisk informasjon utgjør viktige inngangsdata til analysen, og blir gitt av operatøren. Et sentralt element her er hvilken oljetype som forventes funnet. Basert på informasjon om reservoaret og eventuelle kjente funn i nærheten identifiseres en eller flere kjente råoljer som representative, og legges sammen med annen teknisk informasjon til grunn for modellering av utslippsrate og varighet.

Inn til neste ledd i analysen går:

- Oljetype
- Utslippsrate
- Forventet varighet av utslippet
- Utslippsdyp
- GOR (Gas Oil Ratio)

1.4 Oljedriftsberegninger

Oljedriftsberegninger gjennomføres med ovenstående inngangsdata. Vanligvis gjennomføres beregningene for en ukontrollert utblåsning, hvor utslippet skjer ved havbunnen eller over riggen til havoverflaten. Det gjennomføres minimum 300 og maksimum 3600 simuleringer, med tilfeldig valgte starttidspunkt og etterfølgende historisk vær (se egen beskrivelse av oljedriftsmodell).

Beregningene rapporteres statistisk og som enkeltsimuleringer, i henhold til NOFOs standard. Dette er informasjonen som går videre til neste ledd i analysen. Resultater fra oljedriftsberegningene er vist i kapittel 5.

1.5 Analyse av oljedriftsstatistikk

Resultatene fra statistiske oljedriftsberegninger etterbehandles i flere trinn. For hver enkelt av de 300 – 3600 simuleringene hentes det ut detaljert informasjon om starttidspunkt, minste drivtid til land, vindforhold, og oljemengde inn til kyst og strand. I tillegg beregnes miljørisiko for den mest utslagsgivende VØK i miljørisikoanalysen, for hver enkelt simulering. Deretter beregnes mørkeandel, og effektivitetsnivå av beredskap for hver simulering. Disse parametrene benyttes til å beregne en restmengde av olje inn til kyst og strand, som grunnlag for neste trinn i analysen.

Som resultat av disse trinnene og inngangsdata til neste trinn fremkommer følgende informasjon for hver enkelt simulering:

- **ID** – som er en entydig referanse til simuleringen
- **Starttidspunkt for simuleringen** – som er en tilfeldig dato fra perioden man har vindarkiv
- **Minste drivtid til land** – tiden i timer fra utslippets start til olje treffer kysten
- **Vindforhold** – midlere vindstyrke i de første 15 døgner av hendelsen

- **Strandet oljemengde** – over hele simuleringsperioden (varighet av utslippet og etterfølgende 30 døgn)
- **Miljørisiko** – bestandstap/oljemengde for en utslagsgivende VØK
- **Mørkeandel** – andel av døgnet med mørke hvor solen er lavere enn 60 under horisonten. Beregnes på grunnlag av starttidspunkt og borelokalitetens posisjon.
- **Beredskapseffektivitet** – gis av vindforhold og mørkeandel
- **Restmengde** – som illustrerer hvilken simulering som forventes å gi størst restmengde av olje inn til kyst og strand etter at beredskapstiltak i åpent hav er gjennomført.

1.6 Valg av dimensjonerende scenarier

Simuleringen med størst restmengde olje til kyst og strand etter effekt av ett system velges som dimensjonerende scenario mht. kapasitet/omfang av beredskap i barriere 1-4. Begrunnelsen for dette er at man da tar hensyn til redusert effekt i mørke, og ved høye vindstyrker. I tillegg vil simuleringen med minste drivtid til land hentes ut fra tabellen utarbeidet i foregående trinn, og drivtiden settes som minimumskrav til responstid for kystnær bekjempelse. Scenariet med størst strandet restmengde og korteste drivtid er to ulike scenarier.

I tillegg til ovenstående velges også scenarie med høyest miljørisiko for utvalgte ressurser ut for visualisering og videre beregninger av massebalanse.

1.7 Analyse av beredskapsbehov

Beredskapsbehov analyseres med utgangspunkt i dimensjonerende scenario (med størst restmengde olje inn til kyst og strand) og prinsipper utdypet i kommende avsnitt.

1.7.1 Definisjoner

Følgende begreper og definisjoner benyttes i den kvantitative analysen av beredskapseffektivitet:

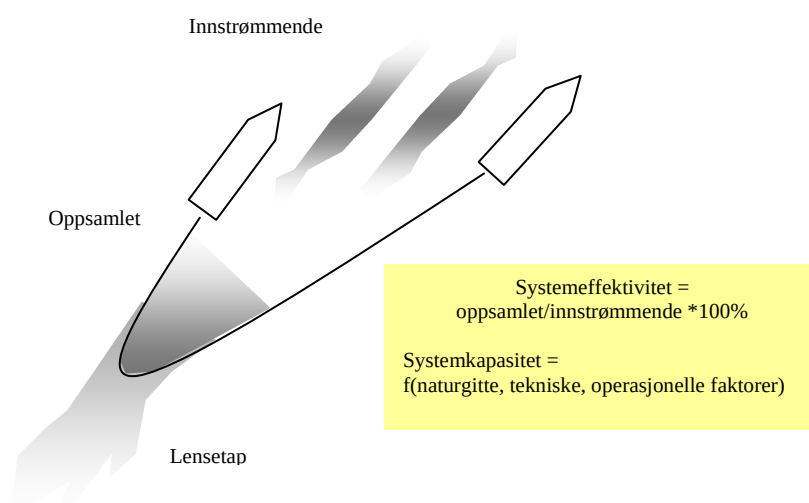
- **System:** fellesbetegnelse for et komplett oppsamlingssystem. For et NOFO system inkluderer dette to fartøy, 400 m lense, Transrec oljeopptager og lagringskapasitet på ca 1000 m³.
- **System-effektivitet:** (throughput efficiency) % av sveipet overflateolje som samles opp av ett system. Gjelder for ett system (lense, Transrec, to fartøy) (se Figur 1-3).
- **Systemtap:** % av sveipet overflateolje som unnslipper et system (primært lensetap). (dvs.: 100 % - systemeffektivitet)
- **Systemkapasitet:** oppsamlingskapasitet i m³/d for ett system; medregnet lossetid, ineffektiv tid, fritt vann osv. For Transrec er denne normalt satt til 2400 m³/d. Systemkapasiteten forutsetter tilstrekkelig tilgang på olje (i praksis overskudd av olje).

- **System-oppsamlingsrate:** Reelt forventet oppsamlet volum i m³/d for et system. Ved rikelig tilgang på olje skal denne være lik systemkapasiteten
- **Barriere:** fellesbetegnelse for en samlet aksjon i et avgrenset område; kan inkludere ett eller flere system.
- **Barriere-kapasitet:** summen av systemkapasitetene i en barriere. På samme måte som for system-kapasitet vil oppnåelse av systemkapasiteten forutsette overskudd av olje.
- **Barriere-effektivitet:** % av overflateolje som passerer en (tenkt) linje som samles opp av en barriere. Ved sidestilte system (bredt flak) vil effektivitet av en delbarriere maksimalt være lik system-effektiviteten, dersom hele flaket dekkes. Ved system etter hverandre (konsentrert flak – flere delbarrierer) vil barriere-effektiviteten kunne overstige system-effektiviteten.
- **Barrieretap:** % av overflateolje som passerer en (tenkt) linje som unnslipper en barriere.
- **Barriere-oppsamlingsrate:** Reelt forventet oppsamlet volum i m³/d for barrieren som helhet. Ved rikelig tilgang på olje skal denne være lik barrierekapasiteten
- **Relativ effekt:** % av total overflateolje som oppsamles
- **Absolutt effekt:** % av totalt utslippet som samles opp

Ytelseskrav til beredskapen kan uttrykkes på systemnivå, barrierenivå og for beredskapen som helhet (absolutt, relativ effekt).

1.7.2 Fastsettelse av ytelse på systemnivå

En barriere vil normalt bestå av ett eller flere system. Figur 1-3 illustrerer et standard system bestående av to fartøy, lense, oljeopptager og lagringskapasitet.

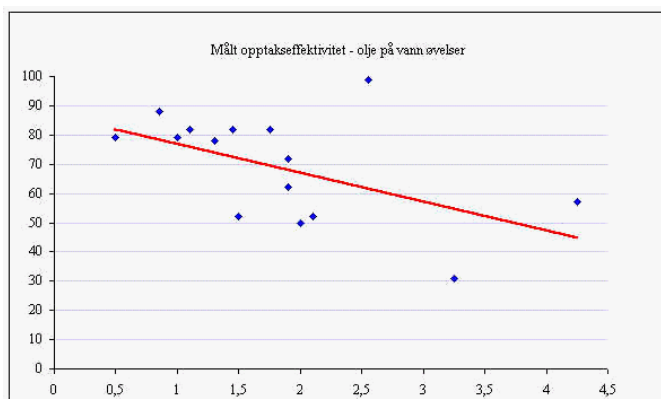


Figur 1-3 Systemeffektiviteten tilsvarer den andel av sveipet overflateolje som samles opp.

Systemeffektivitet

Systemeffektivitet er et uttrykk for hvor mye olje som lekker fra et lense-system og er dermed hovedsaklig relatert til lensetype, operasjonen, oljens egenskaper og bølge/strømforhold. Lysforhold påvirker i liten grad systemeffektiviteten (utover en mulig effekt på selve slepeoperasjonen).

Mange år med olje-på-vann-øvelsene har etablert kunnskap om oppsamlingseffektiviteten som oppnås med et NOFO-system som funksjon av bølgehøyde. Figur 1-4 gir en omtrentlig sammenheng mellom systemeffektivitet og bølgehøyde basert på dette erfaringsmaterialet.



Figur 1-4 Sammenheng mellom signifikant bølgehøyde (i meter) og systemeffektivitet (i prosent).

Øvelsene gir til en viss grad også kunnskap om hvordan oljens egenskaper påvirker oppsamlingseffektiviteten. Erfaringene har vist at det er fordelaktig å tillate oljen en periode på vannoverflaten for å avdampe lette komponenter og oppta noe vann, slik at viskositeten løftes. 1000 cP anvendes som en tommelfingerregel som nedre grense for effektiv bruk av NOFO systemene. Ved lavere viskositet vil lensetapet øke. Det legges derfor opp til å etablere Barriere 1 i en avstand tilsvarende 1-2 timers drivtid fra kilden (også av hensyn til sikkerhetsvurderinger).

Ved lengre tids opphold på vannet vil viskositeten og stivnepunktet øke og det kan danne seg oljeflak med høy viskositet. Systemeffektiviteten i større avstand fra kilden vil kunne bli høyere enn nær kilden, men flakene vil kunne være spredt over et stort område som medfører at aksjonen totalt sett blir mindre effektiv (lav barriereeffektivitet).

I analysen legges det til grunn en høyere systemeffektivitet for barriere 2 enn for barriere 1, men totalt sett en lavere barriereeffektivitet.

Systemkapasitet

Tall for systemkapasiteten er også etablert gjennom olje-på-vann-øvelser. Systemkapasiteten tar høyde for lossetid, mulig nedetid, drenering av fritt vann osv. Systemkapasiteten uttrykkes derfor som en gjennomsnittlig døgnkapasitet.

1.7.3 Fastsettelse av ytelse på barrierenivå

Når ytelsen er fastsatt for systemene vil dette inngå for å fastsette ytelsen for barrierene som systemene er en del av. Figur 1-5 skisserer en mulig barriereløsning og viser hvordan et visst antall systemer til sammen utgjør barrieren.

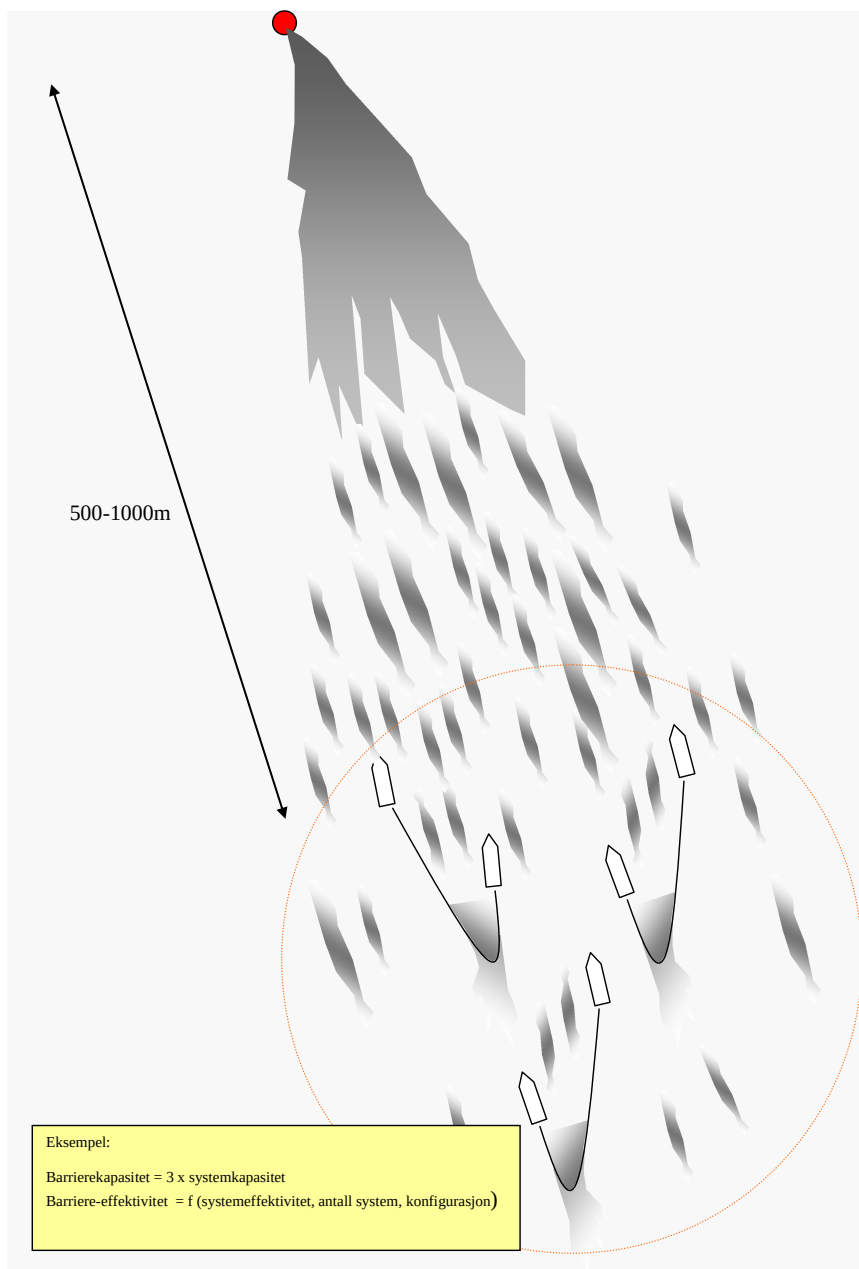
Barriere 1 skiller seg fra øvrige barrierer ved at den søker å danne en total barriere mot utslippet nær utslippslokaliteten og dimensjoneres dermed på bakgrunn av utblåsningsrater og forvitring i tidlig fase. Øvrige barrierer er selektive, de settes inn for å bekjempe spredte oljeflak og har som primært formål å hindre/ redusere påslag av olje på kysten. Disse dimensjoneres på bakgrunn av oljedriftsberegninger og forventet effekt av tidligere barrierer.

Barriereeffektivitet gir et uttrykk for den prosentvise andelen av overflatolje som samles opp av en barriere. Barriereeffektiviteten er derfor en funksjon av systemkapasitet, systemeffektiviteten, antall systemer og deres konfigurasjon. Barriereeffektiviteten er videre sterkt påvirket av lysforhold og andre muligheter for overvåkning/deteksjon.

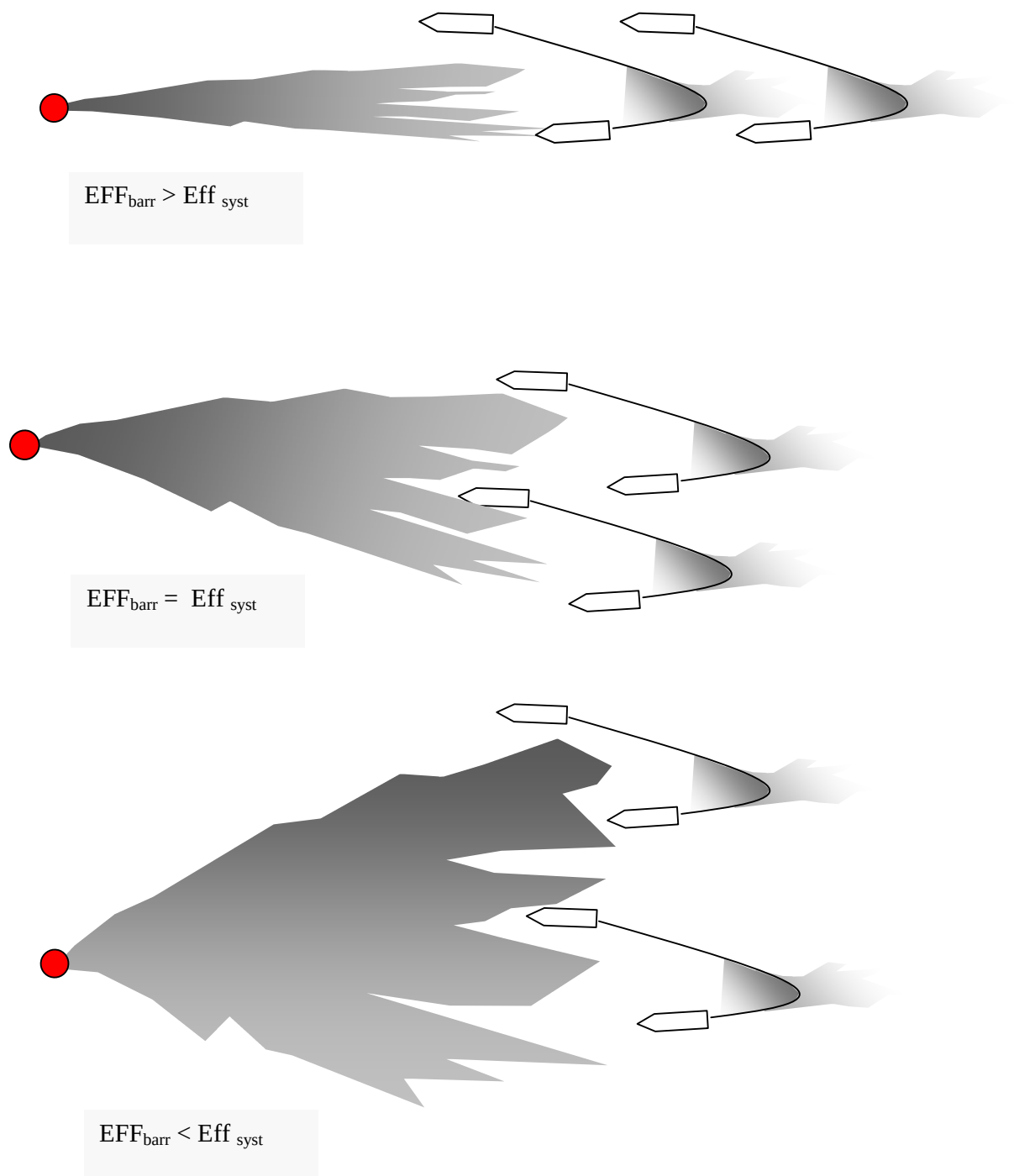
Figur 1-6 viser tre mulige konfigurasjoner av to system i en barriere i forhold til et av karaktertrekkene til et utslipp. Avhengig av utslippets bredde og anvendelsen av systemene kan barriereeffektiviteten være mindre, lik eller større enn systemeffektiviteten. I analysen er systemeffektiviteten satt som øvre grense for barriereeffektiviteten, som innebærer at en fullt utviklet delbarriere har en sveipebredde som overstiger flakbredden.

I analysen antas det videre at barriereeffektiviteten avtar med avstand fra kilden, og med antall passeringer/lekkasjer ved forutgående barrierer. Innen en hovedbarriere antas det med denne begrunnelsen en reduksjon på 20 % i oppnåelig effektivitet fra delbarriere til delbarriere.

Fra hovedbarriere 1 til hovedbarriere 2 antas i denne analysen at barriereeffektiviteten avtar med 50 %. Barriere 2 antas å være i betydelig avstand fra barriere 1 (6 - 12 timers drivtid). Systemeffektiviteten på dette punktet antas å være høyere enn ved barriere 1.



Figur 1-5 En barriere består av ett eller flere systemer som utgjør en samlet aksjon i et avgrenset område.



Figur 1-6 Illustrasjon av hvordan barriereeffektiviteten varierer med flakets utbredelse og konfigurasjon av en barriere bestående av to systemer.

1.7.4 Ytelsespåvirkende faktorer /egnethet av beredskapsløsninger

Ytelseskrav til beredskapen kan som vist uttrykkes på systemnivå, barrierenivå og for beredskapen som helhet (absolutt, relativ effekt). Ytelsen på alle disse nivåene er påvirket av en rekke faktorer og oppnåelse av ytelsesambisjoner forutsetter et bevisst forhold til disse. Faktorene relateres gjerne til utstyrets/løsningens egnethet.

Tabell 1-1 viser eksempel på et barriereskjema. Dette benyttes for å sammenstille og gjennomgå de enkelte elementene i beredskapen og har som hensikt å gi en oversiktlig og systematisk gjennomgang av faktorer som påvirker godheten/egnetheten av barrieren.

Skjemaet inndeles i naturgitte og påvirkbare parametere. I en kontinuerlig prosess for å vedlikeholde/forbedre beredskap er det vesentlig med best mulig kunnskap om naturgitte parametere og hvordan disse påvirker beredskapen.

I forhold til de påvirkbare parametrene bør beredskapsgjennomgangen demonstrere at beredskapsetableringen har tatt hensyn til disse slik at effektivitet/egnethet er best mulig. I den kontinuerlige prosessen med utviklinger/forbedringer bør parametere som antas å medføre størst gevinst i form av beredskapsytelse prioriteres.

Tabell 1-2 er en videre detaljering av barriereskjemaet der de viktigste faktorene som påvirker de enkelte ytelsesparametrene er identifisert. Ved valg av beredskapsløsning bør hvert av disse punktene adresseres (detaljert eller overordnet) for å underbygge eller modifisere effektivitetstall som legges til grunn.

Tabell 1-1 Eksempel på et barriereskjema

Ulykkeshendelse/ scenario: Oljeutslipp				
Barrierefunksjon	Barriere delfunksjon	Barriere-system	Ytelsespåvirkende faktorer	
			Naturgitte	Påvirkbare
hindre oljeutslipp (fastsettes av risikoanal)	delfunksjon 1	barriersystem 1 barriersystem 2	YF YF	YF YF
	delfunksjon 2	barriersystem 3 barriersystem 4	YF YF	YF YF
Hindre drift/spredning av olje flak bort fra nærsone	Oppdage utslipp	Skips-radar		operatørens erfaring teknologiens egnethet vaktordning tilstedeværelse av fartøy
		Visuell overvåkning	lys	vaktordning fartøyets lokalitet
	Mekanisk bekjempelse (barriere 1&2)	lense-system	meteorologiske forhold oseanografiske forhold oljefflak Oljeegenskaper	lysforhold/effektivitet av overvåkningsstøtte utstyrets pålitelighet/robusthet/egnethet mobiliseringstid personell erfaring/kompetanse
		oppsamlings-enhet (skimmere)	meteorologiske forhold oseanografiske forhold oljefflakets tykkelse oljens egenskaper (viskositet,	utstyrets egnethet utstyrets pålitelighet/robusthet mobiliseringstid personell erfaring/kompetanse
	Overvåkningsstøtte til	skipsradar		operatørens erfaring teknologiens egnethet vaktordning tilstedeværelse av fartøy
		IR/UV aerostat	Værforhold	personell erfaring/kompetanse
		Helikopter-overvåkning	Værforhold	personell erfaring/kompetanse
Hindre påslag av olje på kysten	Detektore/overvåke utslipp	Fjernovervåkning - satellitt	returperioder værforhold	
		Kystverket flyovervåkn	værforhold	operatørens erfaring
	Mekanisk bekjempelse	lense-system	meteorologiske forhold oseanografiske forhold Oljefflak Oljeegenskaper	lysforhold/effektivitet av overvåkningsstøtte utstyrets pålitelighet/robusthet/egnethet mobiliseringstid personell erfaring/kompetanse
		oppsamling-enhet (skimmere)	oljens egenskaper (viskositet,	utstyrets egnethet utstyrets pålitelighet/robusthet mobiliseringstid personell erfaring/kompetanse

Tabell 1-2 Viktige ytelsespåvirkende faktorer

Ytelses - måltall	Ytelsespåvirkende faktorer		Kommentar./relaterte parametere
	Naturgitte	Påvirkbare	
Systemeffektivitet (lensetap)	Bølger, strøm		Sammenheng etablert gjennom olje-på-vann øvelser
	Oljens egenskaper ved tid for opptak		Forvitningsstudier. Bølgeforhold.
		Lensens dypgang, konstruksjon, hydrodynamiske egenskaper	Utstyrsutvikling/ testing foretatt.
		Oppsamlingsenhetens effektivitet	Påvirket av oljens egenskaper, oljelagets akkumulerte tykkelse osv. Se testresultater.
		Slepehastighet, operasjon	Erfaring, strømforhold, manøvrerbarhet av fartøy. Øvelsesnivå
Systemkapasitet		Oljeopptagerkapasitet	Bølger, oljeegenskaper
		Tid for lossing, dødtid osv	Operasjonelle forhold. Mørke
		Effektivitet av olje/vann separasjon	Oljeegenskaper, oppsett på fartøy
System-oppsamlingsrate	Tilgang på olje	Systemeffektivitet	Utslippets størrelse, emulgering, fordampning, nedblanding, tid /lokalitet for opptak
		Systemkapasitet	
Barriere-effektivitet	Oljens spredning	Antall system	NOFO strategier, øvelser
		Konfigurasjon	
		Systemeffektivitet	Oljens egenskaper, vind, bølger
		"Treffsikkerhet" (hvor stor andel som treffer barrieren)	Lys, operasjon, overvåkning, antall systemer
Barriere-kapasitet		Systemkapasitet	
		Antall systemer	
Barriere-oppsamlingsrate		Barrierekapasitet	
		Barriereeffektivitet	
		Tilgang på olje	

1.7.5 Tiltaksalternativer

Tiltaksalternativer (alternative beredskapsløsninger) identifiseres med utgangspunkt i resultater fra oljedriftsberegninger, oljens egenskaper, værforhold i området samt krav til beredskap. Virkningen av de ulike alternativene vurderes i analysen av beredskapsbehov. Mange alternativer vurderes innledningsvis og et fåtall velges ut for nærmere analyse.

Dispergering vil også vurderes under dette punktet. I henhold til Forurensningsforskriftens § 19-5 skal "dispergeringsmidler velges når dette, sammenliknet med andre metoder, totalt sett gir minst miljøskade og samtidig ikke medfører urimelige kostnader for beredskapspliktig virksomhet".

1.7.6 Barrierekrav

Barrierebehov nødvendig for å etablere en komplett barriere 1 fastsettes med utgangspunkt i ytelsen på systemnivå, ytelsen for barrierene og de ytelsespåvirkende faktorene (jf. beskrivelser i 3.7.2, 3.7.3 og 3.7.4). Deretter analyseres virkningen av de ulike tiltaksalternativene for det dimensjonerende scenariet.

Tabell 1-3 skisserer hvordan barrierekrav kan formuleres basert på den skisserte metoden.

Tabell 1-3 Formulering av barrierekrav

Barriere 1: Bekjempelse på åpent hav nær kilden	
Barriere: 1A	
Forutsetning	Barriere 1 innebærer oppsamling så nær kilden som mulig og dimensjoneres i forhold til utslippets forventede rater og meteorologiske/oseanografiske forhold. Barrieren kan bestå av flere delbarrierer. Barriere 1A – Oppsamling i nærsone til utslippet. Så nær kilden som sikkerhetsmessig forsvarlig. Det antas at oljen etter 2 timer på sjøen har antatt egenskaper som gjør den egnet for oppsamling samtidig som den har forflyttet seg tilstrekkelig bort fra kilden for gjennomføring av aksjon.
Målsetning	Barrierens formål er å danne en første total barriere mot oljeutslippet, dvs. oppnå en sveipebredde som overstiger flakets bredde. Ved oppnåelse av denne ambisjonen vil barriereeffektiviteten være lik systemeffektiviteten.
Krav	En komplett barriere 1A bør oppfylle følgende: En sveipebredde som overstiger forventet bredde av flaket med 50 %. Det antas en drivtid på 1 time, og oppsamling 500 – 1000 m fra utslippsstedet. Vil ha en barrierekapasitet (summen av systemkapasitetene) som overstiger forventet korrigert utslippsrate (korrigert for emulgering, fordampning, dispergering osv.)
Barriere: 1B	
Forutsetning	Barriere 1B – Oppsamling i nærsone til utslippet, men bak barriere 1A. Det antas at



	denne barrieren vil ha en 20 % redusert barriere-effektivitet i forhold til barriere 1A. Dette er begrunnet ved følgende antagelser: Barriere 1B opererer på tynnere oljefilm Oppsamling vil skje i større avstand fra kilden Oljeflak antas å være vanskeligere å detektere Olje til barriere 1B skyldes lekkasje og dykking av olje ved barriere. Det antas et mer oppdelt flak og mindre "oversiktlige forhold" for oppsamling i barriere 1B.
Målsetning	Barrierens ambisjon er å danne en ny total barriere for oljeutslippet. Barriere 1B antas å ha samme systemeffektivitet som barriere 1A.
Krav	En komplett barriere 1B bør dermed oppfylle følgende: En sveipebredde (eventuelt sveipeareal) som overstiger forventet bredde av flaket på stedet En barrierekapasitet (summen av systemkapasitetene) som minst er 50 % av barrierekapasiteten i barriere 1A
Barriere: 1C,	
Forutsetning	Tilsvarende som forrige barriere men med ytterligere 20 % reduksjon i oppnåelig barriere-effektivitet for hver delbarriere
Målsetning	Samme som 1B
Krav	Samme som 1B
Barriere: 2 Bekjempelse på åpent hav og inn mot kystsonen	
Forutsetning	Barriere 2 innebærer oppsamling nærmere kysten og dimensjoneres på bakgrunn av resultater av oljedriftsberegninger korrigert for oppsamlet olje i barriere 1. Øket avstand til kilden vil trolig medføre større tap av olje mellom systemene. Samtidig vil økt oljeviskositet trolig øke systemeffektiviteten. Totalt antas Barriere 2 å ha 50 % redusert barriere-effektivitet i forhold til første delbarriere i barriere 1.
Målsetning	Målsetningen til barrieren er å hindre/reducere olje inn til neste barriere. For barrieren vil fleksibilitet, sveipeareal og forflytningsmuligheter være vesentlig i tillegg til oppsamlingskapasitet.
Krav	En komplett barriere 2 bør oppfylle følgende: Ha barrierekapasitet tilsvarende dimensjonerende mengde inn til barrieren. Ha fleksibilitet og mobilitet som muliggjør hurtig forflytning innenfor forventet influensområde
Barriere: 3 Bekjempelse i kystsonen og beskyttelse av sårbare naturressurser	
Forutsetning	Barriere 3 innebærer beskyttelse av kystnære miljøressurser og dimensjoneres på bakgrunn av resultater av oljedriftsberegninger og statistikk for oljemengder inn til kystsonen; korrigert for oppsamlet olje i barriere 1 og 2. For barrieren vil fleksibilitet og forflytningsmuligheter trolig være mer kritisk enn oppsamlingskapasitet.

Målsetning	Målsetningen til barrieren er å hindre/reducere olje inn sårbare områder.
Krav	En komplett barriere 3 bør oppfylle følgende: Ha barrierekapasitet tilsvarende dimensjonerende mengde inn til barrieren. Ha fleksibilitet og mobilitet som muliggjør hurtig forflytning innenfor forventet influensområde
Barriere: 4 Bekjempelse i fjordområder og beskyttelse av sårbare naturressurser	
Forutsetning	Barriere 4 innebærer bekjempelse i strand/tidevannsonen og dimensjoneres på bakgrunn av resultater av oljedriftsberegninger og statistikk for oljemengder inn til kystsonen; korrigert for oppsamlet olje i barriere 1 og 2 og 3.
Målsetning	Målsetningen til barrieren er å hindre stranding i sårbare områder
Krav	Oppsamlingskapasitet, fleksibilitet og forflytningsmuligheter

Barriere: 5 Bekjempelse på strand	
Forutsetning	Barriere 5 innebærer bekjempelse og opprensing i strandsonen, herunder tidlig oppsamling av gjenværende olje på havoverflaten og aktivt arbeid for å redusere remobilisering av strandet olje. Dimensjonering foretas med bakgrunn i oljedriftsberegninger av strandet oljemengder korrigert for oppsamlet olje i barrierer 1, 2, 3 og 4.
Målsetning	Krav til denne barrieren settes til at sanering til et nærmere definert nivå skal være gjennomført innen en viss tid etter at frittflytende olje er samlet opp.
Krav	Prioritering gis av forurensningsgrad og øvrige ledd i SFTs prioriteringsmodell (MOB), slik den er implementert i ActLog. Samlet ressursbehov utledes av krav satt til når sanering skal være gjennomført, forurensningsgrad og valg av saneringsmetoder.

1.7.7 Anbefalt tiltak / beredskapsløsning

Anbefalt tiltak/beredskapsløsning baseres på analyseresultatene, men trekker også inn andre relevante beredskapsmessige forhold.

Samlet reduksjon i oljemengde som resultat av beredskapstiltakene i barriere 1 benyttes til en etterbehandling av oljedriftstatistikk og reanalyse av miljørisiko for utslagsgivende VØK.

Behov for overvåkning (operasjonell overvåkning og fjernmåling) vurderes for normale operasjoner så vel som ved driftsavbrudd/akutte hendelser.